

Ein neues verdecktes Maar bei Kreckwitz (Ost-Sachsen) ?

A new buried Maar near Kreckwitz (East-Saxony) ?

HANS-JÜRGEN GÖTZE, SABINE SCHMIDT, Kiel, CARLA BRAATENBERG, Triest
und die Teilnehmer der Geophysikalischen Messexkursion 2001¹

key words: Maar, Bougueranomalie, Interpretation, Gravimetrie, Magnetische Anomalie, dreidimensionale Modellierung.

Kurzfassung

Die Potenzialfeld-Messungen östlich der Ortschaft Kreckwitz (Kreis Bautzen, Ost-Sachsen) ergaben Anzeichen für die Existenz einer Maarstruktur, die der von Baruth ähnlich ist. Die an 104 Schwere- und 371 Magnetfeldstationen durchgeführten Messungen zeigen ein Minimum der Bougueranomalie von (relativ) $-4.5 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}^2$ und neben zwei kleineren negativen Anomalien eine positive des magnetischen Totalfeldes von ca. +200 nT (diese Messungen) bis +250 nT (Landesaufnahme). Alle Stationen sind bezüglich ihrer Höhe in das Höhennetz des Freistaates Sachsen eingebunden worden; zum Einsatz kamen differential GPS Messungen, aber auch konventionelle Höhenbestimmungen. Für den Nahbereich ist für die topographische Nahfeldreduktion das Gelände mit einem SM 41 aufgenommen worden. Die Schwerewerte wurden mit LaCoste & Romberg G-Gravimetern bestimmt und sind Instrumentengang- und Gezeiten korrigiert und topographisch mit einem Reduktionsradius von 10 km reduziert worden. Für die Beseitigung des magnetischen Tagesganges wurde er an einer permanenten Basisstation im Messgebiet aufgezeichnet. Die aus diesen Messungen resultierenden Anomalien, die zusammen mit den Daten der Landesaufnahme in Karten interpretiert werden, ergaben zusammen mit den 3D-Modellierungen der gemessenen gravimetrischen Anomalien das typische Strukturbild eines Maares.

Abstract

Potential field measurements east of the village of Kreckwitz (Bautzen district, East-Saxony, Germany) gave evidence for the existence of a Maar structure in the uppermost crust which is similar to that of Baruth (Saxony). The processing of the observed 104 gravity and 371 magnetic field stations led to a relative Bouguer anomaly of $-4.5 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}^2$ beside of two smaller negative anomalies and a maximum of the local magnetic field between +200 nT (this paper) and +250 nT (Geophysical Survey). Station elevations were tied to the height reference system of Saxony; by differential GPS and conventional height determinations. For topographic reduction in the innermost zone around the gravity stations, a SM 41 tachymeter was used. Gravity measurements were conducted by LaCoste gravity meters (type G); they are all instrumental drift and earth tides corrected. Topographic reductions were calculated up to a distant of 10 km. In order to eliminate the short wavelengths variations of the Earth's magnetic field from the observations a permanent station was set up throughout the field campaign. The resulting anomalies are presented as maps. Together with 3D modelling of the observed gravity anomaly they result in a typical structural image of a Maar.

¹ C. Chapus, J. Ebbing (Betreuer), Ch. Faggionato, O. Gause, H. Gawronski, T. Kollersberger, J. Kuder (Betreuer), B. Melchert, T. Müller-Wrana (Betreuer), B. Orłowski, St. Papacchioli, St. Pohle (Betreuer), A. Rez, M.-A. Rothe, Ch. Sperber, Z. Tašarová, St. Weber.

1. Einführung

Die hier beschriebenen Feldmessungen wurden in der Zeit vom 13. bis 21. Juli 2001 als geophysikalische Messexkursion der Fachrichtung Geophysik im Institut für Geologische Wissenschaften der Freien Universität Berlin durchgeführt und waren darüber hinaus zugleich Teil des ERASMUS-Programms der Partner-Universitäten in Berlin und Triest (Italien). Die 13 Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus Deutschland und Italien absolvierten in dieser Zeit das gesamte Spektrum von Feldaktivitäten, das heute bei der Durchführung von gravimetrischen und magnetischen Messungen üblich ist. Zu den zum Einsatz gekommenen Instrumenten und verwendeten Methoden insbesondere beim Datenprozessing und der Interpretation wird in den Abschnitten 2 und 4 ausführlicher Stellung genommen. In enger Abstimmung mit und mit großem persönlichen Einsatz von Herrn Dr. Goth vom Sächsischen Landesamt für Umwelt und Geologie in Freiberg (Sachsen) wurden die Messungen wissenschaftlich und logistisch vorbereitet und später während der Feldkampagne unterstützt.

Nach den Ergebnissen der geophysikalischen Landesaufnahme (GravÜK400 und MÜK400 des Landesvermessungsamts Sachsen) vermutete man, dass sich 500 Meter östlich der Ortschaft Kreckwitz (Sachsen) ein verdecktes Maar befindet (SUHR & GOTH 1999; GOTH ET AL., 2003). Die Abbildungen 1 (Schwereanomalie) und 2 (magnetische Anomalie) weisen sowohl ein lokales gravimetrisches Minimum als auch ein lokales magnetisches Maximum nach. Diese Kombination, sowie die Tatsache, dass beide Anomalien eine runde, enge Kreisform haben, deuteten auf eine Maarstruktur hin, die allerdings nur durch extrem wenige Messpunkte belegt war.

Ziel der neuen gravimetrischen und magnetischen Messungen war es, die in der Landesaufnahme beobachteten Anomalien (Abb. 1 und 2) zu verifizieren, und ihre Form und Lage zu präzisieren. Da die Vermutung, dass es sich bei den in der Landesaufnahme beobachteten Anomalien um Effekte einer Maarstruktur handelt (GOTH, pers. Mitteilung), lediglich durch sehr wenige geophysikalische Messungen gestützt werden konnte, sollte diese Vermutung mit einer 3D-Modellierung der neuen Messungen überprüft werden. Bislang gibt es weder geologische Untersuchungen, noch gibt es Hinweise in der Morphologie (siehe hierzu auch Abb. 3, topographische Karte), die diese Vermutung bestätigen könnten. Obwohl die fehlenden Randbedingungen für die Modellierungen gerade im Hinblick auf die sich anschließende Interpretation mit Hilfe von computer-gestützten Modellrechnungen eher problematisch angesehen werden muss, ergab sich ein qualitatives Gesamtbild, das geeignet ist, weitere Untersuchungen zu initiieren – etwa im Rahmen weiterer Feldpraktika von Studierenden der Geophysik.

2. Anlage der Messungen und Datenaufbereitung

Zur Kartierung des Messgebietes wurde zunächst ein äußerer Ring mit etwa vierzig Messpunkten (Gravimetrie und Magnetik) um die vermutete Anomalie gelegt (siehe Abb. 4 und 5). Dieser Ring wurde aus Punkten im Dorf Kreckwitz im Westen, Litten im Südosten der Anomalie gebildet; zusätzliche Punkte lagen auf den Zufahrtsstraßen und Feldwegen rings um ein ausgedehntes Maisfeld direkt über der Anomalie.

Im Verlauf der Messkampagne wurden zunächst die Positionen der Messpunkte durch den GPS-Messtrupp mit jeweils drei GPS-Messgeräten bestimmt und markiert. Die Höhen dieser Punkte wurden durch Nivellements an den in Litten befindlichen Höhenfestpunkt angeschlossen (Traföhäuschen, Nr. TK25 4853 Punktnummer 3230, 165.802 m). Der Schleifenschlussfehler im äußeren Ring betrug 4.0 cm auf einer Strecke von 3.5 km, was einen akzeptablen Fehler an den Einzelstationen ergab und in der Schwere zu einem Fehler von ca. $0.003 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}^2$ beiträgt.

Da sich zum Zeitpunkt der Messungen im Sommer 2001 über dem Zentrum der vermuteten Anomalie ein Maisfeld befand, wurden in Richtung der Pflanzrichtung der Maispflanzen Profile mit Stationen im Abstand von jeweils etwa 50 m gelegt und mittels GPS lagemäßig eingemessen (Abb. 4, und Abb. 5 „Profillinien“ im Zentrum). Die Höhen dieser Punkte konnten jedoch aufgrund der Höhe der Maispflanzen (bis zu 2,5m) nur mit dem Tachymeter SM41 bestimmt werden. Die Mess-Fehler lagen bei $\pm 2 \text{ bis } \pm 4 \text{ cm}$.

Die lagemäßig erfassten Punkte wurden dann am Rechner in die digitale topografische Karte des Gebiets eingefügt und mit den vorhandenen Messpunkten der landesamtlichen Vermessung vervollständigt. Die Punkte der Magnetik wurden nach gleichem Schema erhoben und kartenmäßig erfasst.

Das Untersuchungsgebiet liegt auf folgenden Messtischblättern: 4752 Großdubrau, 4753 Baruth, 4852 Bautzen, 4853 Weißenberg

2.1. Lage- und Höhenbestimmung

Zur Bestimmung von Längen und Breitengraden der Messpunkte wurden D-GPS (Differential Global Positioning System) mit der Basisstation am östlichen Ortsrand von Kreckwitz benutzt, die Höhenmessung in Nivellieren ausgeführt bzw. mit dem Sekunden Theodolit SM41 mit Infrarot-Entfernungsmessung, um auch geneigte Sichten zuzulassen.

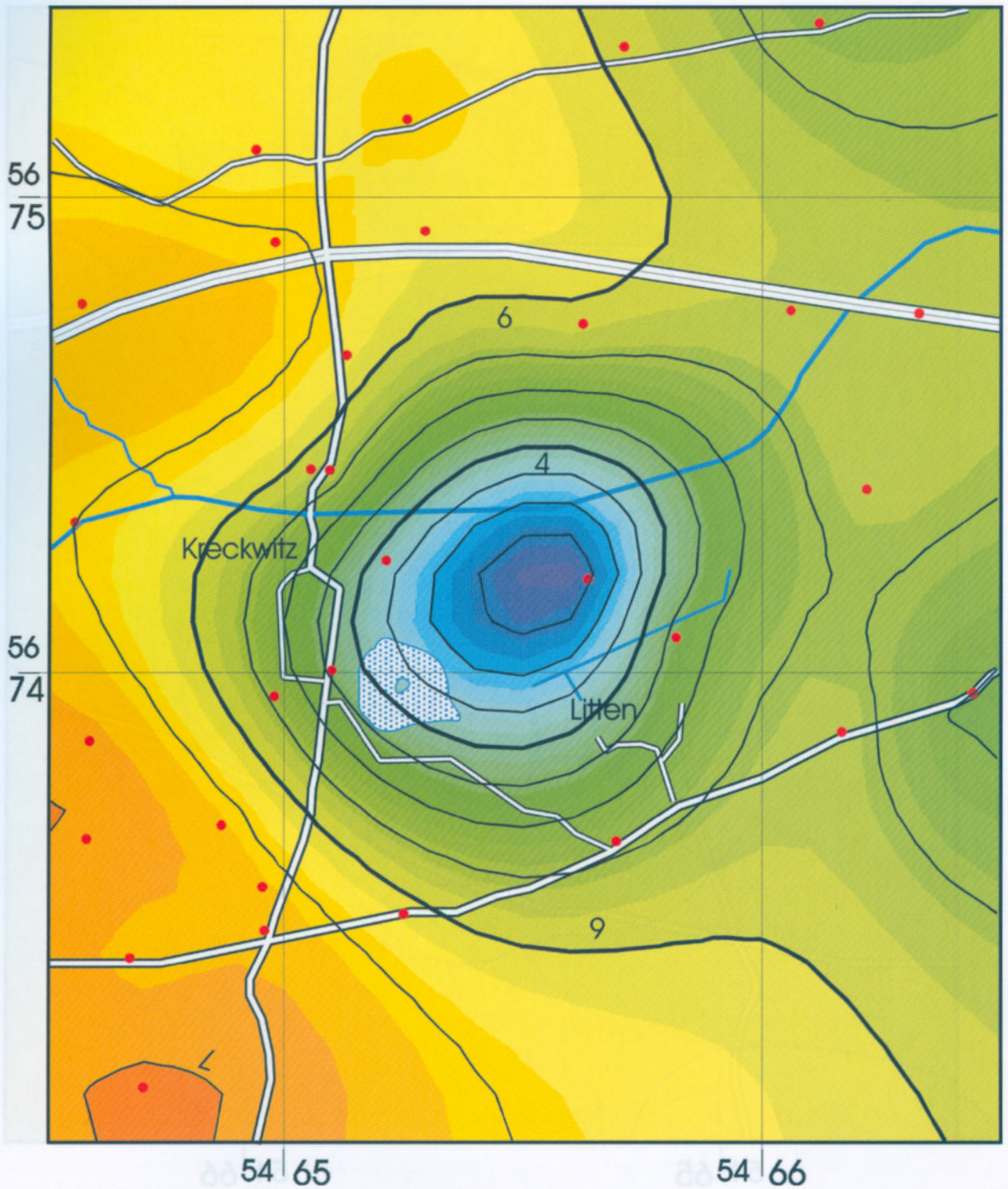


Abb. 1: Bouguer Anomalie (Landesaufnahme, GravÜK400), Isolinenabstand $0.5 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}^2$
 Rote Punkte – Mess-Stationen der Landesaufnahme; Koordinaten: Gauß-Krüger (Referenz-Meridian 15°)

Fig. 1: Bouguer Anomaly (Geological Survey, GravÜK400), contour line distance $0.5 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}^2$
 Red dots – Stations of the Geological Survey; coordinates: Gauß-Krüger (reference meridian 15°)

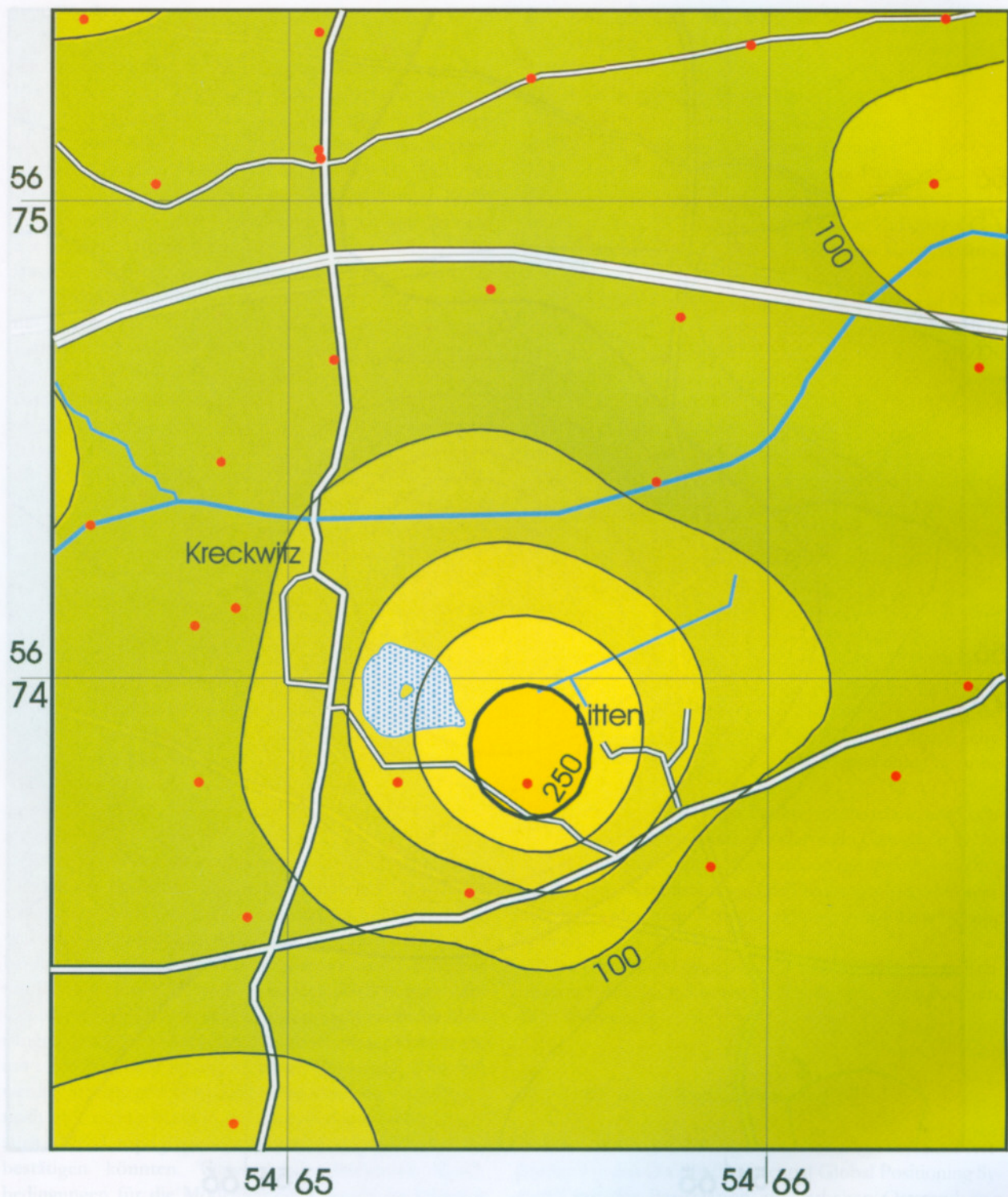


Abb. 2: Magnetische Anomalie (Landesaufnahme, MÜK400), Isolinienabstand: 50 nT
Rote Punkte – Mess-Stationen der Landesaufnahme; Koordinaten: Gauß-Krüger (Referenz-Meridian 15°)

Fig. 2: Magnetic Anomaly (Geological Survey, MÜK400), contour line distance: 50 nT
Red dots – Stations of the Geological Survey; coordinates: Gauß-Krüger (reference meridian 15)

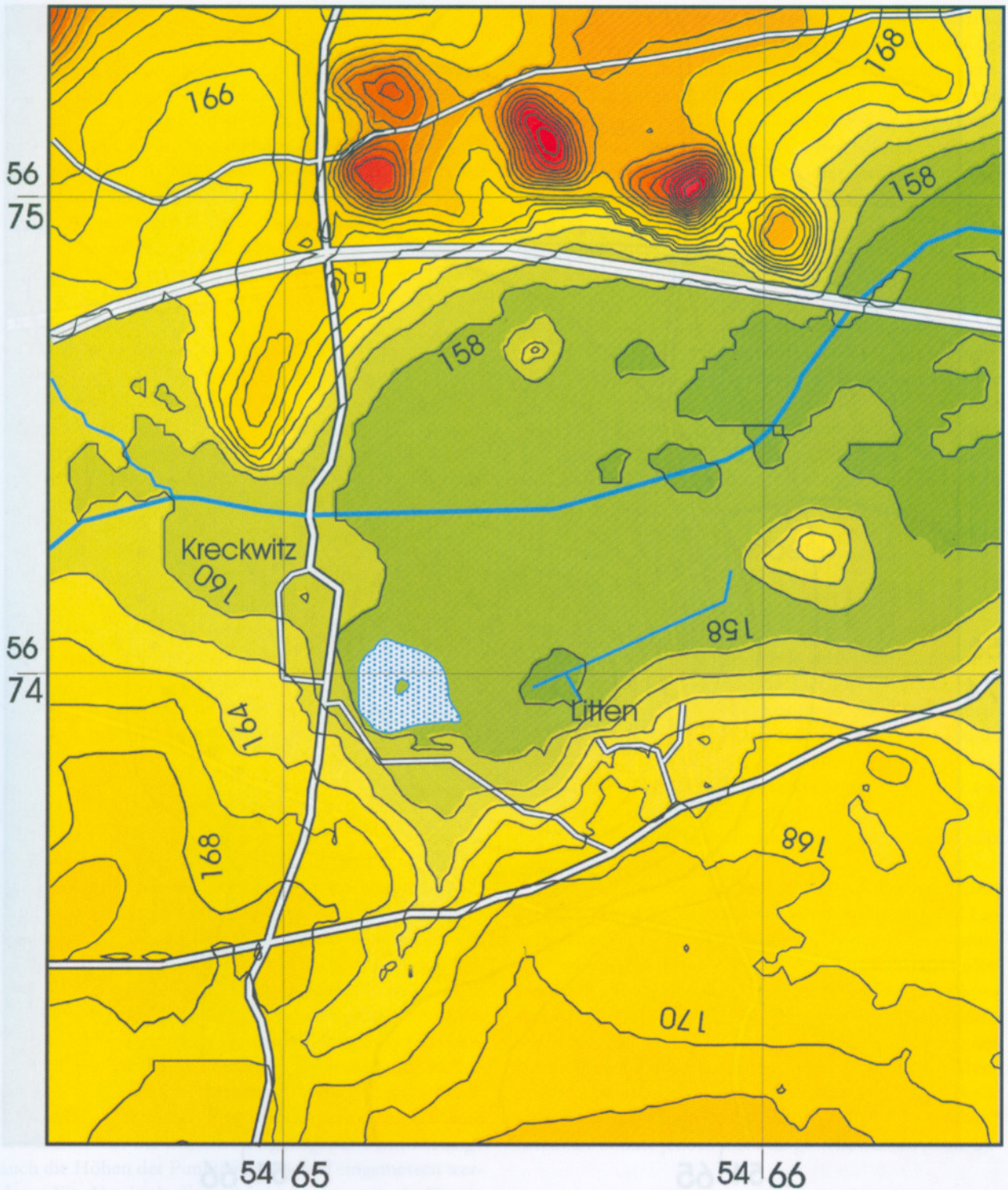


Abb. 3: Topographie, Isolinenabstand: 2 Meter; Koordinaten: Gauß-Krüger (Referenz-Meridian 15°)
 Darstellung auf der Grundlage der digital-photogrammetrischen Luftbilddigitalisierung der Topographischen Karte 1 : 10 000 mit Genehmigung des Landesvermessungsamtes Sachsen; Genehmigungsnummer DN V 65/01, Änderungen und thematische Ergänzungen durch den Herausgeber. Diesem Produkt liegen Daten des Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystems ATKIS® zugrunde.

Fig. 3: Topography, contour distance: 2 Meters; coordinates: Gauß-Krüger (reference meridian 15°)

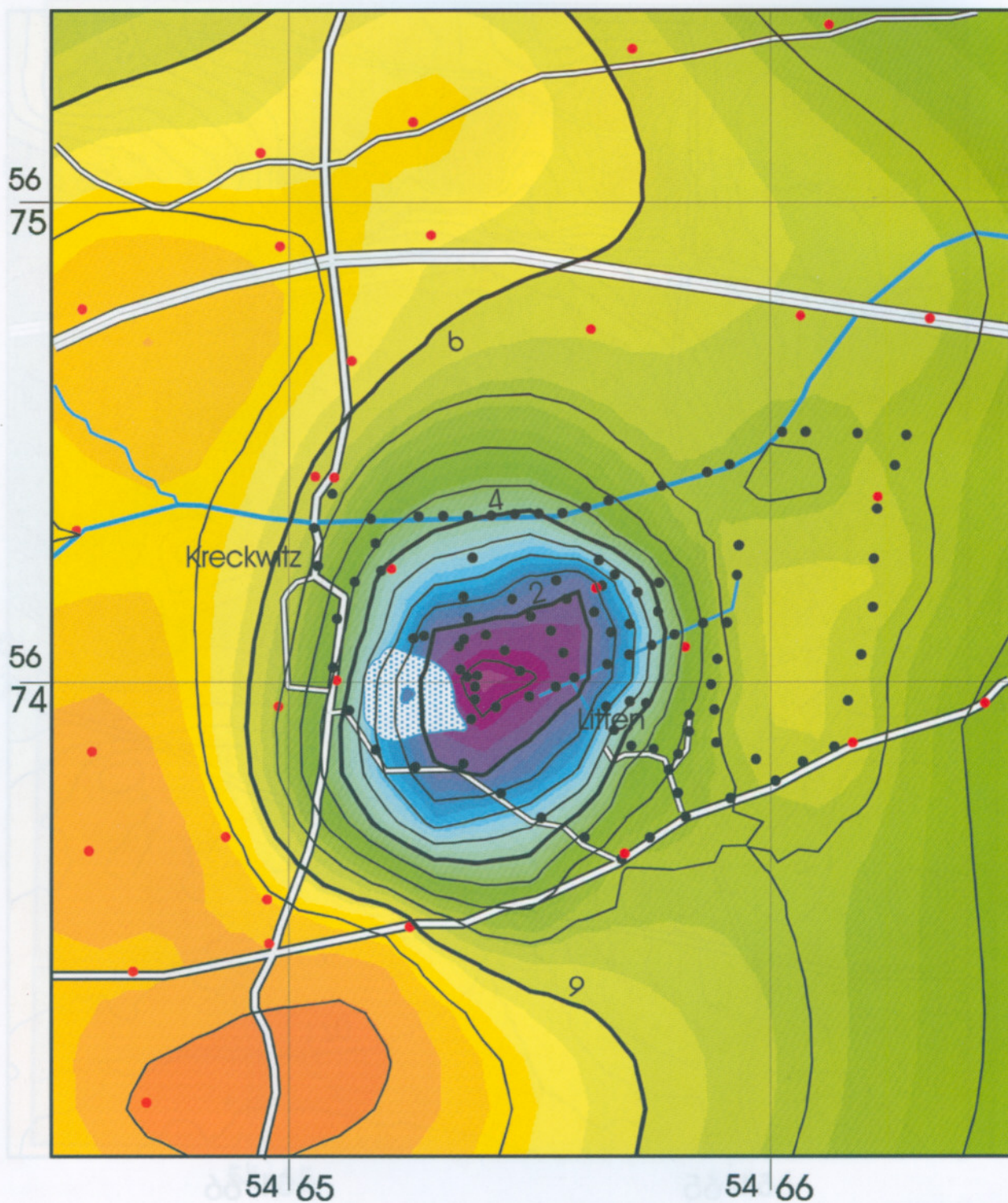


Abb. 4: Bouguer Anomalie (Messungen der Exkursion und Landesaufnahme, GravÜK400) Isolinienabstand $0.5 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}^2$

Schwarze Punkte – eigene Messstationen, rote Punkte = Landesvermessung; Koordinaten: Gauß-Krüger (Referenz-Meridian 15°)

Fig. 4: Bouguer Anomaly (Measurements by the excursion and the Geological Survey, GravÜK400); contour distance $0.5 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}^2$

Black dots – our observations, red dots = stations by the Geological Survey; coordinates: Gauß-Krüger (reference meridian 15°)

GPS

GPS ist ein ursprünglich vom US-Verteidigungsministerium in Auftrag gegebenes Satellitennavigationssystem zur Bestimmung der Position eines Punktes auf der Erdoberfläche oder in der Erdatmosphäre, das seit längerem auch zivil genutzt wird. Nach dem Abschalten der „selective availability“ durch die US amerikanische Regierung zeigen Vergleichsmessungen – mit und ohne DGPS, dass die horizontalen und die vertikale Komponenten eine befriedigende Lagegenauigkeit im Nutzersegment des GPS erreichen; aus didaktischen Gründen wurde allerdings mit DGPS gearbeitet..

Das Nutzersegment umfasst alle Nutzer mit ihren verschiedenartigen GPS-Empfängern. Es empfängt die Daten der von den Satelliten gesendeten Signale und verarbeitet sie je nach Anwendungsfall zum Beispiel zu Ortsbestimmungen. Zum Einsatz in Kreckwitz kamen Geräte der Firma Trimble (Pathfinder); die Genauigkeit der Stationslagebestimmungen in X- und Y-Richtung lag bei 1 bis 1.5 m.

Nivellement

Mit jeweils zwei parallel messenden Zeiss Nivellieren Ni2 wurde auf zwei Messlatten gepeilt, sodass direkt im Feld durch Vergleich etwaige Messfehler sofort erkennbar wurden. Der Schleifenschlussfehler betrug, wie oben bereits mitgeteilt, maximal 4 cm auf 3.5 km.

SM41 Tachymetrie

Unter didaktischen Gesichtspunkten wurde als drittes Messgerät zur Höhen- und Entfernungsbestimmung der Sekunden-Theodolit SM41 von Zeiss benutzt. Im Gegensatz zum Nivellement wird mit diesem nicht direkt die Höhendifferenz zwischen zwei Punkten gemessen, sondern die Entfernungen zwischen Spiegelprismen-Positionen und dem Gerät sowie die Winkel unter denen gemessen wurde. Die Entfernung zwischen Gerät und Messpunkt (in unserem Fall bis zu 800 m) wird dabei durch die Laufzeitmessung eines Infrarotlaserstrahls bestimmt, der vom Gerät ausgehend am mittleren Prisma reflektiert wird. Auf diese Weise konnten bei maximal ausgezogener Prismenstange auch die Höhen der Punkte im Maisfeld eingemessen werden. Ein Vergleich dieser triangulierten mit nivellierten Höhen ergab maximale Abweichungen von ca. 10 cm.

2.2. Gravimetrie

Zum Einsatz kamen zwei LaCoste & Romberg G Gravi-

meter G592 und G998. Die Messungen selbst wurden so angelegt, dass an jeder Feldstation mindestens zwei Mal gemessen wurde, zusätzlich erfolgten zur sicheren Bestimmung des Tagesganges jeden Morgen und jeden Abend an einer Basisstation im Untersuchungsgebiet Anschlussmessungen. Die Bestimmung der absoluten Schwere an dieser Basis erfolgte durch Mehrfachmessung der Differenz zum gravimetrischen Festpunkt der sächsischen Landesvermessung Nr. 2106 in Königswartha (Sachsen). Sämtliche gravimetrischen Messungen wurden gezeiten- und gangkorrigiert, im Falle größerer Abweichungen auch noch einmal wiederholt, so dass - trotz des Exkursionscharakters der Messungen - eine Genauigkeit an jeder Station von besser als $0.1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}^2$ erreicht werden konnte. Die topographische Reduktion war in dem leicht kupierten Gelände vernachlässigbar klein (0.01 bis $0.03 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}^2$), wurde aber stets für alle Stationen routinemäßig mit einer Reduktionsdichte von $2,67 \text{ Mg/m}^3$ berechnet. Ein möglicherweise vorhandenes Regionalfeld spielt bei dem kleinen Messgebiet keine Rolle, da lediglich eine Konstante abziehen wäre.

2.3. Magnetik

Das magnetische Totalfeld wurde mit einem Geometrics Magnetometer G 856 beobachtet. Der Tagesgang wurde mit Hilfe einer selbst geschriebenen Software (DbGrav) berechnet. Zur Berechnung der magnetischen Anomalie wurde das Normalfeld subtrahiert, auf Grund der geringen Ausdehnung des Untersuchungsgebiets konnten wir uns auf die Subtraktion einer Konstanten (IGRF2000: $F = 48799 \text{ nT}$) für alle Stationen beschränken, da das Messgebiet sehr klein war.

Als problematisch erwies sich, dass sich das Untersuchungsgebiet über zwei Ortschaften (Kreckwitz und Litten) erstreckte, in denen ungestörte Messungen kaum möglich waren. Auch außerhalb der Ortschaften wurden „anthropogene Anomalien“ von zum Teil mehreren hundert nT, z. B. verursacht durch Strom- oder Wasserleitungen, beobachtet. Auf Grund der geringen Ausdehnung des Messgebiets konnten diese Störungen jedoch kaum verhindert werden. Einige Messwerte wurden zwar in der endgültigen Darstellung eliminiert, eine gänzlich „ungestörte“ Anomalie konnte jedoch nicht dargestellt werden (Abb. 5).

3. Ergebnisse

Die beiden Karten in den Abbildungen 4 und 5 zeigen die Messergebnisse der Exkursionsteilnehmer, die Daten selbst stehen auch im Internet (GÖTZE et al. 2001) zur Verfügung. Es ist deutlich zu sehen, dass die bisher nur schwach

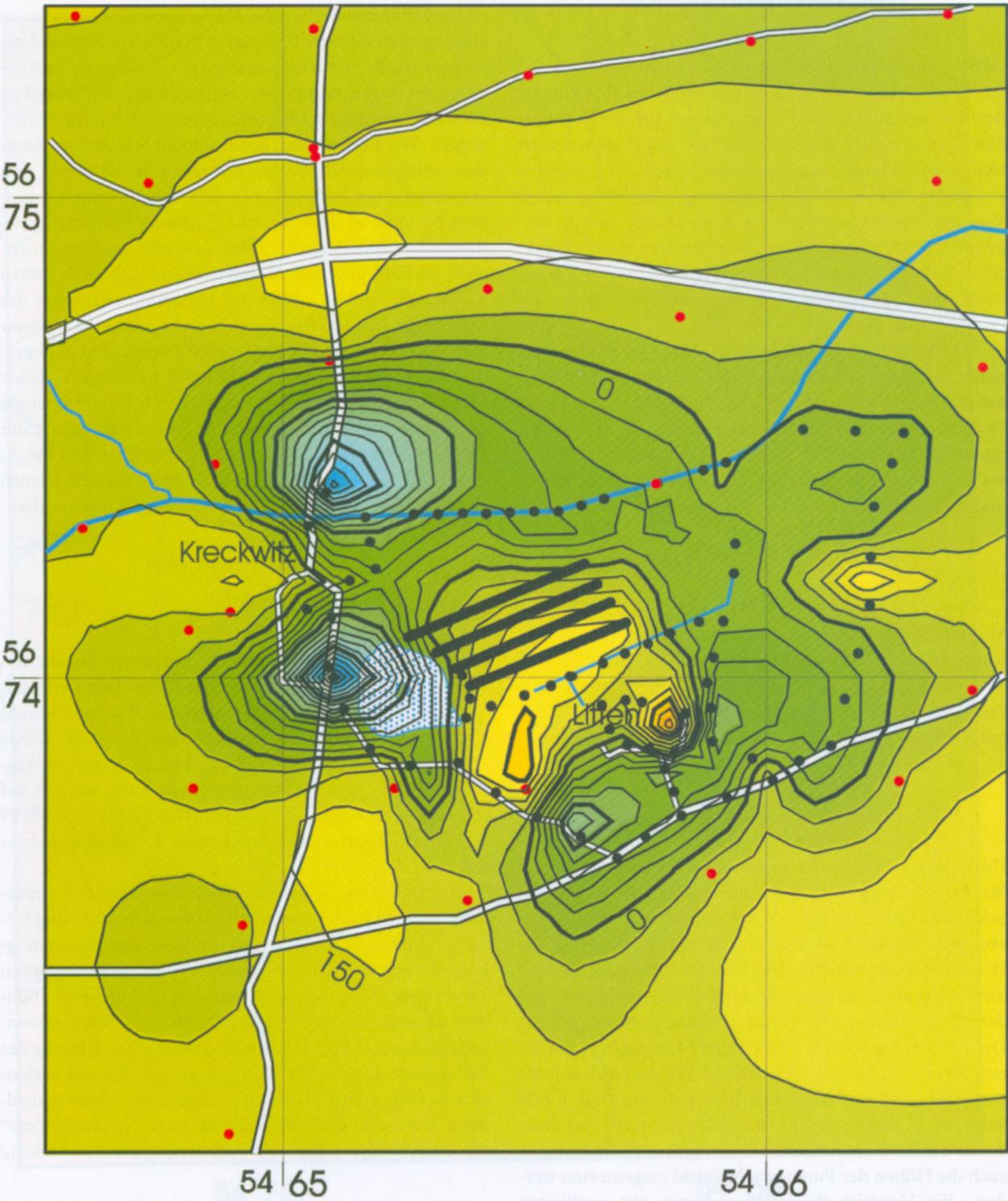


Abb. 5: Magnetische Anomalie (Messungen der Exkursion und Landesaufnahme); Isolinienabstand: 50 nT
Schwarze Punkte – eigene Messstationen, man beachte die hohe Stationsdichte durch den Messpunktabstand von 50m. Rote Punkte – Landesvermessung; Koordinaten: Gauß-Krüger (Referenz-Meridian 15°)
Fig. 5: Magnetic Anomaly (Measurements by the excursion and the Geological Survey); contour distance 50 nT
Black dots – our observation; note the high density of observations of 50 m along the profiles. Red dots – stations by the Geological Survey; coordinates: Gauß-Krüger (reference meridian 15°)

belegten Anomalien bestätigt werden konnten, wobei beide Felder deutlich ausgeprägtere Extrema aufweisen. Außerdem konnte die Lage der Anomalien-Zentren erheblich präziser lokalisiert werden - es hat sich durch die zusätzlichen Messstationen um ca. 100 Meter nach Süden verlagert. Auffällig ist auch, dass die Positionen der Extrema beider Potenzialfelder nach dem Datenprozessing unserer Messungen übereinstimmen - im Gegensatz zur älteren Landesvermessung, bei der durch die verminderte Auflösung der Felder aufgrund der wenigen Stationen deutliche Differenzen zwischen Gravimetrie und Magnetik beobachtet wurden.

Die lokalen magnetischen Anomalien, die insbesondere im Bereich der Ortschaften beobachtet wurden, sind mit großer Wahrscheinlichkeit auf anthropogene Quellen (z. B. elektrische Einschaltvorgänge im Ort, Starkstromkabel, Transformator-Haus etc.) zurückzuführen, und sollten deshalb nicht interpretiert werden. Die Ergebnisse in den beiden Karten der Abbildungen 4 und 5 zeigen deutlich, dass für weitere Exkursionen und/oder andere Feldmessarbeiten durchaus noch Raum für zukünftige Betätigungen bleibt, etwa zur vollständigen Überdeckung der Anomalien – insbesondere wenn das Rapsfeld einmal abgeerntet sein wird.

4. Interpretation

Das Ziel einer gravimetrisch-magnetischen Untersuchung ist in der Regel, eine quantitative Interpretation mit Hilfe von Modellrechnungen durchzuführen. Für verschiedene Maarstrukturen in Deutschland gibt es bereits Untersuchungen mit dieser Zielrichtung, z. B. von GABRIEL (2003) für das Baruther Maar in Sachsen oder von DIEHLE (2000) in der Westeifel, aber auch ältere Arbeiten wie zum Beispiel LINDNER & BRAUSE (1967) oder LINDNER (1996). Die Autoren der erstgenannten Arbeiten konnten allerdings auf eine Reihe von zusätzlichen geophysikalischen und geologischen Daten und Informationen (Randbedingungen für die Modellierungen) zurückgreifen, die sowohl für die zu erwartenden Dichtewerte als auch für die Mächtigkeit von Seesedimenten und Diatomit recht genaue Angaben erlauben. Im vorliegenden Fall erlauben die fehlenden Randbedingungen für Modellierungen des Untergrundes im Exkursionsgebiet auf Grund der Vieldeutigkeit von Potenzialfeldern nur quantitative Aussagen in Form von Minimal- bzw. Maximal-Abschätzungen. Die Modellalternativen wurden im Rahmen eines Modellierkurses im Geophysikalischen Institut der Universität Hamburg von den Kursteilnehmern durchgeführt und ergaben folgendes qualitatives Bild:

- Der Durchmesser des Maars lässt sich recht exakt mit

650–700 m angeben, die Struktur ist fast kreisrund, aber leicht „ausgebeult“ nach Südwesten.

- Da über die Lagerungsverhältnisse und Dichten von Seesedimenten und Diatomit im näheren Modelliergebiet keine Informationen vorliegen, können bezüglich der Tiefe nur Abschätzungen durchgeführt werden: Unter Annahme der im nahegelegenen Baruther Maar bis in eine Tiefe von ca. 230 m beobachteten extrem geringen Dichtewerte von 1.4 bis 1.6 Mg/m³ für Seesedimente und Diatomit (GABRIEL 2003) muss das Maar eine Tiefe von mindestens 120 m besitzen. Abbildung 6 zeigt diese Lösung in einem Vertikalschnitt durch das 3D-Modell A als Variante mit den roten Farbtönen.
- Vergleichsweise weist das für das Pulvermaar in der Westeifel von DIELE (2000) erstellte Modell erheblich höhere Dichtewerte auf (2.1–2.45 Mg/m³ für Seesedimente und Pyroklastika). Verwendet man diese Angaben, ergeben sich erheblich größere Tiefen von bis zu etwa 900 m (Modell B in Abbildung 6; Variante mit den blau-grünen Farben).
- Beide Modellvorstellungen (A und B) realisieren Extremwerte, bei variierender Dichte ist jede Modellvorstellung dazwischen ebenso wahrscheinlich. Ohne weitere Informationen ist eine Entscheidung daher nicht möglich.
- Ein direkter gravimetrischer Nachweis eines eventuell vorhandenen Diatremes ist aus dem gleichen Grund unmöglich. Schon bei Vorliegen von guten Randbedingungen, wie bei der Untersuchung des Baruther Maars ist ein Nachweis nach GABRIEL (2003) sehr problematisch, da die mit dem Diatrem verbundene recht kleine Anomalie von den wesentlich stärkeren Effekten der Sedimente überlagert wird (Superpositionseffekt der Potenzialfelder). Diese Beobachtung zeigte sich deutlich auch im „Kreckwitz-Fall“ bei der interaktiven 3D-Modellierung durch die Kursteilnehmer, die im Bereich des Diatremes sehr große Freiheitsgrade bei der 3D-Modellierung feststellten.
- Eine Modellierung der magnetischen Anomalie wurde noch nicht durchgeführt, abgeschätzt (Halbwertsbreite) werden kann jedoch eine Tiefenlage von ca. 150 m für den Schwerpunkt des Bereichs mit erhöhter Suszeptibilität, sowie eine Suszeptibilität von etwa 0.08 SI. Eine sehr ähnliche Anomalie wurde über dem Baruther Maar beobachtet (PUCHER et al. 2003) – hier wurde sie als vulkanisches Material im Schlot des Maars (Tiefe ca. 200 m) interpretiert und auch quantitativ modelliert.

Ob die beobachteten Anomalien der Gravimetrie und Magnetik durch ein Maar hervorgerufen werden, lässt sich mit Sicherheit aus den vorgenommenen Untersuchungen noch nicht sagen. Die in der Landesaufnahme ange deuteten Anomalien konnten jedoch eindeutig bestätigt werden, ihre kreisrunde Form, die max. Amplitude von ca.

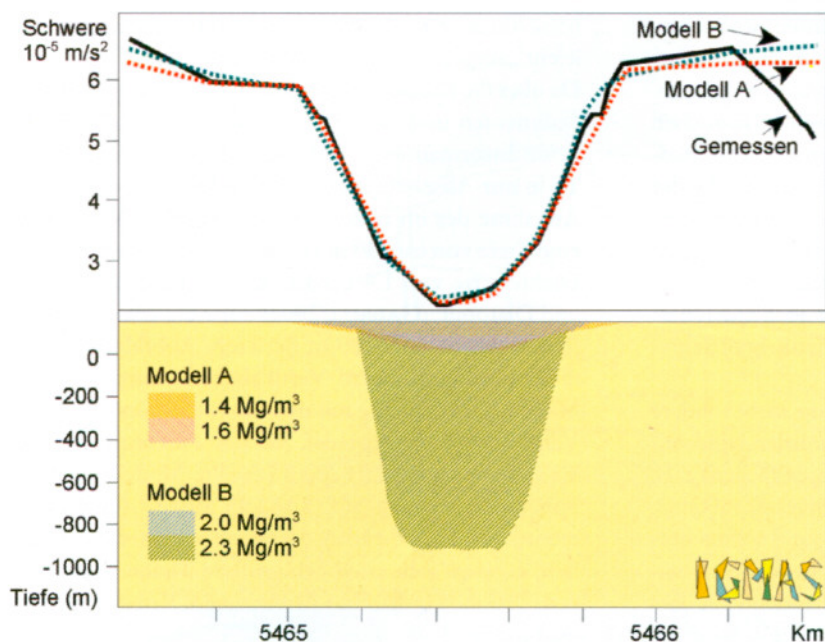


Abb. 6: Modellierung des Kreckwitzer Maars: Darstellung der beiden extremen Modellvarianten als zentraler Ost-West Schnitt durch das 3D Dichtemodell; zur Lage siehe auch Abb. 4.

Fig. 6: Modeling of the Kreckwitz Maar: presentation of the two extreme model variants along a central East-West section through the 3D density model; for position refer to Fig. 4.

$45 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}^2$ und 200–250 nT sowie die deutliche Korrelation zwischen gravimetrischen und magnetischen Messungen deuten nach den abschätzenden Modellierungen aber mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit darauf hin.

Danksagung

Dankbar sind wir Herrn Dr. Goth vom Landesamt für Umwelt und Geologie in Freiberg, der uns bei der Vorbereitung der Exkursion stets behilflich war und mit Rat und später bei der Exkursion auch mit Tat zur Seite stand. Seine geologische Einführung im Gelände und sein Seminarvortrag über die Grube Messel und die sächsischen Maare haben wir alle in bester Erinnerung. Auch der BUDISSA sind wir für die Erlaubnis zum Betreten ihrer Felder dankbar, denn ohne die Erlaubnis gäbe es keine neuen Anomalien. Zu guter Letzt wollen wir auch den DJH-Vater, Herrn Jörg Seemann, in Neschwitz nicht vergessen, der sich um unser leibliches Wohl sorgte. H. Lindner und ein weiterer anonymer Gutachter haben mit ihren Vorschlägen die Verständlichkeit des Manuskripts erheblich verbessert.

5. Schriftenverzeichnis

DIEHLE, L. (2000): Der Pulvermaar-Vulkan: Struktur und Massenbilanzen auf der Basis von geophysikalischen Messungen und Volumenkalkulation. Dissertation, Bayerische Julius-Maximilian-Universität Würzburg, 1–133, Würzburg.

GABRIEL, G. (2003): Die gravimetrische Anomalie Baruth (Sachsen) - Aussagen über die Struktur eines verdeckten Maars. - *Z. Angew. Geol.*, **1/2003**: 18–25, Stuttgart.

GOTH, K.; SCHULZ, R. & SUHR, P. (2003): Das Maar von Baruth (Sachsen). - *Z. Angew. Geol.*, **1/2003**: 2–8, Stuttgart.

GÖTZE, H.-J.; BRAITENBERG, C.; EBBING, J.; KUDER, J.; MÜLLER-WRANA, T.; SCHMIDT, S. (2001): Geophysikalische Messexkursion „Kreckwitzer Maar“.

<http://userpage.fu-berlin.de/~wwwgravi/Kreckwitz2001/>
LINDNER, H. (1996): Oberflächengeophysikalische und Monitoring-Verfahren für hydrogeologische Aufgaben. - In: Grundwasser- und Rohstoffgewinnung. Hsg.: MERKEL, DIETRICH und STRUCKMEIER. Verlag S. v. Loga: 303–307, Freiberg.

LINDNER, H.; BRAUSE, H. (1967): Das Schwereminimum von Kleinsaubernitz. *Z. angew. Geologie*, **13/2**: 94–102, Stuttgart.

PUCHER, R.; FINCK, F.; ROLF, CH.; SAUER, J. & WONIK, TH. (2003): Die magnetische Anomalie der Struktur Baruth (Sachsen) – Modellvorstellungen zu ihrer Interpretation. - *Z. Angew. Geol.*, **1/2003**: 36–42, Stuttgart.

SUHR, P.; GOTH, K. (1999): Maare in Sachsen als Zeugen explosiven Vulkanismus im Tertiär. - *Veröff. Museum für Naturkunde*, 6–20, Chemnitz.

Eingereicht am 03.06.2003

Angenommen am 24.02.2004

Anschrift der Autoren: Christian-Albrechts -Universität zu Kiel, Institut für Geowissenschaften, Abteilung Geophysik, Otto-Hahn-Platz 1, 24118 Kiel; Dipartimento de Geofisica, Universita de Trieste, Via Weiss, Trieste