Auswertung Geophysikalisches Gerätepraktikum Juni 2006

Gruppe E

Alexander Buck, Daniel Kiefer, Andreas Messer
und Rolf Seegelken

12. Dezember 2006

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung **3**

2 Vermessung **4**

3 Geoelektrik **6**
3.1 Methode 6
3.2 Auswertung 6

4 Gravimetrie **9**
4.1 Methode 9
4.2 Messung 9
4.3 Korrekturen 9
4.3.1 Breitenkorrektur 10
4.3.2 Höhen-/(Free Air-) Korrektur 10
4.3.3 Bouguerkorrektur 10
4.3.4 Gangkorrektur 10
4.4 Gesamtkorrektur 12
4.5 Interpretation 14

5 Geomagnetik **15**
5.1 Lokales Erdmagnetfeld 15
5.2 Suszeptibiliät 18

6 Refraktionsseismik **20**

A Vermessung **24**

B Gravimetrie **26**

C Seismik **36**

1 Einleitung

Die Vulkaneifel ist ein Teil des Rheinischen Schiefergebirges im Westen Deutschlands. Der Vulkanismus in dieser Region hat zu einer charakteristischen Morphologie geführt, die besonders durch die vielen Maar-Seen gekennzeichnet ist.

Die Ursache des Vulkanismus in der Eifel ist ein sogenannter Hot-Spot tief unter der Erdkruste. Die Gesteinsmasse ist dort besonders heiß. Das Gestein steigt langsam auf und beginnt in der Nähe der Erdoberfläche zu schmelzen. Trifft dieses Magma auf wasserhaltige Schichten, so kommt es zu einer sehr heftigen Explosion. Das Gestein wird durch die Explosion zertrümmert und weit über die Umgebung verteilt. Zurück bleibt ein Trichter , der sich mit Zeit mit Wasser füllt (Maar-See). Durch Erosion am Rand des Trichters und Sedimentation wird der Trichterrand abgetragen und der See verlanded.

Obwohl der letzte Ausbruch in der Vulkaneifel bereits etwa 10000 Jahre zurückliegt, ist sie noch heute ein vulkanisch aktives Gebiet. Dies erkennt man schon daran, dass sich die Eifel jedes Jahr um etwa einen Millimeter hebt. Vulkanologen gehen davon aus, das sich etwa alle 10000 bis 20000 Jahre ein Ausbruch ereignet.

Ziel unseres Praktikums war es geologische Untersuchen an einem fast verlandetem Maarsee, dem Strohner Märchen, vorzunehmen und dabei auch einen Einblick in geophysikalische Methoden zu erhalten. Dieser Maarsee ist in der letzten aktiven Periode der Eifel entstanden und aufgrund seines geringen Durchmessers von etwa 170 m inzwischen fast vollständig verlandet.

Die geologische Formation des Maares haben wir mit verschiedenen geophysikalischen Methoden untersucht. So verwendeten wir Geolelektrik, Gravimetrie, Magnetik und Refraktionsseismik um einen Einblick in die Schichtung um das Maar herum zu erhalten. Damit wir unsere Messdaten geographisch Einordnen konnten, wurde das Maar außerdem genau Vermessen. Der folgende Bericht umfasst eine Auswertung der so erhaltenen Messdaten.

2 Vermessung

Bei der Vermessung wurden zwei Profillinien (Linie A und Linie B) mittels Laserinterferometrie eingemessen. Linie A bestand aus 21 Pflöcken durchnummeriert von A-14 bis A6 jeweils im Abstand von ca. 50m. Die Basislinie wurde durch die Punkte A0, der gleichzeitig Basispunkt war, und A5 festgelegt. Das Messgerät stand am Basispunkt. Gemessen wurden die x-, y- und z-Koordinaten in Bezug auf den Basispunkt. Die z-Koordinate musste aufgrund der unterschiedlichen Höhen von Messgerät und Spiegel korrigiert werden. Die Messergebnisse der Gruppe E sind in Tabelle A.1 zusammengefasst.

Ferner wurde vom Basispunkt A0 der Linie A der Basispunkt B0 der Linie B eingemessen. Die Linie B besteht aus vier Punkten durchnummeriert von B-2 bis B1 und zeigt in etwa von Süd nach Nord.

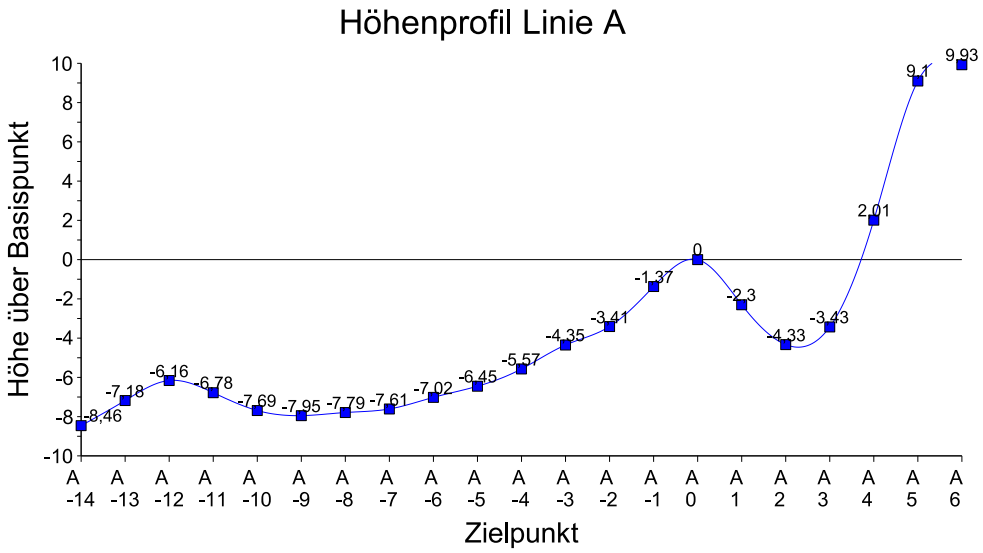


Abbildung 2.1: Höhenprofil entlang Profillinie A

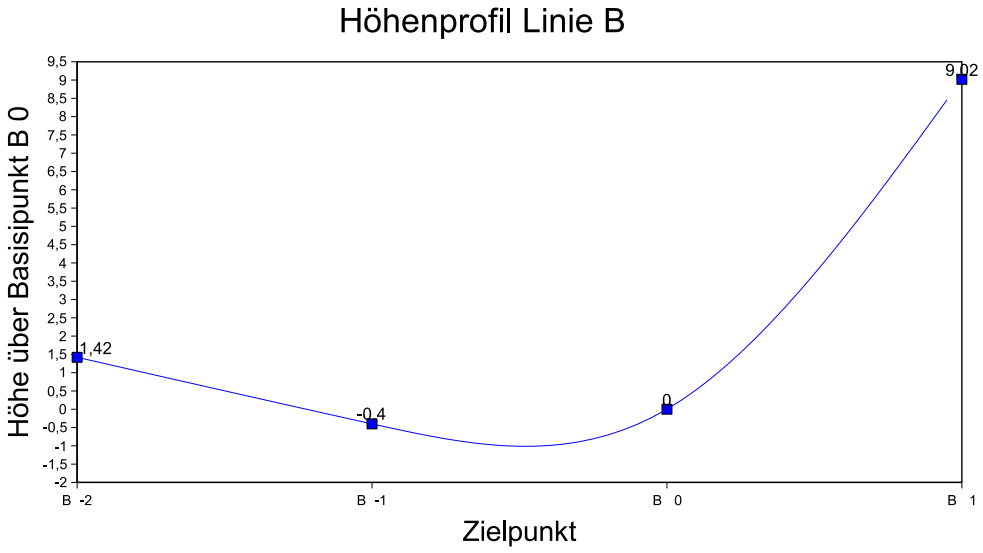


Abbildung 2.2: Höhenprofil entlang Profillinie B

3 Geoelektrik

3.1 Methode

Auch die Geoelektrik ist eine Messmethode, um die Lage und Art von Gesteinsschichten im Boden festzustellen. Man macht sich hier zu Nutze, daß unterschiedliche Minerale und Gesteine ganz verschiedene, relativ niedrige Leitfähigkeiten haben, was unter anderem auf den Wasser- und Salzgehalt der Gesteine zurückzuführen ist.

Für die Geoelektrik benötigt man i.A. zwei Elektroden, an die eine Gleich- oder Wechselspannung angelegt wird, und zwei Sonden. Aus der Wechselstromgeoelektrik erhält man zwar mehr Informationen, allerdings ist die Auswertung hier viel komplizierter, weshalb meistens nur die Gleichstromgeoelektrik benutzt wird, auf die wir uns auch hier im Geländepraktikum beschränkt haben. Für die Anordnung der Elektroden und Sonden (Auslage) gibt es eine Vielzahl von Möglichkeiten, von denen jedoch nur wenige Bedeutung erlangt haben. Im Geländepraktikum wurde die symmetrische Schlumbergerauslage verwendet, bei der die Sonden in der Mitte immer den gleichen Abstand haben ($\overline{MN} = 1\,\mathrm{m}$). Die Elektroden werden für die Messungen symmetrisch immer weiter nach außen gesetzt ($\frac{\overline{AB}}{2} = 1{,}0 \ldots 100\,\mathrm{m}$, Abstände exponentiell ansteigend). An die Elektroden wird für jede Auslage eine Spannung angelegt und der spezifische Widerstand gemessen.

3.2 Auswertung

Aus den so erhaltenen Messwerten kann auf die Lage und Art der Schichten zurückgerechnet werden. Je größer die maximale Auslage, desto tiefer kann man mit dieser Methode „blicken“. Zum Berechnen der Schichten wurde das Programm *Resist* verwendet. Für jeden Messpunkt auf der Geotraverse wurden für die ermittelten Widerstandswerte die Schichten bestimmt, indem man von einem Modell mit maximal vier Schichten ausging, und die Parameter dann immer weiter verbessert hat, um das Modell möglichst gut der Messung anzupassen.

Ein großes Problem mit der Modellierung ist, daß die modellierten Parameter nicht sehr eindeutig sind, d.h. man kann bei den Parametern bis zu einem gewissen Grad variieren ohne das Modell merklich zu verschlechtern. Dies macht die ermittelten Widerstandswerte relativ ungenau. Zum optimieren der Parameter wurd die eingebaute Optimierungsoption in *Resist* verwendet. Die Widerstandswerte werden dann sehr genau angegeben, sind jedoch trotzdem fehlerbehaftet. Mit diesen Werten ist es schwierig auf die Schichten zurückzuschließen, was man gut am folgenden Beispiel sehen kann. Man erhielt für die Oberflächenschicht am Punkt A-10 $\rho = 76{,}3\,\Omega\mathrm{m}$ und am Punkt

A-09 $\rho = 84{,}5\,\Omega$m. Hierbei handelt es sicher um die gleiche Gesteinsschicht, der Widerstandswert variiert aber um 11%. Die genauen Zahlen sind also nicht besonders aussagekräftig. Es wurden deshalb die spezifischen Widerstände zu Klassen zusammengefasst, die in Anlehnung an die Tabelle in der Anleitung für das Gerätepraktikum erstellt wurden. Die Klassen sind in Tab. 3.1 dargestellt. Die somit ermittelten Schichten sind in Graphik 3.1 farbig dargestellt.

Man sieht, daß es relativ schwer ist, aus den Elektrikdaten Information herauszulesen, es lassen sich aber dennoch einige Schichten aus der Graphik bestimmen. Gut zu erkennen ist der Kraterrand (A0 und A+5), wo man unter einer dünnen Schicht aus Kalk-/Sandstein eine mehrere Meter dicke Schicht magmatischer Gesteine, hier wohl Tuffe, sieht. Darunter erwarten wir Kalk-/Sandstein und devon. Schiefer. Am Punkt A0 haben wir eher hohe Widerstandswerte, was auf Kalk-/Sandstein hindeutet, bei A+5 jedoch Werte unter 100 Ωm, was eher auf tonige Schichten hinweist.

Im Vulkankrater sieht man dann eine teils mehrere Meter dicke Schicht von Kalk- und Sandablagerungen, darunter findet man wieder Devongestein.

Außerhalb des Kraters fällt die Deutung deutlich schieriger aus. Der Untergrund von A-8 bis A-1 hat relativ niedrige Widerstandswerte, was wieder auf Devongestein hindeutet, weiter weg vom Krater findet man höhere Werte, also eher Sande und Kalkstein.

Bei A-14 und A-13 zeigt sich auch deutlich eine weitere Schwäche der Messmethode. Man misst hier deutlich höhere Werte ($> 300\,\Omega$m) als bei den anderen Messpunkten, das könnte man hier schon wieder als magmatisches Gestein deuten, was aber an dieser Stelle nicht sehr viel Sinn ergibt. Es kann sich hier aber auch wieder um Sand- oder Kalkstein handeln, für die ja auch Werte bis 2000 Ωm möglich sind. Die möglichen Widerstandsbereiche für die verschiedenen Gesteine sind einfach zu groß um gute Aussagen über Gesteinsart zu liefern.

Generell ist aus den Geoelektrikdaten relativ wenig über die Schichten abzulesen. Die Schichtdicken scheinen in der Graphik zwar relativ genau zu sein, beim Modellieren hatte man aber doch relativ viel Freiheit, was in einem relativ hohen Fehler für die Dicken resultiert. Außerdem ist die Identifizierung der Gesteinsschichten schwer, der sich in der Tabelle mit den Widerstandswerten die Gesteine sehr stark überlappen und jedes Gestein einen sehr großen Bereich umfasst.

Tabelle 3.1: Einteilung der spezifischen Widerstände

Spez. Widerstand / Ωm	Gestein
< 40	Tone, Sandige Tone, Tonige Sande
$40 - 100$	Tonige Sande
$100 - 300$	Sande, Kalkstein, Sandstein
$300 - 3000$	Sande, Sandstein, Magmatische Gesteine
> 3000	Magmatische Gesteine

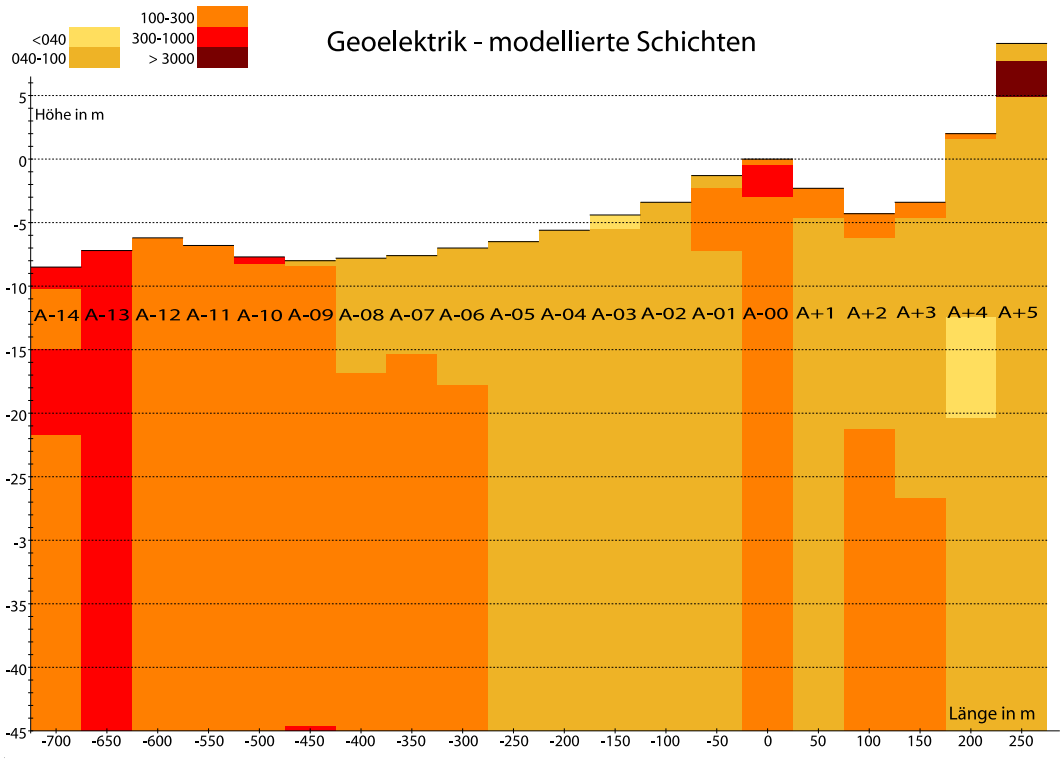


Abbildung 3.1: Die Grafik zeigt die mittels Geoelektrik ermittelte Schichtung.

4 Gravimetrie

4.1 Methode

Bei der Methode der Gravimetrie werden Unterschiede in der Schwerebeschleunigung innerhalb eines Messgebietes erfasst. Diese Unterschiede erlauben Rückschlüsse auf Dichteunterschiede in der Erdkruste und damit auch auf Interpretationen ihres geologischen Aufbaus.

Im hier vorliegenden Fall soll der Rand des Strohner Märchens detektiert werden. Es ist zu erwarten, dass die Schwerebeschleunigung im Inneren des Kraters geringer ausfällt als an der massiven Umgebung, da sich der Krater seit dem letzten Ausbruch erst langsam mit lockerem Füllmaterial, das entweder vom Kraterrand abgebröckelt ist oder wie Blütenstaub oder Laub in den Krater geweht wurde, wieder gefüllt hat.

4.2 Messung

Von den verschiedenen Gruppen werden Messungen mit dem Gravimeter entlang der beiden Linien A und B durchgeführt. Jeder Punkt wird somit mindestens 1x gemessen. Zwischendurch soll etwa im Stundentakt zum Gravitationsbasispunkt (A-1) zurückgegangen und eine Messung durchgeführt werden um den Tagesgang festzustellen.

Bei jeder Messung werden die Uhrzeit und der Abstand von Pflockoberkante zu Tellerrand notiert. An jedem Messpunkt werden drei Messungen durchgeführt, zwei bei denen der Lichtbalken von der einen Seite und eine bei der er von der anderen Seite an die Nulllinie angenähert wird. Die Messwerte werden nach

$$M = \frac{M1 + 2M2 + M3}{2} \tag{4.1}$$

gemittelt und mit der gerätebezogenen Proportionalitätskonstante K (hier: K=1,01773) multipliziert um von Skalenteilen in [mgal] umzurechnen. (Tabelle B.1)

4.3 Korrekturen

Die Messwerte werden nicht nur durch die Dichteschwankungen der Erdkruste beeinflusst. Um andere Faktoren zumindest teilweise aus den gemessenen Werten herauszurechnen gibt es verschiedene Korrekturverfahren, die im Folgenden kurz erklärt und dann verwendet werden.

4.3.1 Breitenkorrektur

Die Schwerebeschleunigung nimmt vom Äquator zu den Polen aufgrund der Wirkung der Rotation und der Abplattung des Erdkörpers stetig zu. Die Breitenkorrektur wird für kleine Nord-Süd-Erstreckungen (N-S$\leq$2km) mit folgender Formel berechnet:

$$\Delta g_\Theta = 0{,}0081 \cdot \sin 2\Theta \text{mgal pro 10m N-S-Entfernung} \tag{4.2}$$

Die N-S-Entfernung wird mit Hilfe der x-y-Koordinaten, der Kenntnis des Winkels zwischen Basislinie und N-S-Achse und deren trigonometrischen Zusammenhänge berechnet. Als geographische Breite wurde 50,119i^o verwendet. (Tabelle B.2)

4.3.2 Höhen-/(Free Air-) Korrektur

Die Höhenkorrektur korrigiert Abweichungen, die durch die unterschiedlichen Entfernungen der einzelnen Messpunkte zum Erdmittelpunkt entstehen. D. h. man bezieht alle Höhen auf einen Basispunkt (hier: A0). Für kleine Höhenunterschiede gilt:

$$\Delta g_H = 0{,}3086\text{mgal} \cdot \frac{h - H}{\text{m}} \tag{4.3}$$

h – Höhe des Messpunkts in [m]
H – Höhe des Basispunkts in [m]

4.3.3 Bouguerkorrektur

Die Bouguerkorrektur berücksichtigt die Wirkung verschieden mächtiger und verschieden dichter Gesteinsmassen zwischen Messpunkt und Basispunkt mit der Gleichung:

$$\Delta g_B = 0{,}04191\text{mgal} \cdot \frac{\rho \cdot (h - H)}{\text{m} \cdot \text{g/cm}^3} \tag{4.4}$$

ρ – Dichte in [g/cm^3]

Für die Dichte ρ wurde 2,67g/cm^3 verwendet. Der Wert entspricht dem Gestein am Messpunkt.

4.3.4 Gangkorrektur

Wie eingangs erwähnt erfolgte etwa einmal stündlich eine Messung am Gravimeterbasispunkt (hier: A-1) um den Tagesgang festzustellen. Dieser entsteht u.a. durch die Wirkung des Stands von Sonne, Mond und anderen Himmelskörpern, der Wirkung der Gezeiten usw., ist also eine Funktion der Zeit, sowie geräteabhängigen Faktoren.

Aus den Werten wird eine Driftkurve berechnet. Als Basiswert auf den alle anderen bezogen werden, wird der erste Wert des ersten Tages (Nr. 1) gewählt.

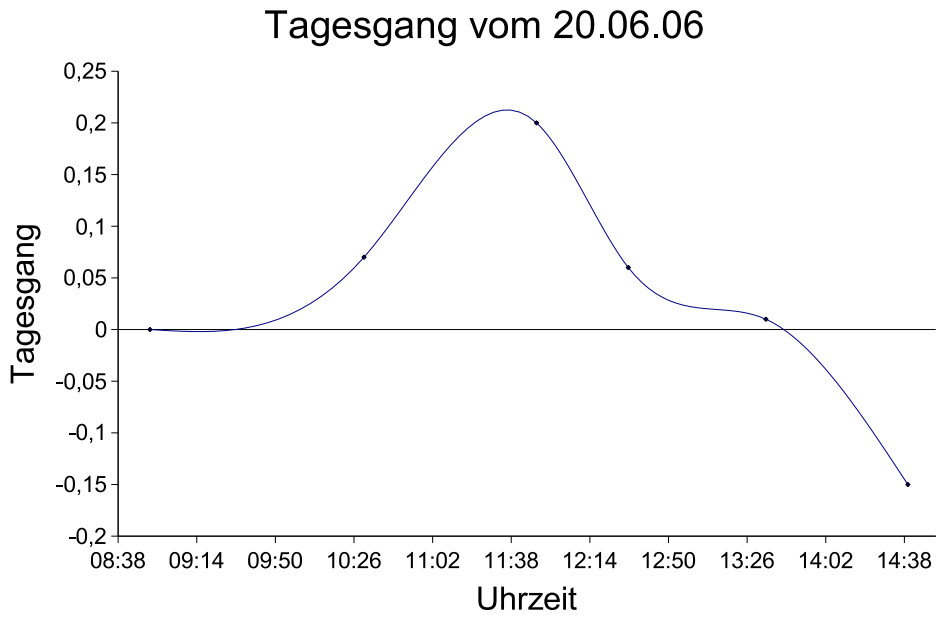


Abbildung 4.1: Tagesgang 20.06.2006

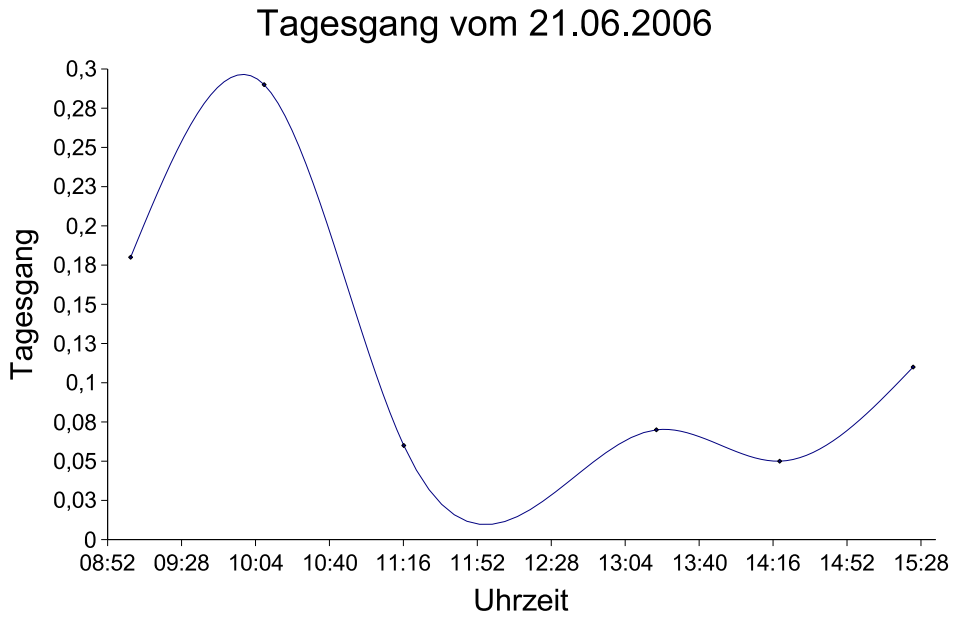


Abbildung 4.2: Tagesgang 21.06.2006

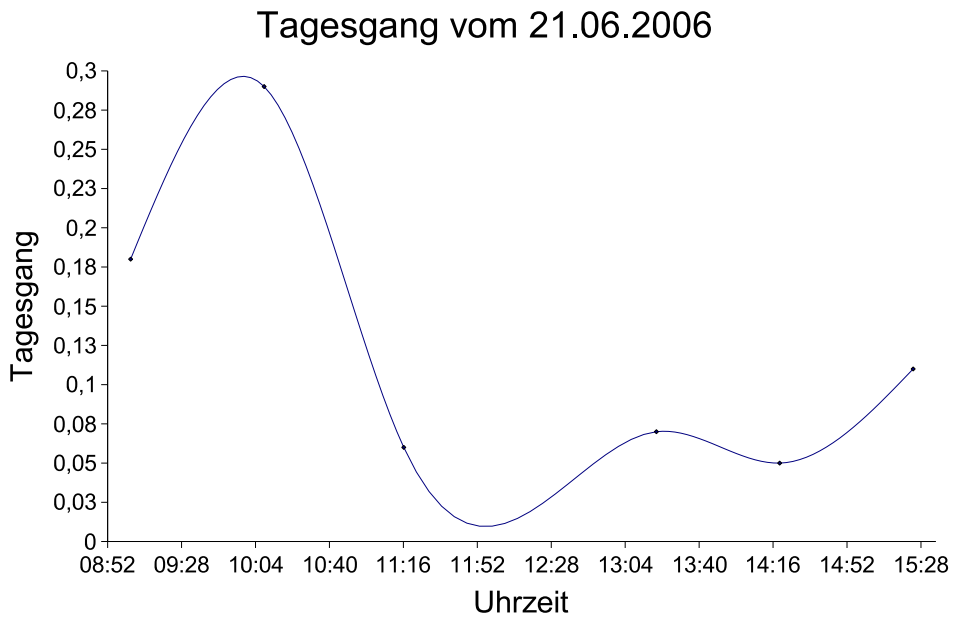


Abbildung 4.3: Tagesgang 21.06.2006

4.4 Gesamtkorrektur

Die Gesamtkorrektur ergibt sich aus den einzelnen Korrekturwerten:

- Δg_Θ nimmt nach Norden hin zu, ist daher bei größeren geographischen Breiten positiv und muss deswegen vom Messwert subtrahiert werden
- Δg_H, die Höhenkorrektur, wird zum Messwert hinzugezählt. Sie ist negativ bei Höhen unterhalb der Höhe des Bezugspunktes (A0) und positiv bei höher gelegenen Punkten.
- Δg_B der Bouguerkorrekturwert, wird abgezogen.
- Δg_G, die Werte der Gangkorrektur, werden ebenfalls abgezogen.

Für die gesamte Korrektur Δg ergibt sich also

$$\Delta g = M - \Delta g_\Theta + \Delta g_H - \Delta g_B - \Delta g_G \tag{4.5}$$

Die auf diese Weise korrigierten Messwerte sind in Tabelle B.4 zu finden.

Für endgültige Ergebniss (Tabelle B.5) wurde über mehrfach vorhandenen Messwerte gemittelt.

In Abbildung 4.4 und 4.5 wurden die ermittelten Werte für die Schwerebeschleunigung grpfisch aufgetragen.

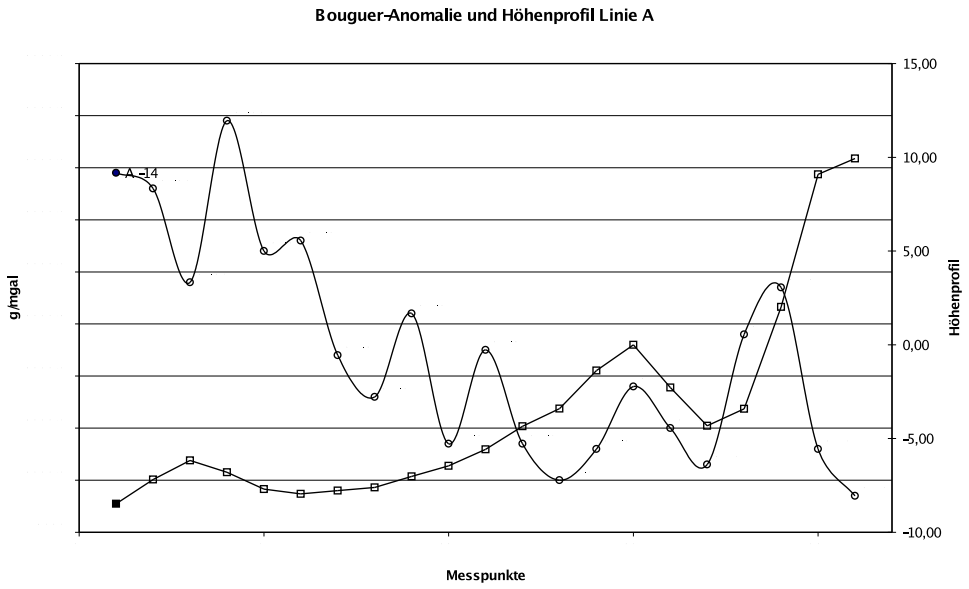


Abbildung 4.4: Bouger-Anomalie Profillinie A

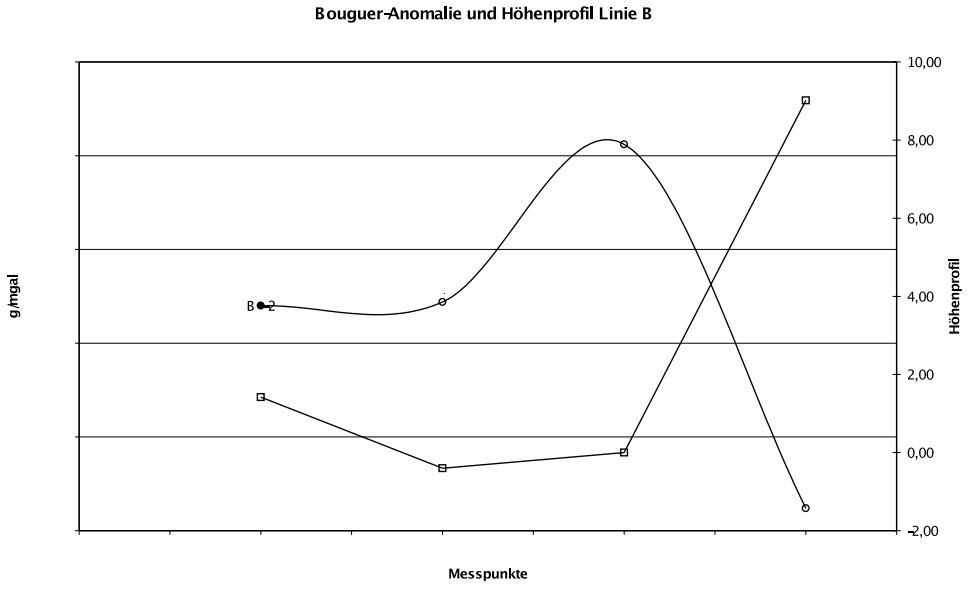


Abbildung 4.5: Bouger-Anomalie Profillinie B

4.5 Interpretation

Aus der graphischen Darstellung der Bouguer-Anomalie im Vergleich zum Höhenprofil lassen sich folgende Anahmen machen:

Der Krater befindet sich zwischen den Messpunkten A0 und A4, wie auch vor Ort gut zu erkennen war. Die Punkte A0 und A4 befinden sich auf dem Kraterrand , der wohl aus massiverem Material besteht. Die Dichteabnahme von A0 nach A-2 und auf der anderen Seite von A 4 bis A 6 lassen auf abfallende Flanken des Kraterrandes schließen. Allerdings ist auf der Nordostseite des Maares die Dichte des Untergrundmaterials im Vergleich zur gegenüberliegenden Seite deutlich niedriger (siehe komplette Linie B, sowie die Punkte A 4 - A 6). Eine Vermutung wäre, dass der in Mitteldeutschland meist aus Westen wehende Wind das aus dem Vulkan ausströmende Material nach Osten bzw. Nordosten getrieben hat und sich so Anhöhen höher als der Krater gebildet haben.

Legt man im Diagramm eine Ausgleichsgerade zwischen A-2 und A-14 stellt man fest, dass sich die dazwischenliegenden Messwerte näherungsweise als auf der Gerade liegend betrachtet werden können. Die Steigung der Gerade nach Südosten vom Krater weg, deutet daraufhin, dass die Mächtigkeit der Schicht von ausgestoßenem Material mit zunehmender Entfernung vom Krater abnimmt. Die sinusförmigen Schwankungen der Messkurve könnten auf schon vor Ausbruch dagewesene Unebenheiten des Geländes hinweisen.

Eine quantitative Aussage über Schichtdicken oder Tiefenwerte lässt die Methodik der Gravimetrie nicht oder nur bedingt zu. Es lassen sich lediglich qualitative Annahmen machen, die noch genügend Raum zur freien Interpretation lassen. Vergleicht man aber die Ergebnisse der Gravimetrischen Messungen mit Ergebnissen anderer Messverfahren könnte sich der Spielraum zur Interpretation weiter einschränken und man bekommt nach und nach ein klareres Bild über die Struktur des Maares.

5 Geomagnetik

5.1 Lokales Erdmagnetfeld

Die Messung erfolgte mit Hilfe mehrerer Protonenpräzessionsmagnetometern vom Typ „Geometrics G-856 X“. Der Tagesgang wurde mit Hilfe eines fest positionierten Magnetometers (Basis) aufgenommen (Messintervall: 5 min). Mit zwei mobilen Magnetometern (Rovern) wurde gleichzeitig das Gelände durchlaufen: Dabei wurde alle 10 m ein gemessen. Der Ort wurde mittels GPS-Messung jeweils am Anfang und am Ende einer Messlinie bestimmt. Die genaue Ortszuweisung eines Messpunktes erfolgte dann durch Interpolation unter der Annahme eines äquidistanten Messpunktabstands.

Leider kam es zum Datenverlust der vom Rover1 aufgenommenen Messpunkte. Grund hierfür war wahrscheinlich ein zu starker Stoss der zu einer kurzen Stromunterbrechung des Gerätes führte. Die verbliebenen Messdaten wurden daher für die Auswertung durch die Daten der Gruppe B ergänzt.

Abb. 5.1 gibt die Basiswerte während der Messung wieder. Dabei kann die langsame Abnahme des Magnetfeldes mit der Zeit (Tageszeitskala) auf periodisch veränderliche Faktoren wie z.B. Sonnenstellung zurückgeführt werden. Der Grund für die regelmässig ($\sim$ stündlich) auftretenen Peaks konnten dagegen leider nicht eindeutig geklärt werden.

Um von dem gemessenen Magnetfeld auf die lokale Magnetfeldanomalien rückschliessen zu können, wurden die aufgenommenen Messwerte um den Tagesgang korrigiert. Dabei wurde jeweils die Differenz zwischen Messwert und dem zu dem Zeitpunkt gemessenen Basiswert berechnet.

Aus den Messpunkten wurde durch lineare Interpolation ein Contourplot der Magnetisierung im untersuchten Gelände ermittelt. Es konnte eine deutliche Magnetfeldanomalie um den Krater herum festgestellt werden (Abb. 5.2, max. Anomalie: $\pm$0,01 Gauss). Verantwortlich hierfür ist das magmatische Gestein das beim Vulkanausbruch ausgestossen wurde, sich anschliessend um den Krater aufgeschicht hat und den Tuffwall bildet. Die in den Magmatiten enthaltenen ferromagnetischen Gesteinsanteile wurden dabei durch das Erdmagnetfeld magnetisiert. Die nach der Abkühlung des Magmas resultierende remanente Magnetisierung ist mit dem heutigen Erdmagnetfeld nicht mehr gleichgerichtet und verursacht daher die gemessene Anomalie.

Obwohl die Messung mehrer hundert Messpunkte umfasst, erscheint die Menge immernoch viel zu gering um weitere quantitative Aussagen geben zu können. Zwar gibt der aus der Interpolation resultierende Contourplot qualitativ das zu erwartene Bild richtig wieder, jedoch kann dies aufgrund des weitmaschigen Messpunktgitters nur eine grobe Abschätzung des genauen Verlaufs der Anomalie darstellen.

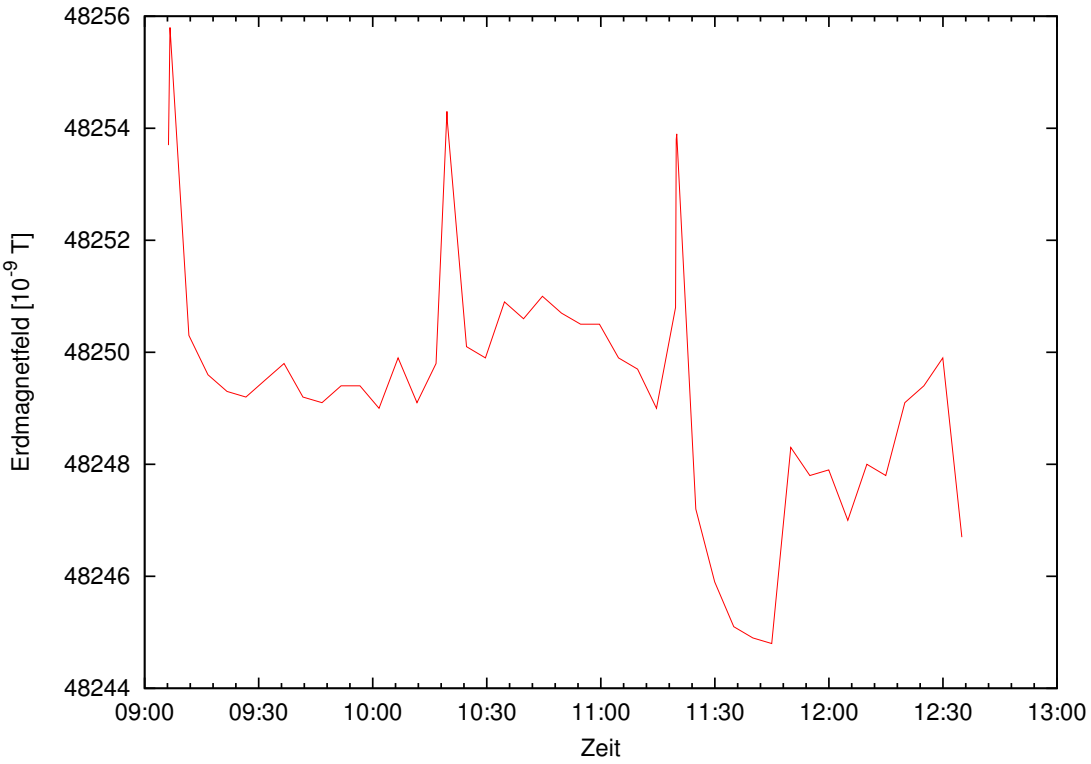


Abbildung 5.1: Tagesgang des Erdmagnetfeldes während der Messung (21.06.2006)

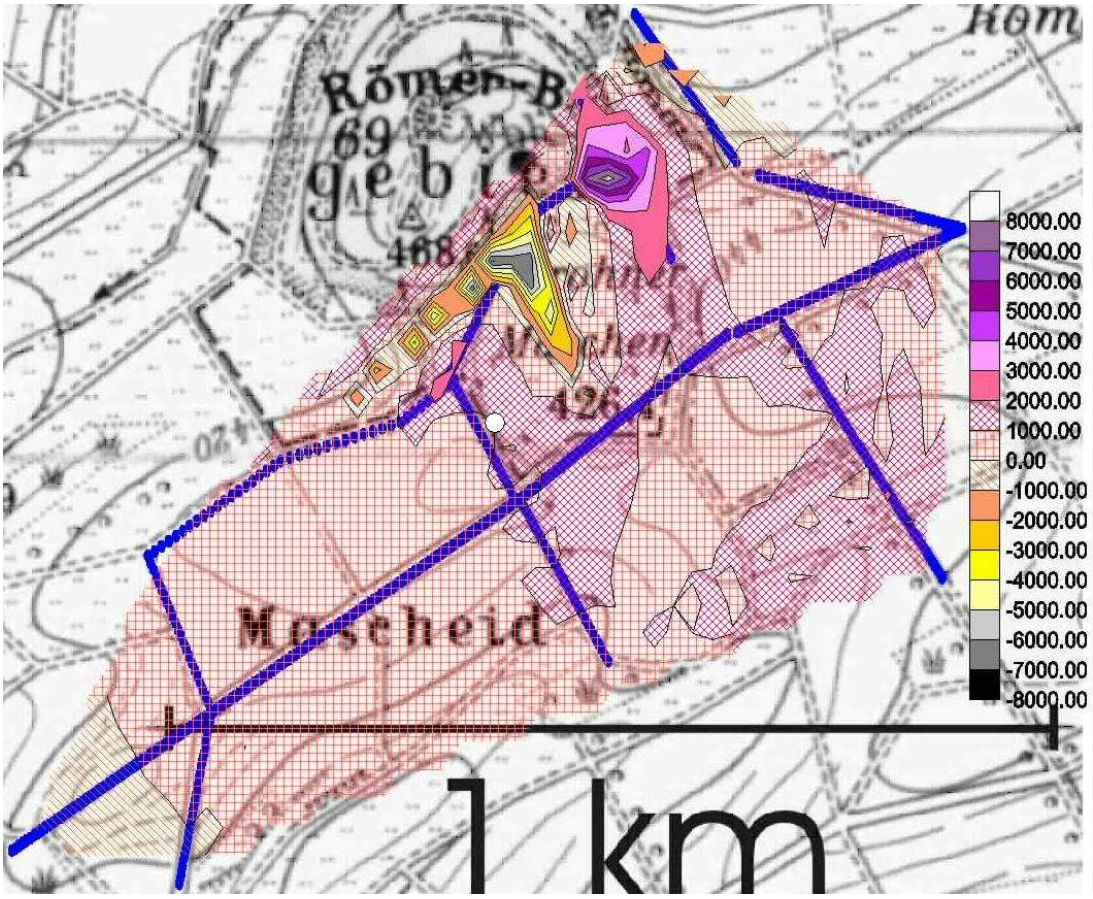


Abbildung 5.2: Magnetfeldanomalien im Messgebiet (Strohner Märchen). Der Ort des Basismesspunkts wurde durch einen weissen Kreis gekennzeichnet. Der Contourplot wurde aus den Messwerten (Messpunkte: blau) durch Interpolation ermittelt. Es ist eine deutliche Zunahme der Magnetisierunggradienten im Bereich des Märchens beobachtbar (Legende: 10^{-10} T).

5.2 Suszeptibiliät

Die Messung wurde mit dem Bartington MS-2 Messgerät durchgeführt. Das von diesem Gerät während der Messung ausgehenende Magnetfeld ($100\,\mu$T) induziert eine Magnetisierung im Bodengestein. Von dem gemessenen Gesamtmagnetfeld kann auf die Suszeptibilität des Gesteins rückgeschlossen werden.

Die gemessene Suzseptibilität hängt offensichtlich von dem Anteil des magnetisierbaren Gesteins im Bode ab. Jedoch sind sowohl Korngrösse als auch Temperatur mitentscheidend. Der Suszeptibilitätswert kann daher nicht eindeutig einer bestimmten Gesteinsart zugeordnet werden, sondern bewegt sich für unterschiedliche Gesteine jeweils in typischen Bereichen, die sich oft weit überlappen.

Es wurde jeweils alle 10m entlang der Auslage gemessen (Abb. 5.3 blaue Messpunkte). Aufgrund der geringen Eindringtiefe des Messgeräts in den Boden wurde jedoch während der Messung eine schwache Reproduzierbarkeit der Messwerte festgestellt. Der tatsächliche Messwert hing stark von der Gesteinsgrösse am Messpunkt ab und konnte schon einige Zentimeter entfernt von dem Messpunkt um ein bis zwei Grössenordnungen abweichen.

Aus den aufgenommenen Messwerten kann mit Hilfe einer Linear-Interpolation ein Contourplot der Suszeptibilität gefunden werden (Abb. 5.3). In Übereinstimmung mit den Magnetikdaten wird um das Strohner Märchen herum eine erhöhte Suszeptibilität festgestellt, die zum Römerberg hin noch weiter zunimmt. Verantwortlich hierfür ist das aus dem Vulkanausbruch resultierende, erhöhte Vorkommen von ferromagnetischen Gesteinsarten.

Angesichts der geringen Messpunktdichte (Abb. 5.3) und der schlechten Reproduzierbarkeit der Messwerte ist die Suszeptibiliätsmessung zweifellos die ungenaueste der von uns durchgeführten geophysikalische Messmethoden. Dennoch ist ihre Durchführung überaus schnell und unproblematisch und gibt ein erstes Bild von dem zu untersuchenden Gelände.

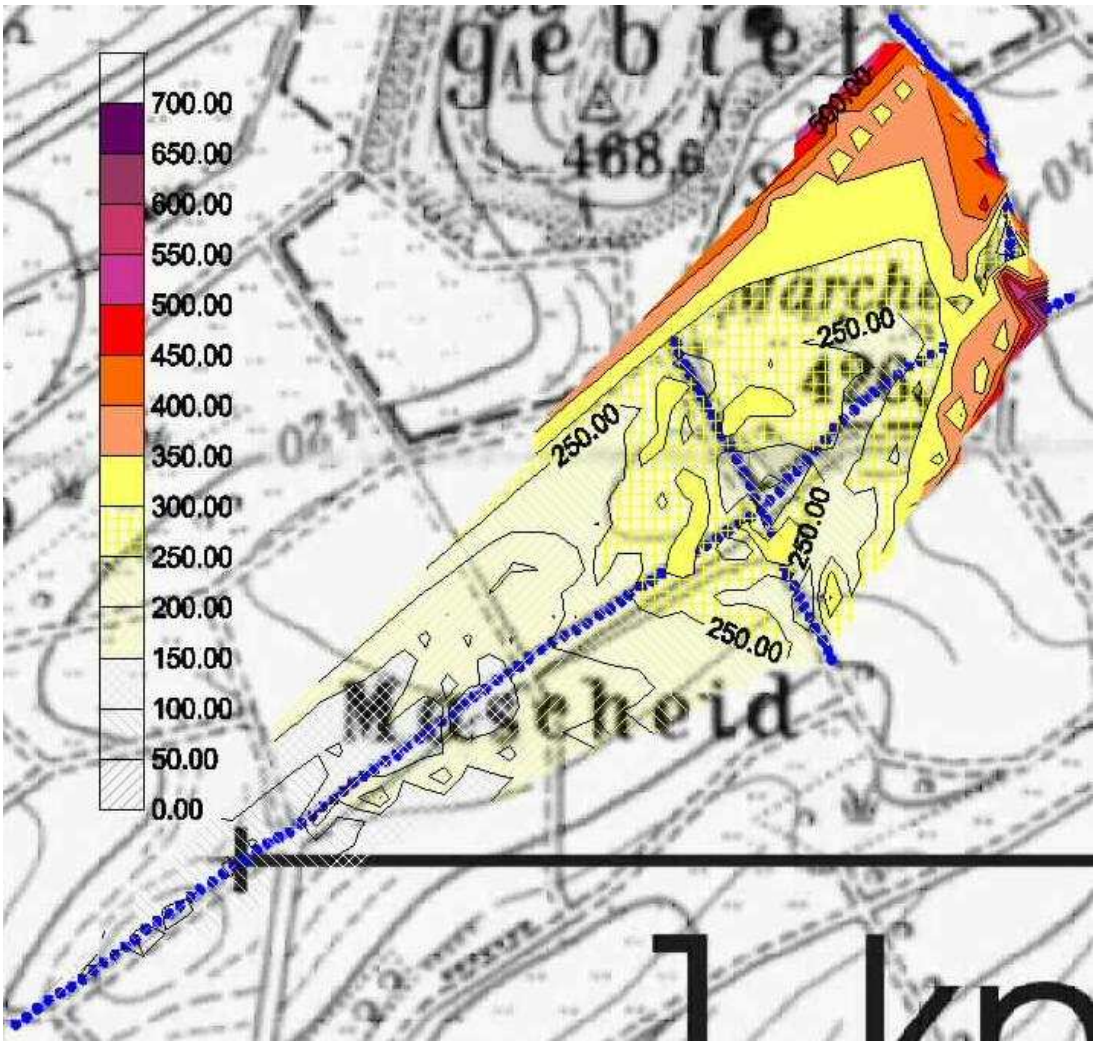


Abbildung 5.3: Konturplot der volumenspezifischen Suszeptibilität im untersuchten Geländes. (Legende: Suszeptibilität 10^{-6}, Messpunkte: blau)

6 Refraktionsseismik

Entlang der beiden Haupt-Profillinien wurde das Maar auch mit Hilfe von Refraktionsseismik untersucht. Es wurde das Verfahren der Hammerschlagseismik, bei dem die seismischen Wellen mit einem Hammer erzeugt werden, verwendet. Die seismischen Signale wurden von 12 Geophonen registriert. Diese waren in einer linearen Auslage mit einem Abstand von 5 m zueinander angeordnet. Der Schuss-/Gegenschusspunkt waren jeweils 2,5 m vom ersten/letzten Geophon entfernt. In dieser Anordnung wird eine Eindringtiefe von bis zu 30 m erreicht. Um noch tiefere Schichten betrachten zu können wurden auch Fern- und Gegenfernschüsse gemacht. Dabei Betrug der Abstand zum ersten/letzten Geophon bei weichem Untergrund 32,5 m und bei hartem Untergrund 62,5 m. Die Geophone waren mit einem Seismograph verbunden, der in der Lage war mehrere Hammerschläge zusammenzufassen und somit das Signal/Rausch-Verhältnis zu verbessen. Daher wurden je nach Ankopplung an den Untergrund etwa 10 bis 30 Hammerschläge ausgeführt.

Die Auswertung der seismischen Daten erfolgte nach der Knickpunktmethode. Dazu wurden aus den Seismogrammen die Ersteinsatzzeiten abgelesen und als Funktion des Ortes aufgetragen. Dabei entstehen Geraden mit verschiedenen Steigungen die sich an Knickpunkten schneiden. Im einfachen Fall der söhligen Lagerung können aus den Geradensteigungen und Knickpunkten direkt die Wellengeschwindigkeiten und Mächtigkeiten der Schichten ermittelt werden. In unserem Fall war die Auswertung jedoch komplizierter, da man bereits beim Vergleich von Schuss und Gegenschuss die nicht-söhlige Lagerung erkennen konnte. Um die wirklichen Wellengeschwindigkeiten und Schichtdicken zu erhalten wurde im Laufe der Auswertung ein Mathematica®-Notebook erstellt mit dem Schichtdicken und Geschwindigkeiten von bis zu 3 beliebig zueinander geneigten Schichten bestimmt werden konnten. [1] In der folgenden Auswertung werden die Daten nur graphisch dargestellt. Die vollständigen Ergebnisse sind im Anhang C angeführt.

In Abbildung 6.1 ist der Verlauf der Schichten entlang der Profillinie A (Schnitt durch die Maarstruktur) dargestellt. Die Mächtigkeit der ersten Schicht konnte entlang der gesamten Profillinie ermittelt werden. Sie beträgt zwei bis vier Meter. Im Bereich des Kegels (Punkt A0 und A5 auf der Profillinie) ist eine signifikant erhöhte Mächtigkeit dieser Schicht zu sehen. Dies deutet darauf hin, dass es sich um die Schlackenschicht handelt, die beim Ausbruch des Vulkans entstanden ist. Eine tiefgehendere Auswertung der Mächtigkeiten der zweiten und dritten Schicht ist aufgrund der wenigen Daten nicht möglich.

Aus den Geschwindgkeiten der seismischen Wellen in den Schichten lassen sich wei-

[1] http://physik.uni-wuerzburg.de/~amesser

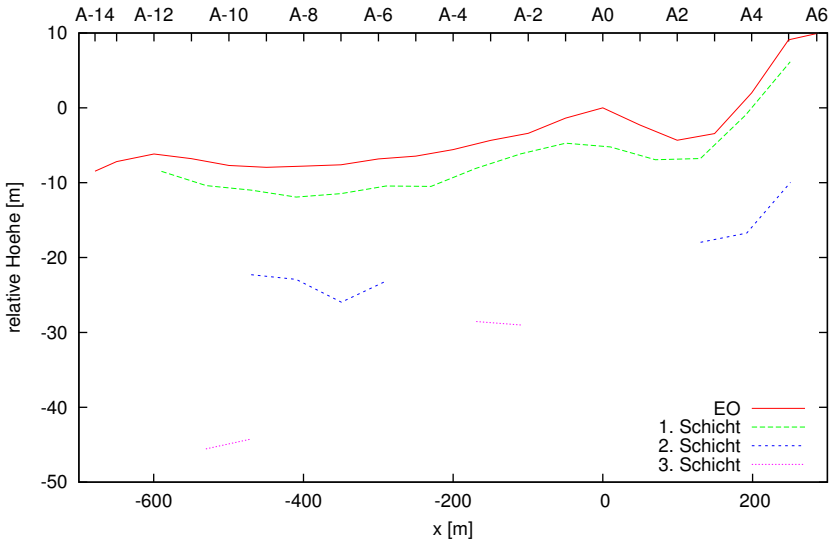


Abbildung 6.1: Verlauf der Schichten entlang der Profilline A. Die rote Linie stellt die Morphologie der Erdoberfläche dar. Aus den Messwerten konnten nur bruchstückhaft Daten für die zweite und dritte Schicht ermittelt werden. Die Höhenangabe bezieht sich auf den Profilpunkt A0.

tere Informationen gewinnen. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wellen in der ersten Schicht betrug zwischen 500 und 1000 m/s. Dabei fällt auf, das die Geschwindigkeit im Bereich des Maares abnimmt. (Abbildung 6.2) Das lässt auf eine Veränderung der Zusammensetzung der Schichten schließen. Im Bereich des Maares besteht die oberste Schicht vorallendingen aus den Sedimenten die sich im Laufe der Zeit im ehemaligen Vulkankegel abgelagert haben. Ausserhalb des Maares finden man eine Schlackenschicht mit Geschwindigkeiten im Bereich von 1000 m/s. In der zweiten und dritten Schicht ist kein Trend bei den Geschwindigkeiten zu erkennen.

Weitere seismische Messungen wurden auch entlang der Profillinie B (auf dem Kegelrand) vorgenommen. Es konnten die Mächtigkeiten der ersten und zweiten Schicht ermittelt werden. Die zweite Schichtgrenze (blaue Linie) verläuft bei etwa gleichbleibender Höhe. Aufgrund dieses Verlaufes und der Geschwindigkeiten der seismischen Wellen ist die zweite Schicht die beim Vulkanausbruch aufgeschüttete Schlackenschicht. Die oberste Schicht besteht hauptsächlich aus lockerem Verwitterungsmaterial.

Bei den Messungen/Auswertungen entlang der Profilinie B muss es jedoch einen Fehler geben: In der Geschwindigkeitsverteilung (Abbildung 6.3(b)) ist bei allen Schichten ein parabelförmiger Verlauf zu erkennen. Leider war es nicht möglich die Ursachen von diesem Verlauf zu klären.

Das Gebiet um das Maar wurde mit Hilfe der seismischen Methoden untersucht und Mächtigkeiten und Geschwindigkeiten in den Schichten ermittelt. Eine genaue Abgrenzung des Maares alleine aufgrund der seismischen Messungen ist jedoch nicht möglich.

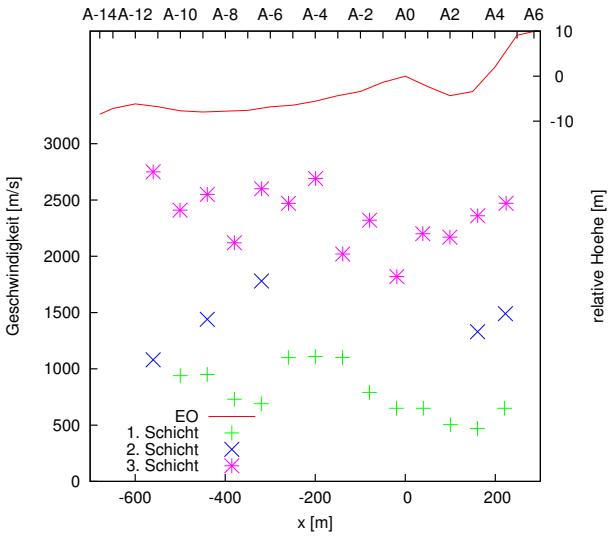
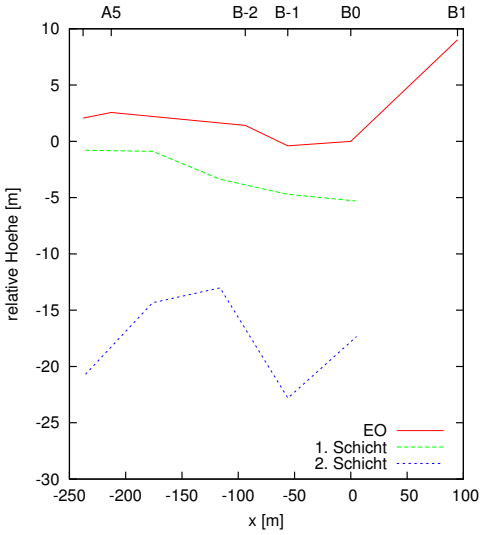
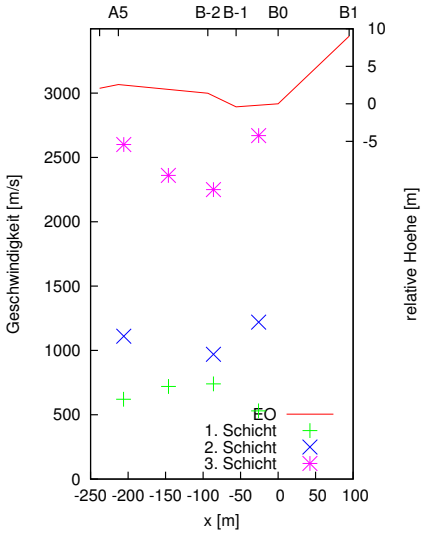


Abbildung 6.2: Geschwindgkeitsverteilung entlang der Profillinie A. Die rote Linie stellt die Erdoberfläche dar. Im Bereich des Maares nimmt die Geschwindigkeit der ersten Schicht ab.



(a) Verlauf der Schichten.



(b) Geschwindigkeitsverteilung.

Abbildung 6.3: Ergebnisse entlang Profillinie B. Die rote Linie stellt in beiden Graphen den Verlauf der Erdoberfläche dar. Die Höhenangabe bezieht sich auf den Profilpunkt B0.

Literaturverzeichnis

[1] *Die Vulkaneifel*. http://www.stromboline.de/vulkaneifel.htm.

[2] *Eifel-GPS*. http://www.eifel-gps.de.

[3] *Intraplatten-Vulkanismus / Universität Münster*. http://www.uni-muenster.de/MineralogieMuseum/vu

[4] HAALCK, HANS: *Lehrbuch der angewandten Geophysik Teil II*. Borntraeger, Berlin-Nikolassee, 2. Auflage, 1958.

A Vermessung

Tabelle A.1: Messwerte Vermessung

Aufpunkt	Zielpunkt	Koordinaten		
		x-Koordinate	y-Koordinate	z-Koordinate
A 0	A -14	-677,51	-36,79	-8,46
A 0	A -13	-648,53	-35,85	-7,18
A 0	A -12	-598,69	-34,16	-6,16
A 0	A -11	-548,62	-32,53	-6,78
A 0	A -10	-498,56	-30,7	-7,69
A 0	A -9	-448,54	-29,23	-7,95
A 0	A -8	-398,65	-28,36	-7,79
A 0	A -7	-348,78	-27,03	-7,61
A 0	A -6	-298,75	-25,4	-7,02
A 0	A -5	-248,72	-24,01	-6,45
A 0	A -4	-198,82	-20,97	-5,57
A 0	A -3	-149,07	-15,3	-4,35
A 0	A -2	-99,18	-10,03	-3,41
A 0	A -1	-49,47	-4,77	-1,37
A 0	A 0	0	0	0
A 0	A 1	49,63	0,11	-2,3
A 0	A 2	99,39	-0,21	-4,33
A 0	A 3	149,28	-0,23	-3,43
A 0	A 4	198,87	0,06	2,01
A 0	A 5	248,24	0,01	9,1
A 0	A 6	285,68	7,63	9,93
A 0	B 0	282,64	-210,12	6,53
B 0	A 0	352,19	0	-6,59
B 0	B -2	49,23	-79,75	1,42
B 0	B -1	25,04	-50,16	-0,4
B 0	B 0	0	0	0
B 0	B 1	-69,54	64,34	9,02

B Gravimetrie

Tabelle B.1: Messdaten ohne Korrekturen

Nr.	Messpkt.	Zeit	Tellerhöhe [cm]	Messwerte [Skt] 1.	2.	3.	Mittelwert [Skt]	[mgal]
20.06.2006								
1	A-1	08:53:00	-18	4535,89	4536,41	4536,03	4536,19	4616,61
2	A-2	08:57:00	-16	4536,27	4536,64	4536,29	4536,46	4616,89
3	A-3	09:03:00	-13,5	4536,52	4537,04	4536,37	4536,74	4617,18
4	A-4	09:08:00	-13	4536,7	4537,11	4536,71	4536,91	4617,35
5	A-5	09:12:00	-12,5	4537,08	4537,47	4536,83	4537,21	4617,66
6	A-6	09:18:00	-10	4536,78	4537,46	4536,7	4537,1	4617,54
7	A-7	09:24:00	-11	4537,16	4537,48	4537,15	4537,32	4617,76
8	A-8	09:30:00	-18	4537,04	4537,5	4536,96	4537,25	4617,7
9	A-9	09:36:00	-11	4537,5	4538,06	4537,55	4537,79	4618,25
10	A-10	09:42:00	-12	4536,74	4537,6	4536,76	4537,18	4617,62
11	A-11	09:48:00	-13	4537,15	4537,6	4537,03	4537,35	4617,79
12	A-12	09:52:00	-10,5	4537,52	4537,84	4536,88	4537,52	4617,97
13	A-13	10:07:00	-10	4537,2	4537,65	4537,15	4537,41	4617,86
14	A-14	10:13:00	-13	4537,49	4538,1	4537,54	4537,81	4618,26
15	A-1	10:31:00	-16	4536,01	4536,24	4535,98	4536,12	4616,54
16	A1	10:52:00	-16,2	4535,86	4536,47	4536,01	4536,2	4616,63
17	A3	10:58:00	-14,5	4536,63	4536,85	4536,76	4536,77	4617,21
18	A2	11:07:00	-14,2	4536,46	4536,95	4536,34	4536,68	4617,11
19	A4	11:11:00	-14,4	4535,59	4535,21	4535,68	4535,42	4615,84
20	A5	11:22:00	-15	4533,94	4534,45	4533,87	4534,18	4614,57
21	A6	11:36:00	-16,3	4534,34	4533,85	4534,23	4534,07	4614,46
22	A-1	11:50:00	-14,2	4535,69	4536,33	4535,64	4536	4616,42
23	A0	11:55:00	-13,3	4536,04	4535,98	4536,13	4536,03	4616,46

Fortsetzung nächste Seite

Fortsetzung

Nr.	Messpkt.	Zeit	Tellerhöhe [cm]	Messwerte [Skt] 1.	2.	3.	Mittelwert [Skt]	[mgal]
24	A-1	12:32:00	-15,2	4536,35	4535,87	4536,42	4536,13	4616,55
25	B-2	12:45:00	-15	4534,65	4534,09	4534,64	4534,37	4614,76
26	B-1	12:53:00	-17,5	4534,85	4534,45	4534,98	4534,68	4615,08
27	B0	13:03:00	-8,8	4534,48	4533,8	4534,32	4534,1	4614,49
28	B1	13:15:00	-8,9	4532,25	4531,76	4532,33	4532,03	4612,38
29	A-1	13:35:00	-15,5	4536,4	4535,9	4536,51	4536,18	4616,6
30	A1	13:43:00	-7,6	4536,68	4536,1	4536,66	4536,39	4616,82
31	A2	14:10:00	-13,8	4536,57	4537,1	4536,74	4536,88	4617,32
32	A3	14:20:00	-11,5	4536,5	4536,94	4536,23	4536,65	4617,09
33	A-1	14:40:00	-16	4536,14	4536,53	4536,17	4536,34	4616,77
				21.06.2006				
34	A-1	09:04:00	-16,4	4536,25	4535,76	4536,3	4536,02	4616,44
35	A-2	09:20:00	-18	4536,62	4536,85	4536,95	4536,82	4617,26
36	A-3	09:33:00	-16,5	4536,44	4536,92	4536,36	4536,66	4617,09
37	A-4	09:47:00	-15,7	4537,31	4537,19	4537,21	4537,23	4617,67
38	A-5	09:57:00	-17	4536,76	4537,26	4536,82	4537,03	4617,47
39	A-1	10:09:00	-16,4	4535,66	4536,25	4535,47	4535,91	4616,33
40	A-6	10:22:00	-13,5	4537,67	4537,58	4537,7	4537,63	4618,08
41	A-7	10:29:00	-11	4536,91	4537,49	4537,07	4537,24	4617,69
42	A-8	10:40:00	-12,5	4537,52	4537,61	4537,66	4537,6	4618,05
43	A-9	10:49:00	-15,3	4537,13	4537,84	4537,23	4537,51	4617,96
44	A-10	11:02:00	-13,2	4537,88	4537,73	4537,88	4537,81	4618,26
45	A-1	11:17:00	-15,4	4535,89	4536,14	4536,35	4536,13	4616,56
46	A-11	11:51:00	-15,4	4537,91	4537,74	4537,81	4537,8	4618,26
47	A-13	12:06:00	-12,8	4537,6	4537,33	4537,61	4537,47	4617,92
48	A-14	12:16:00	-12,8	4537,73	4537,42	4537,93	4537,63	4618,08
49	A-12	12:33:00	-13,2	4536,84	4536,48	4536,85	4536,66	4617,1

Fortsetzung nächste Seite

Fortsetzung

Nr.	Messpkt.	Zeit	Tellerhöhe [cm]	Messwerte [Skt] 1.	2.	3.	Mittelwert [Skt]	[mgal]
50	A-1	13:20:00	-16	4536,22	4535,89	4536,48	4536,12	4616,55
51	B0	13:40:00	-9,5	4534,13	4534,57	4534,18	4534,36	4614,76
52	B1	13:50:00	-7,8	4531,43	4532,12	4531,49	4531,79	4612,14
53	B-1	14:00:00	-18,1	4534,51	4535,01	4534,53	4534,77	4615,17
54	B-2	14:05:00	-14,8	4534,63	4533,99	4534,64	4534,31	4614,71
55	A-1	14:20:00	-17,7	4535,66	4536,51	4535,89	4536,14	4616,57
56	A5	14:45:00	-16,5	4533,97	4534,47	4534,25	4534,29	4614,68
57	A4	14:55:00	-12,6	4535,66	4536,97	4535,67	4536,32	4616,75
58	A3	15:00:00	-11,7	4536,55	4537,05	4536,48	4536,78	4617,22
59	A2	15:10:00	-16,5	4536,32	4536,65	4536,13	4536,44	4616,87
60	A1	15:15:00	-10	4536,11	4536,71	4536	4536,38	4616,81
61	A0	15:35:00	-16	4535,94	4536,31	4535,6	4536,04	4616,46
62	A-1	15:25:00	-16,2	4535,71	4536,43	4535,8	4536,09	4616,52
				22.06.2006				
63	A-1	09:07:00	-15,6	4535,86	4536,2	4535,81	4536,02	4616,44
64	A-2	09:17:00	-15,4	4536,32	4536,6	4535,1	4536,16	4616,58
65	A-3	09:23:00	-13,3	4536,68	4536,83	4536,63	4536,74	4617,18
66	A-4	09:40:00	-14,8	4537,14	4537,35	4537,05	4537,22	4617,67
67	A-5	09:45:00	-13,4	4536,7	4537,3	4536,87	4537,04	4617,48
68	A-6	09:58:00	-12	4537,95	4537,46	4537,15	4537,51	4617,95
69	A-1	10:11:00	-16,2	4535,83	4536,2	4535,93	4536,04	4616,46
70	A-7	10:32:00	-10,4	4537,26	4537,39	4537,59	4537,41	4617,86
71	A-8	10:38:00	-9	4537,51	4537,2	4537,45	4537,34	4617,79
72	A-9	10:47:00	-10,6	4537,38	4537,68	4537,38	4537,53	4617,98
73	A-10	10:55:00	-11,7	4537,38	4537,62	4537,4	4537,51	4617,95
74	A-11	11:04:00	-13,8	4537,28	4537,57	4537,35	4537,44	4617,89
75	A-1	11:20:00	-15,3	4536,27	4536,06	4536,39	4536,2	4616,62

Tabelle B.2: Breitenkorrektur

Messpunkt	Koordinaten [m]		N-S-Abweichung			Breitenkorrektur
	x	y	Basislinie	Messpunkt		
				[m]	gerundet [10m]	
A-14	-677,51	-36,79	-359,01	-322,22	-32	-0,26
A-13	-648,53	-35,85	-343,66	-307,81	-31	-0,25
A-12	-598,69	-34,16	-317,25	-283,09	-28	-0,23
A-11	-548,62	-32,53	-290,71	-258,18	-26	-0,21
A-10	-498,56	-30,7	-264,19	-233,49	-23	-0,19
A-9	-448,54	-29,23	-237,68	-208,45	-21	-0,17
A-8	-398,65	-28,36	-211,24	-182,88	-18	-0,15
A-7	-348,78	-27,03	-184,82	-157,79	-16	-0,13
A-6	-298,75	-25,4	-158,31	-132,91	-13	-0,11
A-5	-248,72	-24,01	-131,8	-107,79	-11	-0,09
A-4	-198,82	-20,97	-105,35	-84,38	-8	-0,07
A-3	-149,07	-15,3	-78,99	-63,69	-6	-0,05
A-2	-99,18	-10,03	-52,56	-42,53	-4	-0,03
A-1	-49,47	-4,77	-26,21	-21,44	-2	-0,02
A0	0	0	0	0	0	0
A1	49,63	0,11	26,3	26,19	3	0,02
A2	99,39	-0,21	52,67	52,88	5	0,04
A3	149,28	-0,23	79,1	79,33	8	0,06
A4	198,87	0,06	105,38	105,32	11	0,08
A5	248,24	0,01	131,54	131,53	13	0,11
A6	285,68	7,63	151,38	143,75	14	0,12
B0	282,64	-210,12	149,77	359,89	36	0,29
B1				433,56	43	0,35
B0				345,72	35	0,28
B-1				315,41	32	0,25
B-2				284,23	28	0,23

Tabelle B.3: Gangkorrektur

Nr.	Messzeit	M [mgal]	Gangkorrektur [mgal]
		20.06.2006	
1	08:53:00	4616,62	0
15	10:31:00	4616,55	0,07
22	11:50:00	4616,42	0,2
24	12:32:00	4616,56	0,06
29	13:35:00	4616,61	0,01
33	14:40:00	4616,77	-0,15
		21.06.2006	
34	09:04:00	4616,44	0,18
39	10:09:00	4616,33	0,29
45	11:17:00	4616,56	0,06
50	13:20:00	4616,55	0,07
55	14:20:00	4616,57	0,05
62	15:25:00	4616,51	0,11
		22.06.2006	
63	09:07:00	4616,44	0,18
69	10:11:00	4616,46	0,16
75	11:20:00	4616,63	-0,01

Tabelle B.4: Gesamtkorrektur

Nr.	Mittelwert [mgal]	Gang-korrektur	Tellerhöhe [m]	z-Koord. [m]	(h-H) [m]	Korrekturen Höhe	Bouguer	Breite	Endwert [mgal]
1	4616,61	0	-0,18	-1,38	-1,56	-0,48	-0,17	-0,02	4616,32
2	4616,89	0	-0,16	-3,41	-3,57	-1,1	-0,4	-0,03	4616,22
3	4617,18	0,01	-0,135	-4,35	-4,49	-1,38	-0,5	-0,05	4616,34
4	4617,35	0,01	-0,13	-5,58	-5,71	-1,76	-0,64	-0,07	4616,28
5	4617,66	0,01	-0,125	-6,46	-6,59	-2,03	-0,74	-0,09	4616,44
6	4617,54	0,02	-0,1	-7,02	-7,12	-2,2	-0,8	-0,11	4616,23
7	4617,76	0,02	-0,11	-7,61	-7,72	-2,38	-0,86	-0,13	4616,36
8	4617,7	0,02	-0,18	-7,78	-7,96	-2,46	-0,89	-0,15	4616,26
9	4618,25	0,03	-0,11	-7,95	-8,06	-2,49	-0,9	-0,17	4616,8
10	4617,62	0,03	-0,12	-7,7	-7,82	-2,41	-0,88	-0,19	4616,24
11	4617,79	0,03	-0,13	-6,8	-6,93	-2,14	-0,78	-0,21	4616,61
12	4617,97	0,04	-0,105	-6,17	-6,28	-1,94	-0,7	-0,23	4616,93
13	4617,86	0,04	-0,1	-7,19	-7,29	-2,25	-0,82	-0,25	4616,64
14	4618,26	0,05	-0,13	-8,48	-8,61	-2,66	-0,96	-0,26	4616,78
15	4616,54	0,07	-0,16	-1,38	-1,54	-0,48	-0,17	-0,02	4616,19
16	4616,63	0,1	-0,162	-2,28	-2,44	-0,75	-0,27	0,02	4616,03
17	4617,21	0,12	-0,145	-3,42	-3,56	-1,1	-0,4	0,06	4616,33
18	4617,11	0,13	-0,142	-4,32	-4,46	-1,38	-0,5	0,04	4616,06
19	4615,84	0,14	-0,144	2,02	1,876	0,58	0,21	0,08	4615,98
20	4614,57	0,16	-0,15	9,1	8,95	2,76	1	0,11	4616,06
21	4614,46	0,19	-0,163	9,93	9,767	3,01	1,09	0,12	4616,07
22	4616,42	0,2	-0,142	-1,38	-1,52	-0,47	-0,17	-0,02	4615,94
23	4616,46	0,2	-0,133	0	-0,13	-0,04	-0,01	0	4616,23
24	4616,55	0,06	-0,152	-1,38	-1,53	-0,47	-0,17	-0,02	4616,21

Fortsetzung nächste Seite

Fortsetzung

Nr. Nr.	Mittelwert [mgal]	Gang-korrektur	Tellerhöhe [m]	z-Koord. [m]	(h-H) [m]	Korrekturen Höhe	Bouguer	Breite	Endwert [mgal]
25	4614,76	0,05	-0,15	1,42	1,27	0,39	0,14	0,23	4614,73
26	4615,08	0,04	-0,175	-0,4	-0,57	-0,18	-0,06	0,25	4614,68
27	4614,49	0,04	-0,088	6,54	6,452	1,99	0,72	0,28	4615,44
28	4612,38	0,03	-0,089	9,02	8,931	2,76	1	0,35	4613,75
29	4616,6	0,01	-0,155	-1,38	-1,53	-0,47	-0,17	-0,02	4616,31
30	4616,82	-0,01	-0,076	-2,28	-2,36	-0,73	-0,26	0,02	4616,34
31	4617,32	-0,07	-0,138	-4,32	-4,46	-1,38	-0,5	0,04	4616,47
32	4617,09	-0,1	-0,115	-3,42	-3,53	-1,09	-0,4	0,06	4616,43
33	4616,77	-0,15	-0,16	-1,38	-1,54	-0,48	-0,17	-0,02	4616,64
34	4616,44	0,18	-0,164	-1,38	-1,54	-0,48	-0,17	-0,02	4615,98
35	4617,26	0,22	-0,18	-3,41	-3,59	-1,11	-0,4	-0,03	4616,36
36	4617,09	0,25	-0,165	-4,35	-4,51	-1,39	-0,51	-0,05	4616,01
37	4617,67	0,28	-0,157	-5,58	-5,74	-1,77	-0,64	-0,07	4616,33
38	4617,47	0,29	-0,17	-6,46	-6,63	-2,05	-0,74	-0,09	4615,96
39	4616,33	0,29	-0,164	-1,38	-1,54	-0,48	-0,17	-0,02	4615,76
40	4618,08	0,26	-0,135	-7,02	-7,15	-2,21	-0,8	-0,11	4616,53
41	4617,69	0,23	-0,11	-7,61	-7,72	-2,38	-0,86	-0,13	4616,07
42	4618,05	0,18	-0,125	-7,78	-7,9	-2,44	-0,88	-0,15	4616,47
43	4617,96	0,14	-0,153	-7,95	-8,1	-2,5	-0,91	-0,17	4616,4
44	4618,26	0,09	-0,132	-7,7	-7,83	-2,42	-0,88	-0,19	4616,82
45	4616,56	0,06	-0,154	-1,38	-1,53	-0,47	-0,17	-0,02	4616,21
46	4618,26	0,05	-0,154	-6,8	-6,95	-2,15	-0,78	-0,21	4617,05
47	4617,92	0,05	-0,128	-7,19	-7,32	-2,26	-0,82	-0,25	4616,68
48	4618,08	0,05	-0,128	-8,48	-8,61	-2,66	-0,96	-0,26	4616,59
49	4617,1	0,06	-0,132	-6,17	-6,3	-1,94	-0,71	-0,23	4616,03
50	4616,55	0,07	-0,16	-1,38	-1,54	-0,48	-0,17	-0,02	4616,19
51	4614,76	0,06	-0,095	6,54	6,445	1,99	0,72	0,28	4615,68

Fortsetzung nächste Seite

Fortsetzung

Nr. Nr.	Mittelwert [mgal]	Gang-korrektur	Tellerhöhe [m]	z-Koord. [m]	(h-H) [m]	Korrekturen Höhe	Bouguer	Breite	Endwert [mgal]
52	4612,14	0,06	-0,078	9,02	8,942	2,76	1	0,35	4613,49
53	4615,17	0,05	-0,181	-0,4	-0,58	-0,18	-0,07	0,25	4614,75
54	4614,71	0,05	-0,148	1,42	1,272	0,39	0,14	0,23	4614,68
55	4616,57	0,05	-0,177	-1,38	-1,56	-0,48	-0,17	-0,02	4616,23
56	4614,68	0,07	-0,165	9,1	8,935	2,76	1	0,11	4616,26
57	4616,75	0,08	-0,126	2,02	1,894	0,58	0,21	0,08	4616,96
58	4617,22	0,08	-0,117	-3,42	-3,54	-1,09	-0,4	0,06	4616,38
59	4616,87	0,1	-0,165	-4,32	-4,48	-1,38	-0,5	0,04	4615,85
60	4616,81	0,1	-0,1	-2,28	-2,38	-0,73	-0,27	0,02	4616,22
61	4616,46	0,11	-0,16	0	-0,16	-0,05	-0,02	0	4616,32
62	4616,52	0,11	-0,162	-1,38	-1,54	-0,48	-0,17	-0,02	4616,12
63	4616,44	0,18	-0,156	-1,38	-1,54	-0,47	-0,17	-0,02	4615,98
64	4616,58	0,18	-0,154	-3,41	-3,56	-1,1	-0,4	-0,03	4615,73
65	4617,18	0,18	-0,133	-4,35	-4,48	-1,38	-0,5	-0,05	4616,17
66	4617,67	0,18	-0,148	-5,58	-5,73	-1,77	-0,64	-0,07	4616,43
67	4617,48	0,18	-0,134	-6,46	-6,59	-2,03	-0,74	-0,09	4616,1
68	4617,95	0,17	-0,12	-7,02	-7,14	-2,2	-0,8	-0,11	4616,49
69	4616,46	0,16	-0,162	-1,38	-1,54	-0,48	-0,17	-0,02	4616,02
70	4617,86	0,12	-0,104	-7,61	-7,71	-2,38	-0,86	-0,13	4616,35
71	4617,79	0,11	-0,09	-7,78	-7,87	-2,43	-0,88	-0,15	4616,28
72	4617,98	0,08	-0,106	-7,95	-8,06	-2,49	-0,9	-0,17	4616,49
73	4617,95	0,06	-0,117	-7,7	-7,82	-2,41	-0,87	-0,19	4616,55
74	4617,89	0,03	-0,138	-6,8	-6,94	-2,14	-0,78	-0,21	4616,71
75	4616,62	-0,01	-0,153	-1,38	-1,53	-0,47	-0,17	-0,02	4616,35

Tabelle B.5: Bougeranomalie

Messpunkt	g korrigiert
A -14	4616,69
A -13	4616,66
A -12	4616,48
A -11	4616,79
A -10	4616,54
A -9	4616,56
A -8	4616,34
A -7	4616,26
A -6	4616,42
A -5	4616,17
A -4	4616,35
A -3	4616,17
A -2	4616,1
A -1	4616,16
A 0	4616,28
A 1	4616,2
A 2	4616,13
A 3	4616,38
A 4	4616,47
A 5	4616,16
A 6	4616,07

(a) Profil A

Messpunkt	g korrigiert
B -2	4614,7
B -1	4614,72
B 0	4615,56
B 1	4613,62

(b) Profil B

C Seismik

Tabelle C.1: Ergebnisse der Seismikauswertung Profillinie A

Gruppe	Auslage	Dicken Schusspunkt			Dicken Gegenschusspunkt			Geschwindigkeiten			
		1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	4.
A	1	3,5			2,2				1080	2750	
B	4	3		21,95	3		21,95	940		2410	5740
B	3	3,3	11		3,3	11,3		950	1440	2550	
B	2	4,2			4,9			730		2120	
B	1	3,5	12,7		3,5	14,5		690	1780	2600	
C	4	3			3,9			1100		2470	
C	3	3			5,8			1110		2690	
C	2	2,4		9,65	3,5		7,25	1100		2020	3180
C	1	3,5			2,7			790		2320	
D	3	5,7			3,2			650		1820	4220
D	2	3,7			3,8			650		2200	
D	1	3,4			3,9			505		2170	
E	5	2,4	12		2,6	11,2		470	1330	2360	3900
E	4	3	16,1		1,7	19,7		650	1490	2470	2900

Tabelle C.2: Ergebnisse der Seismikauswertung Profillinie B

Gruppe	Auslage	Dicken Schusspunkt			Dicken Gegenschusspunkt			Geschwindigkeiten			
		1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	4.
E	3	3,1	13,7		2,9	19,9		620	1110	2600	3200
E	2		8,7			13,2		720		2360	
E	1	2,5	14		5	10,6		740	970	2250	3080
A	3	5,7	12,1		6,1	22,2		530	1220	2670	3960