

Hinweise auf mächtige Tertiärablagerungen in den Daten der Integrierten Seismik Oberpfalz 1989 (ISO '89)

Von HELGA WIEDERHOLD

Mit 4 Abbildungen

Schlüsselworte: DEKORP – ISO '89 – KTB Umfeld – seismische Geschwindigkeit – statische Korrektur – Sedimenttrog

Kurzfassung: Ausschnitte aus den Datensätzen, Mächtigkeit und seismische Geschwindigkeit der Verwitterungsschicht, die bereits 1989 bei 3-D seismischen Untersuchungen im Umfeld der Kontinentalen Tiefbohrung KTB gewonnen wurden, werden zusammengestellt. Seismische Geschwindigkeiten von etwa 1900 m/s weisen im Bereich der im Herbst 2000 abgeteufte Forschungsbohrung Bayerhof auf Sedimentablagerungen hin. Ihre Mächtigkeit beträgt etwa 160 m.

Indications of thick Tertiary sediment deposits according to Integrated Seismic Data

Keywords: DEKORP – ISO '89 – KTB-surroundings – seismic velocity – static correction – sediment basin

Abstract: Extracts of data sets of thickness and seismic velocity of the weathering layer, gained during a 3-D seismic survey in the surroundings of the continental deep drilling KTB already in 1989, are compiled. At the site of the Bayerhof borehole, drilled in autumn 2000, seismic velocities of about 1900 m/s indicate sedimentary deposits with a thickness of about 160 m.

Im Rahmen des Deutschen Kontinentalen Reflexionsseismischen Programms DEKORP wurden 1989 umfangreiche 2-D und 3-D seismische Untersuchungen im Umfeld der Kontinentalen Tiefbohrung KTB in der Oberpfalz durchgeführt (DÜRBAUM et al. 1990, 1992). Kernstück dieser „Integrierten Seismik Oberpfalz“ (ISO '89) war eine 3-D seismische Vermessung, die an der Erdoberfläche eine Fläche von $20 \times 20 \text{ km}^2$ umfasste und zu einem Quader mit $10 \times 10 \text{ km}^2$ Grundfläche in 15 km Tiefe führte, dessen Rasterzellen von $50 \times 50 \text{ m}^2$ strahlenmäßig 15fach überdeckt waren. Die Erstellung eines solchen dreidimensionalen Datensatzes erfordert eine sogenannte statische Korrektur, bei der die an der Erdoberfläche gemessenen Reflexionszeiten, die vom Relief der Erdoberfläche beeinflusst sind, auf ein gemeinsames Bezugsniveau (im Fall ISO '89 500 m NN) reduziert werden. Dabei werden Inhomogenitäten in der seismischen Verwitterungszone, die sich in variablen seismischen Wellengeschwindigkeiten und unterschiedlichen Schichtmächtigkeiten ausdrücken, eliminiert. Zur Bestimmung dieses oberflächennahen Sedimentmodells wurden die Ersteinsätze der 3-D seismischen Aufnahmen invertiert (LENGELING 1991). Quasi als Nebenprodukt des dreidimensionalen Datensatzes entstanden so für die Gesamtfläche $20 \times 20 \text{ km}^2$ Datensätze der Geländehöhe, der seismischen Geschwindigkeit der Verwitterungsschicht, der Mächtigkeit der Verwitterungsschicht, der Refraktorgeschwin-

Anschrift der Verfasserin: Dr. HELGA WIEDERHOLD, Institut für Geowissenschaftliche Gemeinschaftsaufgaben (GGA), Stilleweg 2, 30655 Hannover (E-Mail: h.wiederhold@gga-hannover.de).

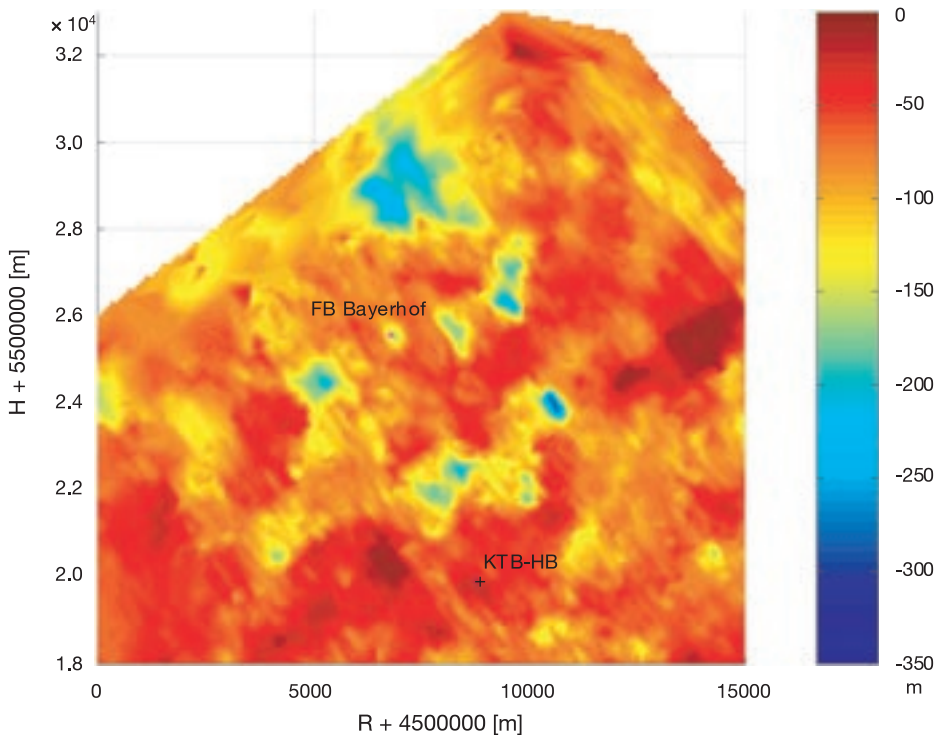


Abb. 1. Geländehöhen (Ausschnitt aus digitalem Datensatz ISO '89). Die Lokationen der Forschungsbohrung Bayerhof und der KTB Hauptbohrung sind markiert.

digkeit und der statischen Korrekturen (SCHWANITZ et al. 1990). Die Datendichte entspricht der Messanordnung der 3-D seismischen Vermessung, das heißt (theoretisch) 40 Geophonlinien im Abstand von 400 m à 207 Geophonlokationen im Abstand von 100 m und – senkrecht dazu – 21 Vibratortraversen mit einem Abstand von 800 m à 99 Vibrationspunkte mit einem mittleren Abstand von 200 m. Einige dieser Punkte sind doppelt belegt. Jeder Datensatz beinhaltet 11641 Datenpunkte.

Abbildung 1 zeigt das nördliche Teilgebiet aus dem Datensatz der Geländehöhe. In Abbildung 2 ist für den gleichen Ausschnitt die Mächtigkeit der seismischen Verwitterungsschicht dargestellt. Die maximale Mächtigkeit beträgt 350 m. Der Begriff seismische Verwitterungsschicht ist relativ weit gefasst und bedeutet in diesem Fall eine Mischung aus mehreren Materialien. Diese erstrecken sich von der reinen Ver-

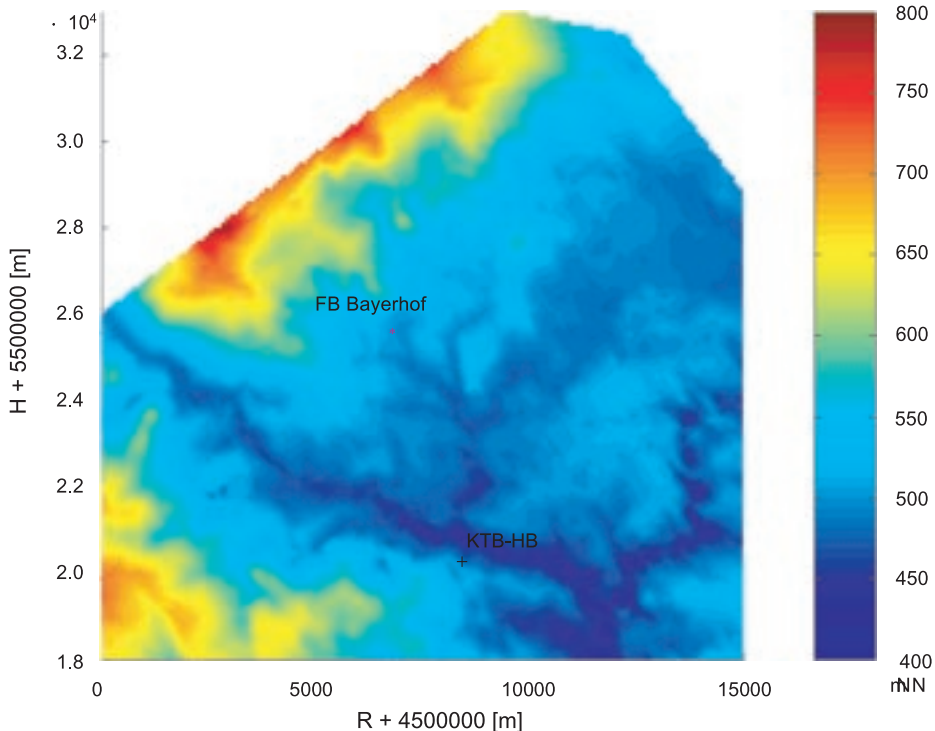


Abb. 2. Mächtigkeit der Verwitterungsschicht (Ausschnitt aus digitalem Datensatz ISO '89). Die Lokationen der Forschungsbohrung Bayerhof und der KTB Hauptbohrung sind markiert.

witterungsschicht aus Lockermaterial mit Geschwindigkeitswerten um 500 m/s über Sedimentablagerungen mit Geschwindigkeiten 1500–2500 m/s bis hin zu angewittertem Kristallin mit Geschwindigkeiten bis 3700 m/s (Abb. 3).

Sedimenttröge müssen die Bedingungen hohe Mächtigkeit in Abbildung 2 und mittlere seismische Geschwindigkeiten in Abbildung 3 erfüllen. Dieses trifft für die Struktur Bayerhof zu. Der Detailausschnitt (Abb. 4) mit der Forschungsbohrung Bayerhof im Zentrum zeigt neben der Mächtigkeit auch die Datenstützstellen. Die seismischen Geschwindigkeiten variieren in diesem Ausschnitt zwischen 1800 m/s und 2200 m/s. Der Mächtigkeitwert für die Lokation der Forschungsbohrung wird zu 162 m interpoliert mit einer mittleren seismischen Geschwindigkeit von 1930 m/s. Die in der Forschungsbohrung Bayerhof über ein vertikales seismisches Profil ermittelte Durch-

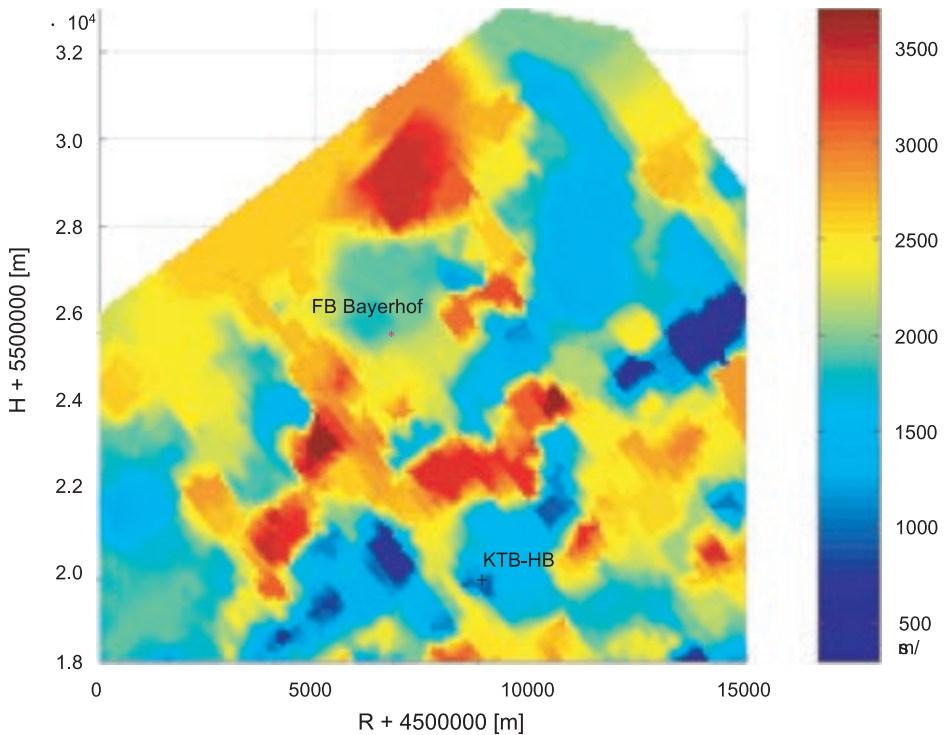


Abb. 3. Geschwindigkeitsverteilung der in Abb. 2 dargestellten Verwitterungsschicht (Ausschnitt aus digitalem Datensatz ISO '89). Die Lokationen der Forschungsbohrung Bayerhof und der KTB Hauptbohrung sind markiert.

schnittsgeschwindigkeit liegt in dieser Tiefe nur bei 1500 m/s (Intervallgeschwindigkeit 1600 m/s). Die Diskrepanz ergibt sich aus den methodisch unterschiedlichen Ansätzen; die ISO '89 Geschwindigkeitsdaten stellen lateral über größere Bereiche gemittelte Werte dar.

Es konnte noch nicht geprüft werden, ob in dem dreidimensionalen seismischen Datensatz im Bereich der Struktur Bayerhof Hinweise auf ein Diatrem oder die Wurzelzone eines Maars erkennbar sind.

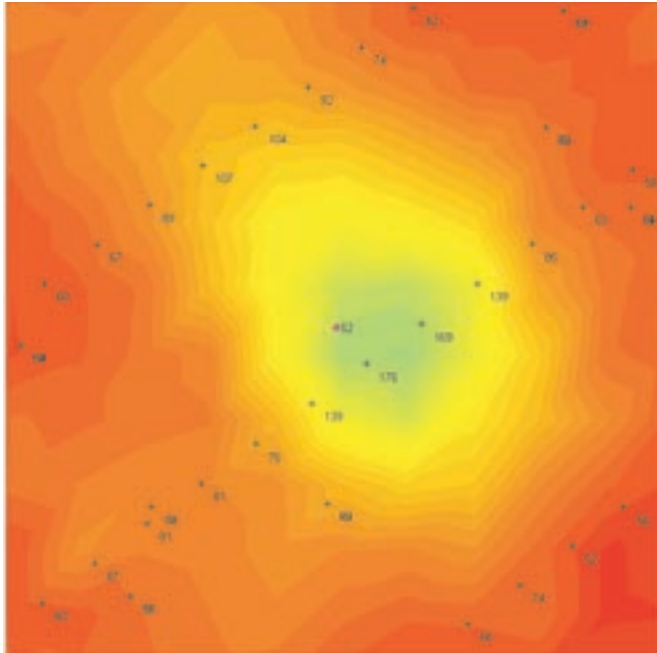


Abb. 4. Detailausschnitt (Kantenlänge = 1 km) der Mächtigkeit der Verwitterungsschicht aus Abb. 2 mit der Bohrung Bayerhof im Zentrum und Datenpunkte. Farbskala siehe Abb. 2.

Literatur

- DÜRBAUM, H.-J., REICHERT, C. & BRAM, K. [Hrsg.] (1990): Integrated Seismics Oberpfalz 1989. – KTB Report, **90/6b**, 211 S., Hannover (NLfB).
- DÜRBAUM, H.-J., REICHERT, C., SADOWIAK, P. & BRAM, K. [Hrsg.] (1992): Integrated Seismics Oberpfalz 1989. – KTB Report, **92/5**: 373 S.; Hannover (NLfB).
- LENGELING, R. (1991): Bewertung eines Inversionsverfahrens zur Berechnung statischer Korrekturen in der 3D-Seismik und seine Anwendung auf reflexionsseismische DEKORP-Messungen in der Oberpfalz 1989. – Diss., 178 Seiten; Karlsruhe.
- SCHWANITZ, H., MYLIUS, J., LENGELING, R. & ARNETZL, H. (1990): DEKORP Integrierte Seismik Oberpfalz 1989 (ISO '89). – Bericht über umfassende, sich ergänzende drei- und zweidimensionale seismische Messungen; Hannover (PRAKLA-SEISMOS AG).

Manuscript bei der Redaktion eingegangen am 5. 4. 2002.

Die Forschungsbohrung Bayerhof – die Erkundung eines tertiären Maars im Steinwald, Oberpfalz (NE-Bayern)

Von JOHANN ROHRMÜLLER

Mit 4 Abbildungen

Schlüsselworte: Bohrung, Maar, Tertiäre Seesedimente, NE-Bayern

Kurzfassung: Im Herbst 2000 wurde durch die Forschungsbohrung Bayerhof ein Tertiär-vorkommen im Südtteil des Steinwaldes (Bl. 6138 Erbdorf) erkundet. In dieser 178 m tiefen Bohrung wurde ein bisher einmaliges Profil für den nordostbayerischen Raum mit Seesedimen-ten und Vulkaniten erbohrt. Nach dem bisherigen Kenntnisstand kann die Kratergenese im Zusam-menhang mit vulkanischen Aktivitäten im Zeitraum oberes Oligozän/unteres Miozän als eine Maarbildung betrachtet werden.

The investigation drill hole Bayerhof – the ascertainment of a Tertiary maar in the Steinwald, Upper Palatinate (NE-Bavaria)

Keywords: Drill hole, maar, Tertiary lake sediments, NE-Bavaria

Abstract: For the investigation of Tertiary sediments in the southern Steinwald (NE-Bavaria) the drill hole Bayerhof was done. This 178 m drill hole yield to an unique sediment profile with lake sediments and volcanics. The small sediment filled crater seems to be a former Tertiary maar.

Inhalt

1. Einleitung	215
2. Bohrprofil.....	216
3. Deutung der Struktur	219
4. Weitere Untersuchungen.....	220
5. Literatur	220

1. Einleitung

Im Südtteil des Steinwaldes, ca. 4 km NE Erbdorf, existiert ein isoliertes Vorkom-men von Tertiärsedimenten umgeben von Granit (Abb. 1). Dieses Tertiärvorkommen bei Ziegelhütte SW Friedenfels umfasst nur eine Fläche von ca. 0,25 km². Nach GÜMBEL (1868) sind in die tonigen Sedimente von Bayerhof bei Thumsenreuth Braunkohlelagen und Tuffe eingeschaltet. Daneben beschreibt er zwischen bituminösen Tonlagen eine erdige Harzmasse, die er Euosmit nannte. Die Braunkohlelagen zeigten schwankende

Anschrift des Verfassers: Dr. JOHANN ROHRMÜLLER, Bayerisches Geologisches Landesamt, Außenstelle Marktredwitz, Leopoldstr. 30, 95615 Marktredwitz (E-Mail: johann.rohrmueller@gla.bayern.de).



Abb. 1. Geologische Karte mit dem isolierten Tertiärvorkommen bei Ziegelhütte (gelb) im Südteil des Steinwaldgranites (rot). Ausschnitt aus der GK 50 KTB-Umfeld.

Mächtigkeit von 0,5 bis 2,3 m und wurden hauptsächlich zwischen 1838 und 1877 abgebaut. Letzte Abbaueversuche wurden um 1920 beschrieben (BAYERISCHES OBERBERGAMT 1924). Dieses Tertiärvorkommen wird als flache „Granitmulde“ betrachtet.

Erste Hinweise auf eine größere Tiefenerstreckung dieser Tertiärsedimente bei Ziegelhütte/Bayerhof lieferten refraktionsseismische Messungen und geoelektrische Tiefensondierungen (Abb. 2). Es wurde „eine 120 m tiefe Depression im Felsuntergrund“ (BADER et al. 1988) nachgewiesen. Ein genetischer Zusammenhang für diese Muldenform mit dem tertiären Vulkanismus wurde jedoch wegen konzeptioneller stratigraphischer Ansichten verneint.

2. Bohrprofil

Durch die Forschungsbohrung Bayerhof im Herbst 2000 wurde dieses Tertiärvorkommen näher erkundet. In dieser 178 m tiefen Bohrung wurde ein bisher einmaliges Profil für den nordostbayerischen Raum erbohrt. Es handelt sich dabei um eine Abfolge bestehend aus Braunkohlelagen, laminierten Seesedimenten mit Turbidit- und Debrisflow-Lagen, Vulkanoklastika und sandig bis feinkiesigen Lockersedimenten aus Granitdetritus (Abb. 3). Die Bohrung musste leider bei 178 m wegen technischer Probleme eingestellt werden.

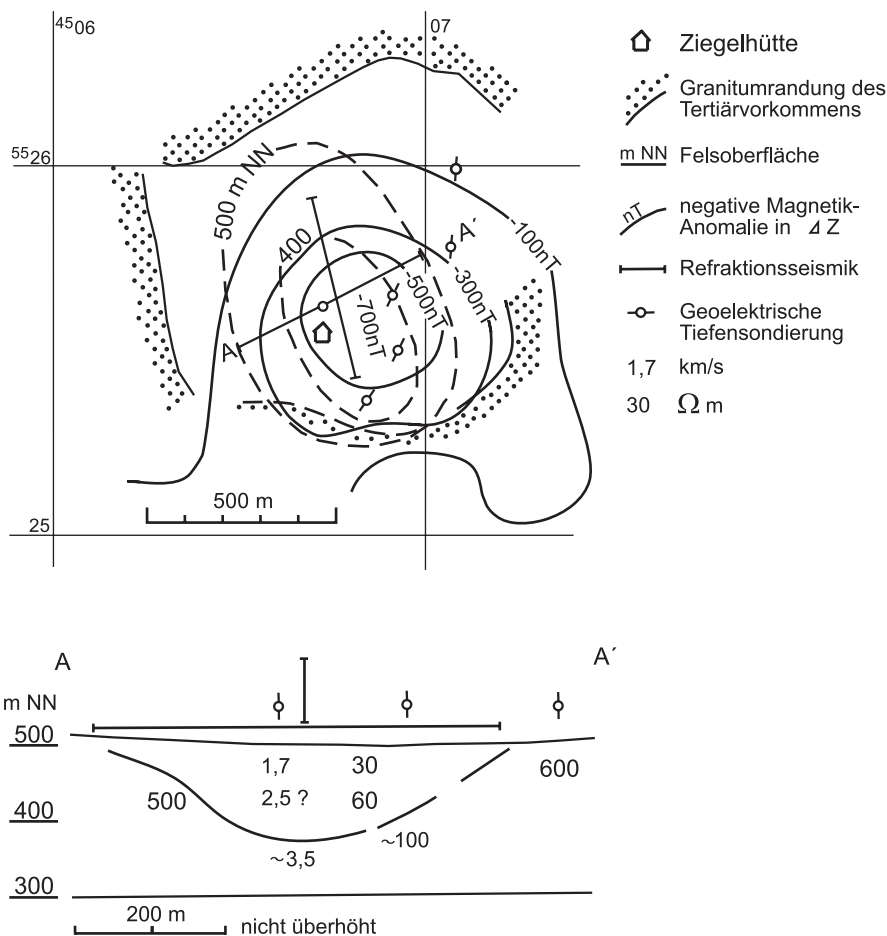


Abb. 2. Lage und Profilschnitt durch das Tertiärvorkommen bei Bayerhof aufgrund refraktionsseismischer Messungen und geoelektrischer Tiefensondierungen im Bereich der negativen Magnetikanomalie (aus BADER et al. 1988).

Das Bohrprofil zeigt von 0 bis 3,5 m einen lehmigen Diamikt, darunter folgt bis 12 m Braunkohle mit Holzrelikten, von 12 bis 36,2 m folgen Vulkanoklastika mit Holzresten und Nebengesteinsfragmenten (Granit) sowie einer Braunkohleinschaltung. Zwischen 36,2 und 157,5 m dominieren feingeschichtete Seesedimente in die Turbidit- und Debrisflow-Lagen sowie Tufflagen eingelagert sind. In diesem Profilteil existieren auch immer wieder Braunkohlelagen und Lagen mit vielen Pflanzenresten (Abb. 4). Nach einem 40 cm Kernstück Kristallinbreccie folgt bis zur Endtiefe bei 178 m locker gelagerter Sand bis Feinkies aus Granitdetritus mit schluffigen bis tonigen Zwischenlagen.

In den feinlaminierten Sedimenten treten Diatomeen-führende Lagen auf. In den dunklen Lagen kommen Pflanzenreste, Blätter und Samenkapsel vor. Calcit-führende Lagen (Seekreide ?) sind ebenfalls anzutreffen. Eine Besonderheit stellen bis über 4 cm im Durchmesser große, grüne bis schwarzgrüne Anapaitknollen dar. Diese intern radialstrahlig aufgebauten Kristallaggregate sind im Sediment neu gebildet wor-

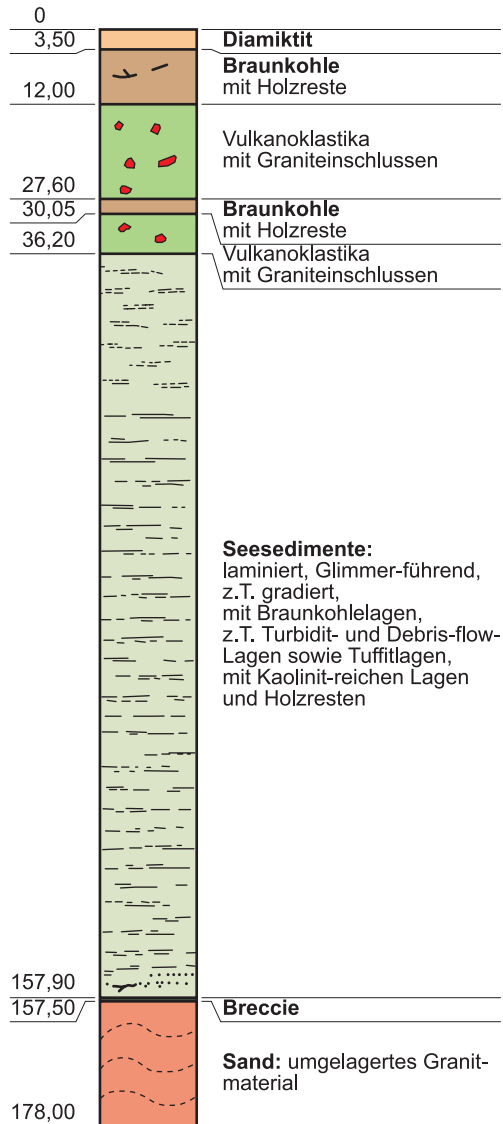


Abb. 3. Profil der Forschungsbohrung Bayerhof.

den. Der Nachweis, dass es sich um Anapait ($\text{Ca}_2\text{Fe}(\text{PO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) handelt, erfolgte dankenswerterweise durch Dr. RAST, Bayerisches Geologisches Landesamt, mittels Röntgendiffraktometrie. In den Vulkanoklastika sind mehrfach inkohlte Holzreste eingeschaltet.

Die K-Ar-Datierungen der Vulkanite (magnetisch separiert und geätzt) liefern Alterswerte zwischen 21,7 und 23,3 Millionen Jahren (ROHRMÜLLER & HORN 2003). Mit Einbeziehung der Fehlergrenzen ist eine stratigraphische Einstufung ins unterste Miozän bzw. oberstes Oligozän möglich.



Abb. 4. Laminierte Seesedimente der Forschungsbohrung Bayerhof mit Blattrest.

3. Deutung der Struktur

Das 178 m tiefe Bohrprofil mit Vulkaniten, Seesedimenten und umgelagerten Granitdetritus in diesem Tertiärvorkommen in Verbindung mit dem kartierten Oberflächenabstich von ca. 400 × 500 m belegen eine kraterförmige Struktur. Wobei noch darauf hingewiesen werden muss, dass die Basis der Struktur mit dieser Bohrung nicht erbohrt wurde. Diese kraterförmige Struktur ist mit Sedimenten und Vulkaniten aufgefüllt worden. Hinweise über den Tiefgang dieser Struktur liefern gravimetrische Untersuchungen (GABRIEL 2003) und Auswertungen der Datensätze Mächtigkeit und seismische Geschwindigkeit der Verwitterungsschicht, der ISO-Seismik 89 (WIEDERHOLD 2003). Die Struktur Bayerhof besitzt eine negative Schwereanomalie. Die Datenauswertung der gravimetrischen Messungen mit Störkörpermodellierung lässt auf eine maximale Tiefe der Struktur von 215 m schließen (GABRIEL 2003).

Für die Entstehung dieser kraterförmigen Struktur kommen zwei Möglichkeiten in Betracht, entweder als Maar oder als Impakt. Hinweise für eine Bildung als Impaktkrater wurden nach den sedimentpetrographischen Untersuchungen nicht gefunden (Hochdruckmodifikationen von Quarz, geschockte Minerale, etc.). Das Bohrprofil, das Alter der Vulkanite und das geologische Umfeld mit vielen weiteren tertiären Vulkaniten spricht für eine Kratergenese im Zusammenhang mit vulkanischen Aktivitäten als Maar.

Die Entstehung eines Maarkraters wird durch eine unterirdische, aber oberflächennahe Explosion verursacht. In einem Schlot aufdringendes heißes Magma kommt in Kontakt mit Grundwasser. Durch das plötzliche Aufheizen des Wasser entsteht Wasserdampf. Diese extreme Volumenzunahme verursacht die Explosion. Die dadurch entstehenden Explosionstrichter sind die Maare. Wenn die magmatische

Aktivität anhält, kann ein solcher Krater durch Vulkanite aufgefüllt werden. Wenn hingegen keine größere weitere vulkanische Aktivität in dieser Struktur erfolgt, kann sich ein See bilden, der über viele tausende von Jahren aufgefüllt wird (z. B. Maarseen der Eifel). Ein solcher Maarsee hatte sich bei dieser Struktur Bayerhof gebildet.

Die Ergebnisse dieser Bohrung liefern auch neue Arbeitsansätze für die Entstehung anderer kleiner Tertiärbecken in Nordostbayern. Möglicherweise sind die über 50 m mächtigen Vorkommen bei Seußen/Klausen, Zottenwies/Schindellohe und Oberteich ebenfalls mit einem Maar in Verbindung zu bringen.

4. Weitere Untersuchungen

Durch das Institut für Geowissenschaftliche Gemeinschaftsaufgaben Hannover wurden bohrlochgeophysikalische Untersuchungen durchgeführt (WONIK 2003). Zusätzlich erfolgte eine Datensichtung der im Rahmen der KTB durchgeführten 3-D Seismik ISO89 hinsichtlich der Mächtigkeit der Verwitterungsschicht für das Zielgebiet der Bohrung Bayerhof (WIEDERHOLD 2003). Die dadurch gewonnene Datenauswertung liefert für das Tertiärvorkommen bei Ziegelhütte eine kraterförmige Struktur. Ferner wurden gravimetrische Messungen zur Erkundung dieser Struktur durchgeführt (GABRIEL 2003). An den Vulkaniten wurden K-Ar-Altersdatierungen durchgeführt (ROHRMÜLLER & HORN 2003). Pollenuntersuchungen an Sedimentproben wurden in die Wege geleitet. Weitere Untersuchungen laufen noch.

5. Literatur

- BADER, K. & STETTNER, G. (1988): Geophysikalische Untersuchungen des Bayerischen Geologischen Landesamtes im Umfeld der KTB-Bohrung Oberpfalz. – KTB-Report, **88** (12): 19–28, Hannover.
- BAYERISCHES OBERBERGAMT (1924): Die nutzbaren Mineralien, Gesteine und Erden Bayerns, Bd. I: Frankenwald, Fichtelgebirge und Bayerischer Wald. – 219 S., München (Oldenbourg, Piloty & Loehle).
- GABRIEL, G. (2003): Lokale gravimetrische Untersuchungen in der Oberpfalz zum Nachweis von Maar-Vorkommen. – *Geologica Bavarica*, **107**: 231–234, München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- GÜMBEL, C., W. VON (1868): Geognostische Beschreibung des Ostbayerischen Grenzgebirges oder des Bayerischen und Oberpfälzer Waldgebirges. – 968 S., Gotha (Perthes).
- ROHRMÜLLER, J. & HORN, P. (2003): Ergebnisse der K-Ar-Datierung einer basaltischen Tuffbreccie aus der Bohrung Bayerhof und von Basalten des Umfeldes. – *Geologica Bavarica*, **107**: 227–229, München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- WIEDERHOLD, H. (2003): Hinweise auf mächtige Tertiärablagerungen in den Daten der Integrierten Seismik Oberpfalz 1989 (ISO '89). – *Geologica Bavarica*, **107**: 153–157, München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- WONIK, T. (2003): Geophysikalische Messungen in der Forschungsbohrung Bayerhof. – *Geologica Bavarica*, **107**: 221–226, München (Bayer. Geol. L.-Amt).

Geophysikalische Messungen in der Forschungsbohrung Bayerhof

Von THOMAS WONIK

Mit 1 Abbildung

Schlüsselworte: Bohrlochmessungen – gesteinsphysikalische Eigenschaften – Seesedimente – Urananomalie

Kurzfassung: Geophysikalische Messungen in der Forschungsbohrung Bayerhof bestätigen die lithostratigraphische und strukturelle Gliederung der tertiären Abfolge aus Torf- bzw. Braunkohlelagen und laminierten Seesedimenten. Im Bereich der Seesedimente fallen neben den für Maare typischen geringen Dichten, magnetischen Suszeptibilitäten und seismischen Geschwindigkeiten die mit der Tiefe ansteigenden hohen Urangelhalte mit Anomalien von bis zu 60 ppm auf.

Downhole logs in the research borehole Bayerhof

Keywords: Downhole logs – petrophysical properties – lake sediments – uranium anomaly

Abstract: The downhole logs in the Bayerhof borehole confirm the lithostratigraphical and structural division into peat, brown coal, and laminated lake sediments of this Tertiary sequence. The sea sediments show low density, magnetic susceptibility and seismic velocity values typically for maars. In this sediments also a high uranium content level with anomalies up to 60 ppm were observed.

Die Apparatur und die Sonden, die bei den geophysikalischen Messungen in der 178 m tiefen Forschungsbohrung Bayerhof eingesetzt wurden, sind ausführlich von WONIK & SALGE (2000) und WONIK & BÜCKER (2000) beschrieben worden. Zusammen mit einer vereinfachten Lithologie sind alle Bohrlochmessungen in Abbildung 1 dargestellt. Die Bohrung war in einer Tiefe von 166 m zugefallen, so dass das Bohrloch tiefste mit den Sonden nicht erreicht werden konnte. Oberhalb von 32 m befand sich zum Zeitpunkt der Messungen (9.–12. 11. 2000) ein Standrohr aus Stahl, so dass hier nur einige physikalische Parameter messbar waren. Bei der Darstellung der Ergebnisse der Spektral-Gamma Ray-Sonde (Gammastrahlung (GR), Uran- (U), Kalium- (K) und Thoriumgehalt (Th)) muss außerdem berücksichtigt werden, dass durch das während der Messung zusätzlich zum Standrohr bis in eine Tiefe von 152 m vorhandene Bohrgestänge die Werte stark gedämpft wurden: Oberhalb von 32 m um einen Faktor von ca. 1,7 sowie zwischen 32 m und 152 m Tiefe um ca. 1,3.

Die Neigung der Bohrung ist über den gesamten Teufenbereich kleiner als 2°, der Bohrungsverlauf ist damit mehr oder weniger vertikal. Die Abweichung der Bohrung von ihrem Ansatzpunkt beträgt in 164 m Tiefe nur 2,8 m in Richtung E.

Anschrift des Verfassers: Dr. THOMAS WONIK, Institut für Geowissenschaftliche Gemeinschaftsaufgaben (GGA), Stilleweg 2, 30655 Hannover (E-Mail: wonik@gga-hannover.de).

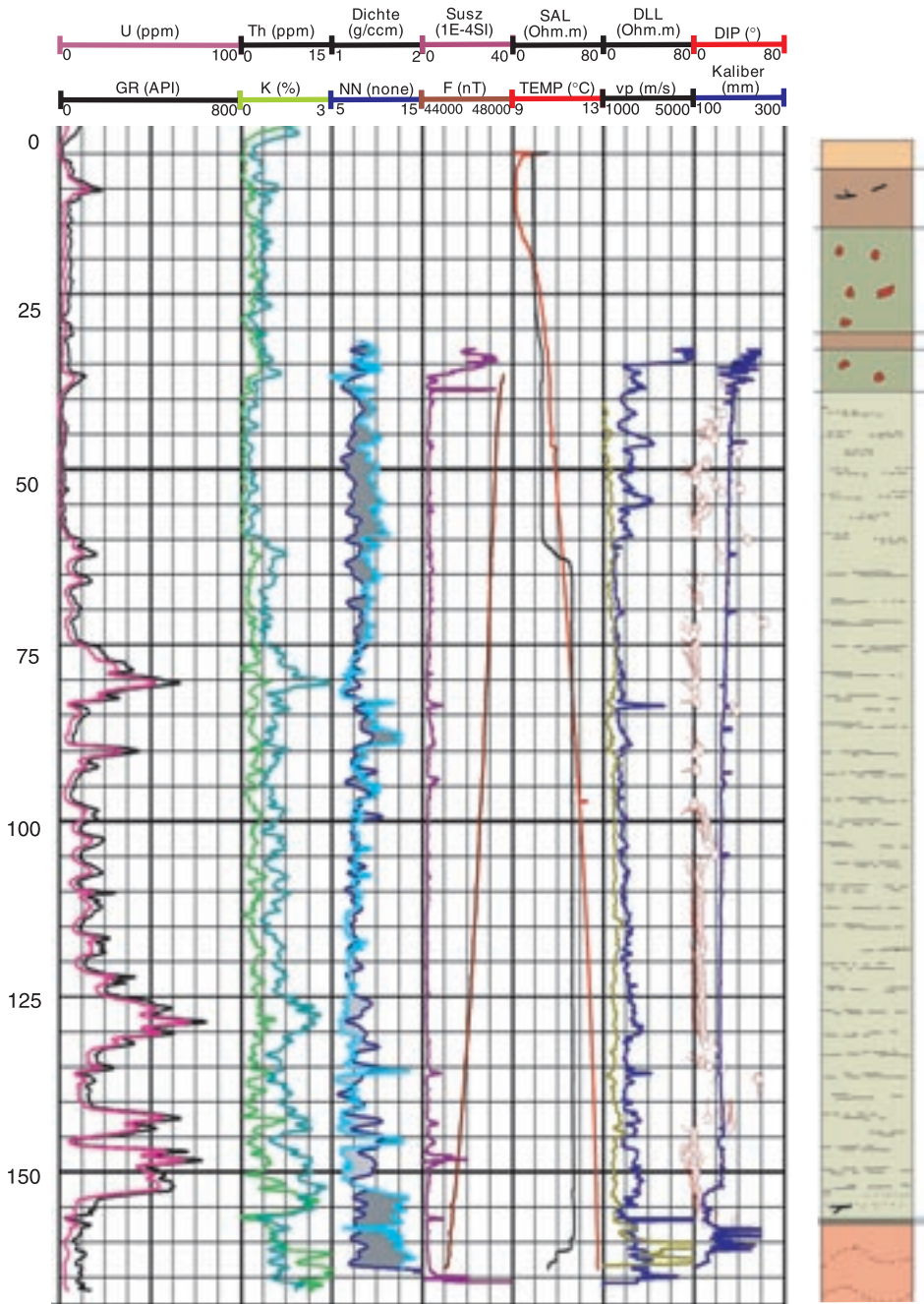


Abb. 1. Zusammenstellung der Ergebnisse der Bohrlochmessungen in der Forschungsbohrung Bayerhof.

Von links nach rechts sind dargestellt:

GR (0–800 API): Gamma Ray;

U (0–100 ppm): Urangehalt; K (0–3 %): Kaliumgehalt; Th (0–15 ppm): Thoriumgehalt;

Dichte ($1-2 \text{ g/cm}^3 = 1000-2000 \text{ kg/m}^3$): Gesteinsdichte;
 NN (unkalibriert): Porosität (nach rechts zunehmend);
 Susz ($0-40 \cdot 10^{-4} \text{ SI}$), magnetische Suszeptibilität;
 F (44000–48000 nT): Totalintensität des Erdmagnetfeldes;
 SAL: (0–80 Ωm): Salinität der Spülung;
 TEMP (9–13 °C): Temperatur der Spülung;
 vp (1000–5000 m/s): seismische Intervallgeschwindigkeit;
 DLL (0–80 Ωm): spezifischer elektrischer Formationswiderstand;
 DIP (0°–80°): Richtung (Strich) und Einfallen (Punkt) von Strukturen in der Bohrlochwand;
 Kaliber (100–300 mm): Kaliber.

Lithologie:

0 – 3,5 m: sandig-schluffiger Ton, schwach kiesig
 3,5– 12,0 m: Torf, z.T. mit Holzresten
 12,0– 27,6 m: Vulkanoklastika mit Einlagerungen der Rahmengesteine (Granit)
 27,6– 30,1 m: Torf
 30,1– 36,2 m: Vulkanoklastika mit Einlagerungen der Rahmengesteine (Granit)
 36,2–157,5 m: Seesediment
 157,5–157,9 m: Breccie

Bis in eine Tiefe von 152 m wurde die Bohrung mit einem Durchmesser von 146 mm, darunter von 120 mm gebohrt. Die Bohrlochwand ist glatt mit Ausnahme der Tiefenbereiche 33–38 m und 152–164 m. In den genannten Intervallen sind Wandausbrüche bis zu einem Bohrlochdurchmesser von 250 mm zu beobachten. Der Durchmesser der Bohrung ist über die gesamte Strecke leicht erweitert; möglicherweise wurden bei der Kalibermessung die Messfühler der Kalibersonde in die sehr weichen Sedimente hineingedrückt, und die Messwerte spiegeln somit eine Bohrlocherweiterung vor, die nicht vorhanden ist.

Die Messung der Temperatur (TEMP) und des spezifischen elektrischen Widerstandes (SAL) in der Spülungssäule der Bohrung wurde nur wenige Stunden nach Beendigung der Bohr- und Spülaktivitäten durchgeführt und spiegelt durch diese Störungen nicht die wahre Gebirgstemperatur wider. Anomalien in der gestörten Temperaturkurve, die auf erhöhte Porositäten und damit auf Fluidwegsamkeiten hinweisen, können nicht festgestellt werden. Der obere Teil der Bohrung bis ca. 50 m war während der Messung noch stark gestört, erst darunter ist ein linearer Temperaturverlauf zu erkennen. Die Temperatur in 166 m Tiefe betrug 12,8 °C, damit ergibt sich ein scheinbarer mittlerer Temperaturgradient von 17,3 K/km. Der spezifische elektrische Widerstand und damit die Salinität der Spülung ändert sich in 63 m Tiefe von 25 Ωm bzw. 260 ppm NaCl-Äquivalent (WESTERN-ATLAS, 1985) auf 54 Ωm bzw. 110 ppm im unteren Teil der Bohrung.

Bereich oberhalb der Seesedimente (0–36,2 m)

Die spektralen Gammastrahlungs-Messungen im Tiefenbereich 0–36,2 m weisen nur einige geringe Variationen auf; die Mittelwerte liegen bei 45 API für GR, 4 ppm für Th und U sowie 0,5 % für K. Die zwischen 12 m und 27,6 m sowie zwischen 30,1 m und 36,2 m erbohrten Vulkanoklastika mit Einlagerungen des granitischen Nebengesteins sind durch einen sehr ruhigen Gamma Ray-Verlauf mit nur geringen Schwankungen gekennzeichnet. Die von 3,5–12 m bzw. 27,6–30,1 m angetroffenen Torfe verhalten sich nicht so einheitlich: Ein relatives Maximum der Gammastrahlung von 185 API findet man bei 9–11 m Tiefe. Der in diesem Intervall beobachtete erhöhte Urangehalt von 13 ppm wird wahrscheinlich durch den stark erhöhten Anteil an orga-

nischen Materialien in diesem Intervall verursacht. Sehr niedrige Gamma Ray-Werte von unter 20 API findet man in den Bereichen 3,5–6 m und 28–29 m, wo laut lithologischer Beschreibung ebenfalls Torf gekernt wurde.

Bereich der Seesedimente (36,2–157,5 m)

Ausgehend von der natürlichen Gammastrahlung lässt sich der Bereich der laminierten Seesedimente (36,2–157,5 m) in drei größere Abschnitte gliedern: 36–50 m, 50–60 m und 60–157 m. Dabei nimmt die Gammastrahlung von oben nach unten hin zu:

- 36– 50 m: niedrige Gammastrahlung mit einem Mittelwert von 20 API;
- 50– 60 m: mittlere Gammastrahlung mit einem Mittelwert von 60 API;
- 60–157 m: hohe Gammastrahlung mit einem Mittelwert von 120 API.

Im letztgenannten Abschnitt sind vier GR-Anomalien von bis zu 600 API in folgenden Tiefenabschnitten eingeschaltet: 75–83 m; 89–91 m; 126–131 m sowie 142–153 m. Verursacht werden diese extrem hohen GR-Anomalien hauptsächlich durch den bis zu 60 ppm hohen Urangehalt und untergeordnet durch den Thoriumgehalt von maximal 12 ppm. Der Gehalt an Kalium ist mit ca. 0,5% über den gesamten Bereich der Seesedimente konstant und kommt damit als Ursache der Anomalien nicht in Frage. Ungeklärt ist der Anstieg des mittleren Urangehaltes mit der Tiefe von 2 ppm oberhalb 60 m auf 15 ppm in 135 m Tiefe. Betrachtet man die natürliche Gammastrahlung, die nur vom Thorium- und Kaliumgehalt erzeugt wird, so erhält man Werte um 30 API. Dies liegt in einer Größenordnung, wie sie bereits aus Messungen in den tertiären Maaren Baruth in Sachsen (BÜCKER et al. 2003) und Messel bei Darmstadt bekannt sind. Ungewöhnlich ist in der Forschungsbohrung Bayerhof also der nahezu über das gesamte Profil stark erhöhte Urangehalt. Das Nebengestein scheint als Ursache nicht in Frage zu kommen, zeigen doch die aerogeophysikalischen Messungen von RÖTTGER et al. (1993) in weitem Umkreis um die Bohrung keine gammaspetrometrische Anomalie. Außerdem zeichnet sich das Nebengestein eher durch erhöhte Kaliumgehalte aus, wie ihn der Granitdetritus unterhalb der Seesedimente in einer Tiefe unterhalb von 157,9 m aufweist.

Die Messung des spezifischen elektrischen Formationswiderstandes (DLL) zeigt wie die GR-Werte eine Veränderung in 60 m Tiefe:

- 36– 60 m: Mittelwert bei 30 Ωm mit großen Schwankungen von $\pm 20 \Omega\text{m}$;
- 60 m: Sprung im Mittelwert von 30 Ωm auf 15 Ωm ;
- 60–157 m: Anstieg im Mittelwert von 15 Ωm auf 40 Ωm .

Dieser Anstieg des spezifischen elektrischen Widerstandes unterhalb von 60 m Tiefe kann durch zunehmende Kompaktion durch zunehmenden Auflastdruck und eine damit verbundene Abnahme der Porosität (NN) erklärt werden. In 50 m Tiefe lässt sich im Gegensatz zu den GR-Werten keine Änderung in den elektrischen Eigenschaften der Seesedimente erkennen.

Die feingeschichteten Seesedimente sind in der Dichtemessung durch für Sedimente außergewöhnlich geringe Werte von im Mittel 1300 kg/m^3 ($= 1,3 \text{ g/ccm}$) gekennzeichnet. Diese niedrigen Werte erklären, warum verdeckte Maarstrukturen leicht durch gravimetrische Messungen nachgewiesen werden können (PIRRUNG 1998). Einzelne Anomalien wie z. B. in 83–89 m Tiefe, bei der die Dichte bis auf 1600 kg/m^3 ansteigt, sind vermutlich durch eingeschaltete Turbidit-, Debris-flow- und/oder Tuffitlagen erklärbar. Bisher nicht gefunden werden konnte die Ursache des Trends, der in den Dichtemessungen beobachtet wird: Mit zunehmender Tiefe nimmt sie von

1300 kg/m³ auf Werte kleiner als 1200 kg/m³ ab. Eigentlich wird bei wachsender Tiefe durch die Kompaktion der Seesedimente ein Anstieg der Dichte erwartet.

Die laminierten Seesedimente zeichnen sich durch extrem geringe magnetische Suszeptibilitäten (Susz) nahe Null aus. Bohrkernuntersuchungen an Seesedimenten des tertiären Maars Baruth durch PUCHER et al. (2003) kommen zu dem gleichen Ergebnis. Ähnlich wie bei den Dichten und den spezifischen elektrischen Widerständen zeichnen sich auch in den magnetischen Eigenschaften die Turbidite, Debris Flows und Tuffite durch leicht erhöhte Werte ab.

Das erdmagnetische Totalfeld (F) wird nicht nur von lokalen Anreicherungen an Erzmineralen, sondern auch von magnetisierten Körpern in größerer Entfernung von der Bohrung beeinflusst. Die F-Werte nehmen im gesamten Tiefenbereich der Bohrung von 36–166 m kontinuierlich mit einem starken Gradienten von 18,5 nT/m ab. Dieser Gradient weist auf einen magnetischen Störkörper in größerer Tiefe hin. Die während der Hubschrauber-Befliegung festgestellte negative magnetische Anomalie (RÖTTGER et al. 1993) kann damit nicht durch Material im Bereich der Seeablagerungen erklärt werden. Detaillierte Modellrechnungen hierzu werden vom Institut für Geowissenschaftliche Gemeinschaftsaufgaben vorgenommen werden.

Strukturelle Eigenschaften der durchteuften Sedimentformationen wurden mit der Dipmeter-Sonde erfasst und sind in Abbildung 1 in der Spalte „DIP“ wiedergegeben. Anhand der dargestellten sogenannten „Qualquappen“ können Einfallrichtung und -winkel der Formationen abgelesen werden. Die Lage des Punktes kennzeichnet dabei den Einfallswinkel, und der Strich am Punkt die Einfallrichtung. Sehr einheitliche und ruhige Ablagerungsbedingungen können im Bereich der Seesedimente erkannt werden. Im oberen Teil von 36–50 m variieren die Einfallswinkel der Seeablagerungen zwischen 2° und 40°, die Einfallrichtung zeigt vorwiegend nach NW bis W. Unterhalb von 50 m Tiefe verringert sich der Einfallswinkel der Seeablagerungen auf 2° bis 10°, die Einfallrichtung zeigt sehr einheitlich nach NW. Die stark gestörten Ablagerungsbedingungen der Turbidite, der Debris Flows und der Tuffite sind an der uneinheitlichen Lage und Richtung klar erkennbar, eine strukturelle Auswertung ist hier nicht möglich. Dies gilt insbesondere für die Tiefenbereiche 59–65 m, 70–72 m, 84–89 m sowie 135–144 m.

Die seismische Intervallgeschwindigkeit (vp) ist sehr gering und liegt in der Größenordnung von 1600 m/s. Sie unterscheidet sich damit nicht von den in den Seesedimenten der tertiären Maare ‚Baruth‘ (BÜCKER et al. 2003) und ‚Messel‘ beobachteten Werten.

Bereich unterhalb der Seesedimente (157,5–178 m bzw. 166 m)

Unterhalb einer nur 0,4 m mächtigen Breccie (157,5–157,9 m) wurde bis zur Endteufe von 178 m nicht kompakter Sand bis Feinkies aus Granitdetritus angetroffen. Kerne konnten in diesem Bereich nicht gewonnen und Bohrlochmessungen nur bis in eine Tiefe von 166 m durchgeführt werden. Wie schwierig die Bohrlochverhältnisse waren, die schließlich zum Abbruch der Bohrung führten, erkennt man auch am Kaliber: Bis in rund 163 m Tiefe treten rund 0,3 m breite Ausbrüche bis zu einem Bohrl Lochdurchmesser von 250 mm (Messgrenze der Sonde) auf. Die physikalischen Eigenschaften ändern sich sprunghaft an dieser markanten lithologischen Grenze in 157,5 m Tiefe. Besonders deutlich reagiert der Kaliumgehalt: Er steigt von im Mittel 0,5% im Bereich der Seesedimente auf rund 2,8%. Sprünge in der Dichte von rund 1300 kg/m³ auf 1800 kg/m³ bei gleichbleibender Porosität (NN) und in der seismi-

schen Intervallgeschwindigkeit (v_p) von ca. 1600 m/s auf 3000–5000 m/s lassen einen deutlichen seismischen Reflektor in 157,5 m Tiefe erwarten.

Literatur

- BÜCKER, C., WONIK, T. & SCHULZ, R. (2003): Physikalische Eigenschaften einer tertiären Maarfüllung – Ergebnisse von bohrlochgeophysikalischen Messungen in den Forschungsbohrungen Baruth (Sachsen). – *Z. f. Ang. Geol.*, **1**: 43–51, Hannover.
- PIRRUNG, B.M. (1998): Zur Entstehung isolierter alttertiärer Seesedimente in zentraleuropäischen Vulkanfeldern. – *Mainz. Nat.-wiss. Arch., Beih.* **20**: 116 S.; Mainz.
- PUCHER, R., FINCK, F., ROLF, C., SAUER, J. & WONIK, T. (2003): Die magnetische Anomalie der Struktur Baruth (Sachsen) – Modellvorstellungen zu ihrer Interpretation. – *Z. f. Ang. Geol.*, **1**: 36–42, Hannover.
- RÖTTGER, B., FLUCHE, B., VOß, W. & REHLI, H.J. (1993): Aero-geophysikalische Hubschrauber-messungen im Umfeld der kontinentalen Tiefbohrung (KTB) in Windisch-Eschenbach (Oberpfalz) – 1991. – *Bericht BGR-Archiv*, **109 869**, o. S., Hannover. – [unveröffentl.]
- WESTERN-ATLAS (1985): *Log Interpretation Charts*. – 280 S., Houston (Atlas Wireline Services)
- WONIK, T. & BÜCKER, C. (2000): Möglichkeiten der Bohrlochgeophysik im Institut für Geowissenschaftliche Gemeinschaftsaufgaben. – *Mitt. dt. geophys. Ges., Sonderbd.* **III**: 41–43, Hannover.
- WONIK, T. & SALGE, S. (2000): Eine Apparatur für geophysikalische Messungen in kleinkalibri- gen Bohrungen bis 1300 m Tiefe. – *Geol. Jb.*, **E 52**: 129–160, Hannover.

Manuskript bei der Redaktion eingegangen am 5. 4. 2002.

Ergebnisse der K-Ar-Datierung einer basaltischen Tuffbreccie aus der Bohrung Bayerhof und von Basalten des Umfeldes

Von JOHANN ROHRMÜLLER & PETER HORN

Mit 1 Tabelle

Schlüsselwörter: K-Ar-Datierung, Tuff, Basalt, NE-Bayern, tertiärer Vulkanismus, Bohrung.

Kurzfassung: Es wurden die K-Ar-Eruptionsalter einer vulkanischen Tuffbreccie aus der Bohrung Bayerhof und der Basaltvorkommen Altes Schloss (N Wetzldorf) und östlich Siegritz bestimmt. Die Eruptionsalter liegen zwischen 23,3 und 21,7 Millionen Jahren.

K-Ar-Dating of a volcanic tuff-breccia from the drill hole Bayerhof
and of 2 basalts from the surroundings

Keywords: K-Ar-dating, tuff, basalt, NE-Bavaria, Tertiary volcanic, drill hole.

Abstract: K-Ar-eruption ages of a volcanic tuff-breccia from the drill hole Bayerhof and of 2 basalts from the surroundings "Altes Schloss" (N Wetzldorf) and "Siegritz" were determined. The eruptions occurred between 23.3 to 21.7 million years ago.

1. Einleitung

Es wurde eine Probe aus dem Tiefenabschnitt 33,9 m aus der Bohrung Bayerhof entnommen. Für die Auswahl der Bohrkernprobe war das wesentliche Kriterium, dass in diesem Bohrkern ein relativ großes Stück massiven Basaltes vorlag, in dem erfahrungsgemäß eine Kontamination mit Nebengesteinsmaterial (Sedimente, Kristallin, bzw. Minerale davon) relativ gering ist, so dass die Beiträge von ererbtem Überschuss-Argon ebenfalls gering sein sollten.

Die mikroskopische Untersuchung der Gesteine zeigte, dass tatsächlich erhebliche Kontaminationen mit altem Fremdmaterial aus dem Untergrund vorliegen und dass deshalb Fremdargon mit Sicherheit vorhanden ist.

2. Probenaufbereitung und Messung

Das Gesteinsstück der Probe Bayerhof wurde zerkleinert und in 3 Siebfraktionen („BAYH 1“ = 550–400 µm, „BAYH 2“ = 225–80 µm, „BAYH 3“ = 400–80 µm) aufgetrennt. Die Pulver wurden jeweils 5 Minuten lang in 6%-iger Flusssäure geätzt,

Anschrift der Verfasser: Dr. JOHANN ROHRMÜLLER, Bayerisches Geologisches Landesamt, Außenstelle Marktredwitz, Leopoldstr. 30, 95615 Marktredwitz (E-Mail: johann.rohrmueller@gla.bayern.de); Prof. Dr. PETER HORN, Institut für Mineralogie, Petrologie und Geochemie der Ludwig-Maximilians-Universität München, Theresienstr. 41, 80333 München (E-Mail: horn@petrol.min.uni-muenchen.de).

durch Ultraschallbehandlung von allfälligen Fluoriden befreit, in destilliertem. H₂O und Ethanol mehrfach gespült und unter IR-Lampen getrocknet. Es erfolgte eine wiederholte magnetische/unmagnetische Separation.

Auf Kalium und Argon wurden nur die magnetischen Fraktionen analysiert.

Von den Proben „Altes Schloss“ und „Siegritz“ wurde jeweils nur eine Siebkornfraktion (550–400 µm) hergestellt und unter den bereits o. a. Bedingungen geätzt und magnetisch separiert.

Aliquote aller Proben wurden in Moskau (Dr. A. PLESHAKOV, Vernadsky-Institut) und München (IMPG der LMU) auf ihre Kalium- Konzentrationen hin analysiert sowie in Moskau auch auf ihre Argon-Konzentrationen und auf ⁴⁰Ar/³⁶Ar. Kalium wurde in Moskau mittels ICP-MS, in München mittels Emissions-Flammenspektrophotometrie bestimmt; Argon in Moskau mittels Edelgas-Massenspektrometrie nach zwei verschiedenen Verfahren (direkte Kalibrierung mit „peak-jumping“ und „multicollector ion detection“).

3. Ergebnisse

Die an beiden Instituten bestimmten K-Konzentrationen sind innerhalb der analytischen Unsicherheiten nicht unterscheidbar; in zwei Fällen waren die Ergebnisse identisch – sogar die ermittelten analytischen Unsicherheiten! In der Tabelle 1 sind die quadratisch addierten Mittelwerte der Bestimmungen der beiden Labors angegeben (für die Konzentration und Unsicherheiten), da die Analysenverfahren unabhängig voneinander sind.

Tabelle. 1: Ergebnisse der Datierung

Für die Altersberechnungen wurden die Mittelwerte der K-Konzentrationen verwendet; verwendete Konstanten: $\lambda_K = 0,581 \times 10^{-10} \text{ a}^{-1}$; $\lambda_\beta = 4,962 \times 10^{-10} \text{ a}^{-1}$; $^{40}\text{K}/\text{K} = 0,01167\%$; die Unsicherheiten der Alterswerte beinhalten Genauigkeit und Richtigkeit.

Probenherkunft	K (Gew.-% ± σ)	⁴⁰ Ar _{rad} (× 10 ⁻⁶ ccSTP/g ± σ)	⁴⁰ Ar _{atm} (%)	Alter (Ma ± σ)
Bayerhof 1	1,115 ± 0,02	1,02 ± 0,03	80,9	23,4 ± 0,8
Bayerhof 2	1,10 ± 0,01	0,95 ± 0,02	82,1	22,1 ± 0,8
Bayerhof 3	1,07 ± 0,01	0,99 ± 0,02	85,5	23,7 ± 0,8
Siegritz	0,743 ± 0,020	0,69 ± 0,02	21,7	23,7 ± 1,0
Altes Schloss	0,965 ± 0,020	0,90 ± 0,02	8,1	23,8 ± 0,8
Isochronenwert (siehe Text) ohne Wert für BAYH 2				22,9 ± 0,8
max. Altersbereich für die Eruptionen (T _{max} + 0,8 Ma – T _{min} – 0,8 Ma)				24,6–21,3

Die angegebenen Ar-Analysenwerte sind ebenfalls Mittelwerte aus mehrfachen Einzelanalysen.

Interpretation der Messergebnisse: Wegen der (unter Berücksichtigung der Unsicherheiten) ununterscheidbaren Alterswerte für die Proben Bayerhof 1 u. 3, sowie „Siegritz“ und „Altes Schloss“ ergibt sich ein mittleres scheinbares Alter für diese Proben von 23,7 ± 0,8 Ma. Die Berechnung einer Ausgleichsgeraden für die Werte im Koordinatensystem ⁴⁰Ar–K zeigt jedoch, dass die Gerade nicht durch den Ursprung des Koordinatensystems geht, sondern einen Ordinatenschnittpunkt aufweist,

welcher auf Fremddargon ($^{40}\text{Ar}_{\text{exz}}$) in den Proben in Quantitäten von ca. $0,0266 \times 10^{-6}$ ccSTP/g hinweist. Bringt man dieses Exzess-Ar bei der Berechnung der Alterswerte in Abzug, ergibt sich ein mittleres Alter von $22,9 \pm 0,8$ Ma für alle Proben (ohne „BAYH 2“!). Das Modellalter für Probe BAYH 2 (d. h. unter der Annahme, in dieser Probe seien keine signifikanten Mengen an Kontaminations-Ar enthalten) berechnet sich zu $22,1 \pm 0,8$. „BAYH 2“ hat von den untersuchten Proben die geringste Korngröße, was eine bessere Abtrennung der Xenolithe und Xenocryste erlaubte. Dieser Befund bestätigt insofern qualitativ das mittels der Isochronenbetrachtung ermittelte Exzess-Argon in den größeren Probenfraktionen.

Der Mittelwert (für das Isochronenalter und dem Alter der Probe „BAYH 2“) ist $22,5 \pm 0,8$ Ma. Berücksichtigt man die statistischen und systematischen Unsicherheiten der Werte von generell $\pm 0,8$ Ma, so kann die Aussage getroffen werden, dass die vulkanische Tuffbreccie der Bohrung Bayerhof und die Basalte der Lokalitäten Siegritz und Altes Schloss im Zeitraum zwischen 23,3 Ma und 21,7 Ma gefördert wurden.

Dieses Ergebnis konnte nur durch Anwendung des kombinierten Ätz-/magnetischen Separation -Verfahrens gewonnen werden (Verfahren siehe: HORN & MÜLLER-SOHNUS 1988). Ob die Basalte „Siegritz“ und „Altes Schloss“ tatsächlich altersgleich mit denen der Bohrung Bayerhof sind, ließe sich evtl. anhand von Bestimmungen an weiteren Korngrößen- und Ätzfraktionen dieser Basalte entscheiden.

4. Literatur

HORN, P. & MÜLLER-SOHNUS, D. (1988): A differential etching and magnetic separation approach to whole-rock potassium-argon dating of basaltic rocks. – *Geochem. J.*, **22**: 115–128, Tokyo.

Manuskript bei der Redaktion eingegangen am 12. 4. 2002.

Lokale gravimetrische Untersuchungen in der Oberpfalz zum Nachweis von Maar-Vorkommen

Von GERALD GABRIEL

Mit 2 Abbildungen

Schlüsselworte: Maar – Seesedimente – gravimetrische Anomalie – magnetische Anomalie

Kurzfassung: Nördlich der KTB-Bohrung wurden an drei verschiedenen Lokationen gravimetrische Messungen vorgenommen. Über dem Maar von Bayerhof ergab sich wie erwartet eine negative Schwereanomalie. Sie wird durch die in der Forschungsbohrung nachgewiesenen Seesedimente geringer Dichte verursacht. Die gravimetrischen Messungen im Bereich von Muckenthal und Josephshof geben keine Hinweise auf die Existenz weiterer Maare.

Gravimetric Investigations to prove maar structures in the Oberpfalz

Keywords: Maar – lake sediments – gravimetric anomaly – magnetic anomaly

Abstract: North of the KTB-borehole gravity measurements were performed at three different locations. As expected in the area of the maar volcanic structure Bayerhof a negative gravity anomaly was found. It is caused by the laminated sea sediments of low densities, found in the scientific borehole. From the gravity surveys in the areas of Muckenthal and Josephshof no clues for the existence of additional maar volcanic structures can be derived.

Die Sichtung des 3-D seismischen Datensatzes ISO89 der KTB-Vorerkundung hat ergeben, dass sich die Struktur Bayerhof durch erhöhte Mächtigkeiten der Verwitterungsschicht abbildet (WIEDERHOLD, 2003). Es bleibt zu klären, ob auch andere anomale Bereiche auf Tertiärvorkommen, speziell Maare, zurückzuführen sind. Ein Nachweis kann über gravimetrische Messungen gelingen, da die mit vollständig erhaltenen Maaren verbundenen limnischen Sedimente gegenüber ihrer Umgebung einen deutlichen Dichtekontrast aufweisen. Je nach ihrer Mächtigkeit und Ausdehnung erzeugen sie messbare Anomalien im Schwerefeld (u. a. PIRRUNG 1997; JACOBY 1997; GABRIEL et al. 2000). Zusätzliche Indizien können magnetische Anomalien sowie zusätzliche geologische Kenntnisse liefern.

Im Untersuchungsgebiet liegen in einigen Bereichen bereits vergleichsweise dichte Schweremessungen vor. Sie stammen zum einen aus der geophysikalischen Reichtumsaufnahme, zum anderen aus der KTB-Vorerkundung (u. a. SOFFEL et al. 1989; CASTEN et al. 1997). Allerdings wäre es auf Grund der lateralen Erstreckung eines Maars von kleiner einem Kilometer Zufall, wenn einer der älteren Messpunkte über einem dieser Vorkommen liegen würde; vermutlich wäre ein solcher Messpunkt als „Ausreißer“ verworfen worden.

Ergänzend zu den vorliegenden seismischen (SCHWANITZ et al. 1990) und aeromagnetischen Informationen (RÖTTGER et al. 1993) wurden nördlich von Erbdorf

Anschrift des Verfassers: Dr. GERALD GABRIEL, Institut für Geowissenschaftliche Gemeinschaftsaufgaben (GGA), Stilleweg 2, 30655 Hannover (e-mail: gerald.gabriel@gga-hannover.de).

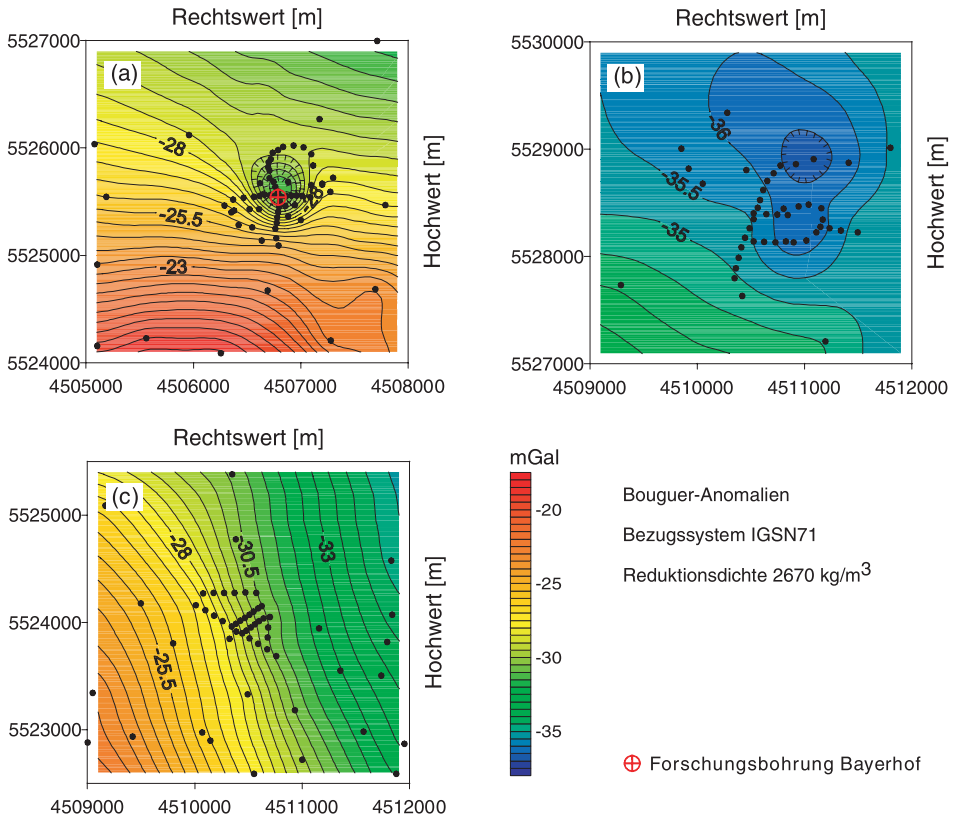


Abb. 1. BOUGUER-Anomalien über den Strukturen (a) Bayerhof, (b) Muckenthal und (c) Josephshof (in mGal, Isolinienabstand 0,5 mGal). Die lokale negative Schwereanomalie über der Struktur Bayerhof weist die Existenz eines oberflächennahen Störkörpers geringer Dichte aus. In den Messgebieten Josephshof und Muckenthal ergibt die Gravimetrie keinen Hinweis auf Seesedimente geringer Dichte.

durch das Institut für Geowissenschaftliche Gemeinschaftsaufgaben in insgesamt drei Gebieten hochauflösende Schweremessungen durchgeführt (Abb. 1): (a) über dem durch die Forschungsbohrung belegten Maar von Bayerhof, mit dem Ziel, Aussagen über die dreidimensionale Struktur abzuleiten, (b) im Bereich Muckenthal und (c) im Bereich Josephshof. In den beiden letztgenannten Fällen ist das Ziel, über das mögliche Auffinden negativer Schwereanomalien den Verdacht, dass es sich hier um Maare handeln könnte, zu erhärten. Die Struktur Josephshof drückt sich in den o.g. seismischen Daten ebenfalls durch eine erhöhte Mächtigkeit der Verwitterungsschicht aus, eine magnetische Anomalie in diesem Gebiet fehlt. Umgekehrte Verhältnisse finden sich über der Struktur Muckenthal: hier liegen keine Hinweise aus der Seismik vor, jedoch ist eine negative magnetische Anomalie aus dem südlichen Bereich bekannt. Daher erscheint die Existenz eines Maars aus geophysikalischer Sicht in beiden Fällen unwahrscheinlich.

Die neuen Messungen wurden entlang von Wegen mit einem Punktabstand von 50 m durchgeführt, wobei ein LA COSTE & ROMBERG Gravimeter, Typ G, eingesetzt wurde. Die Reduktionen erfolgten standardmäßig, als Reduktionsdichte wurde

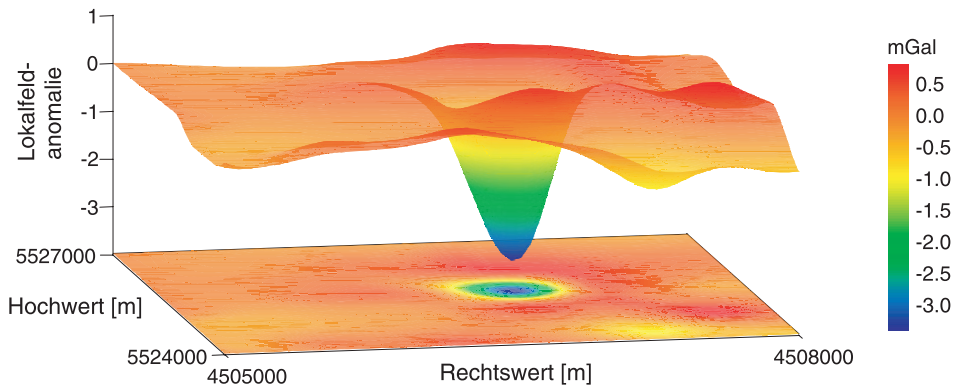


Abb. 2. Lokale Schwereanomalie über dem Maar von Bayerhof. Das Lokalfeld wurde durch eine Wellenlängenfilterung ermittelt, der eine Grenzwellenlänge von 2000 m zugrunde liegt.

2670 kg/m³ verwendet; Geländereduktionen wurden bis zu einer Entfernung von 23,5 km berechnet. Damit ist eine problemlose Verknüpfung alter und neuer Messungen gewährleistet. Als Schwereanschluss wurden die Schwerefestpunkte 202, 302 und 307 auf dem Blatt TK25 6138 (Erbendorf) verwendet.

Für die Untersuchungsgebiete Muckenthal und Josephshof wurde der Verdacht, dass es sich um kein Maar handelt, durch die Gravimetrie verstärkt. Es ergaben sich keine lokalen Schwereanomalien (Abb. 1b und c). Das absolute Schwereminimum im Bereich Muckenthal hat seine Ursache vermutlich in der regional-geologischen Situation.

Die gravimetrische Detailvermessung der Struktur Bayerhof hat dagegen die auf Grund der vorliegenden Bohrlochmessungen (u. a. Dichtelog) zu erwartende negative Schwereanomalie bestätigt. Abbildung 1a zeigt die BOUGUER-Anomalien im Umfeld von Bayerhof. Deutlich zu erkennen ist ein Nord-Süd gerichteter regionaler Schweretrend von 5 mGal/km, deren Ursache vor allem in den Paragneisen und Metamorphiten der südlich gelegenen Zone von Erbendorf-Vohenstrauß zu suchen ist. Erst Wellenlängenfilterungen erlauben die Trennungen zwischen dem Regional- und dem Lokalfeld, letzteres kann nur durch oberflächennahe Störkörper verursacht werden. Im Ergebnis zeigt sich, dass die Struktur Bayerhof eine lokale Schwereanomalie von knapp -3,5 mGal¹ erzeugt (Abb. 2). Die Halbwertsbreite dieser Lokalfeldanomalie beträgt etwa 430 m. Unter der Modellannahme eines vertikalen Kreiszyinders ergibt sich daraus eine maximale Tiefe des Störkörpers von 215 m. Dies ist in Übereinstimmung mit der durch die Forschungsbohrung nachgewiesenen Basis der Seesedimente bei 157 m unter Geländeoberkante. Der Durchmesser des Maars beträgt nach den gravimetrischen Ergebnissen maximal etwa 450 m und weist eine leichte NE-SW Vorzugsrichtung auf. Dabei wird angenommen, dass der Rand der Struktur mit dem Bereich maximaler Schweregradienten zusammenfällt. Dieses Ergebnis steht im Einklang mit der aus den seismischen Daten abgeleiteten West-Ost Ausdehnung. Die gravimetrischen Messungen zeigen außerdem, dass die Forschungsbohrung im Rahmen der Genauigkeit im Zentrum platziert wurde.

¹ Im Text wird die Einheit mGal verwendet. In SI-Einheiten gilt: 1 mGal = 10⁻⁵ m/s².

Die neuen Messungen stellen eine geeignete Datenbasis dar, um zukünftig eine quantitative Interpretation der gravimetrischen und magnetischen Anomalien über der Struktur Bayerhof in Form einer Vorwärtsmodellierung durchzuführen. Damit können die dreidimensionalen strukturellen Verhältnisse genauer erfasst werden. Dabei liefern die seismischen Informationen, vor allem aber die Bohrlochmessungen wichtige Randbedingungen, um die Mehrdeutigkeit der gravimetrischen Modellierung einzuschränken. Zusätzlich muss ein solches Modell auch die beobachtete magnetische Anomalie am Boden und im Bohrloch plausibel erklären. Ihre Quelle muss in einer Tiefe angenommen werden, die durch die 178 m tiefe Forschungsbohrung nicht erreicht wurde.

Literatur

- CASTEN, U., GÖTZE, H.-J., PLAUMANN, S. & SOFFEL, H.C. (1997): Gravity anomalies in the KTB area and their structural interpretation with special regard to the granites of the northern Oberpfalz (Germany). – *Geol. Rdsch.*, **86**: 79–86, Stuttgart.
- GABRIEL, G., PUCHER, R., SCHULZ, R., WONIK, T. & WORZYK, P. (2000): The Tertiary maar near Baruth (Saxony, Germany) – from a hint of a gravity anomaly to a geophysical model. International Maar Conference, Daun/Vulkaneifel, 20. 08.–23. 08. 2000. – *Terra Nostra*, 2000/**6**: 138–143, Köln.
- JACOBY, W. (1997): Tektonik und eozäner Vulkanismus des Spredlinger Horstes, NE-Flanke des Oberrheingrabens. – *Schriftenr. Dt. Geol. Ges.*, **2**: 66–67, Jena.
- PIRRUNG, B.M. (1997): Zur Genese der tertiären Seesedimente von Eckfeld (Eifel), Enspel (Westerwald), Messel (Spredlinger Horst) und Sieblos (Rhön): geologische und geophysikalische Untersuchungen. – Diss., Inst. Geowiss. Friedrich-Schiller-Univ. Jena: 162 S., Jena.
- RÖTTGER, B., FLUCHE, B., VOß, W. & REHLI, H.J. (1993): Aerogeophysikalische Hubschrauber-messungen im Umfeld der kontinentalen Tiefbohrung (KTB) in Windisch-Eschenbach (Oberpfalz) – 1991. – *Ber. BGR-Archiv*, **109 869**, o. S., Hannover. – [unveröff.]
- SCHWANITZ, H., MYLIUS, J., LENGELING, R. & ARNETZL, H. (1990): DEKORP Integrierte Seismik Oberpfalz 1989 (ISO '89). – Bericht über umfassende, sich ergänzende drei- und zweidimensionale seismische Messungen, Hannover (PRAKLA-SEISMOS AG).
- SOFFEL, H.C., PLAUMANN, S., PUCHER, R., BÜCKER, C., GÖTZE, H.-J., WAGENER, M. & HAAK, V. (1989): Gravity and magnetic investigations at the KTB locations Schwarzwald and Oberpfalz. – In: EMMERMANN, R. & WOHLBERG, J. [Eds.]: *The German Continental Deep Drilling Program (KTB)*. – S. 409–431, Berlin.
- WIEDERHOLD, H. (2003): Hinweise auf mächtige Tertiärablagerungen in den Daten der Integrierten Seismik Oberpfalz 1989 (ISO '89). – *Geologica Bavarica*, **107**: 153–157, München.

Manuskript bei der Redaktion eingegangen am 5. 4. 2002.