Geo Zentrum Nordbayern

2

Erkundung des geologischen Untergrundes in Nordost-Bayern als Grundlage zur Bewertung des geothermischen Potenzials

Schweremodellierung des nördlichen Fränkischen Beckens: Granite im tiefen Untergrund?

Schaarschmidt, A.[1], Dietl, C.[1]*, Gabriel, G.[2], de Wall, H.[1]

FRIEDRICH-ALEXANDER UNIVERSITÄT ERLANGEN-NÜRNBERG

[1]GeoZentrum Nordbayern FAU Erlangen-Nürnberg

[2]Leibniz Institute for Applied Geophysics

*carl.dietl@fau.de

Einleitung

Im Untergrund verborgene Granitkörper sind potentielle Wärmequellen für geothermale Energie. Sie können mit Hilfe von geophysikalischen Untersuchungsmethoden wie Messungen des Schwerefeldes detektiert werden. Eine lokale negative Anomalie des Schwerefeldes (-46 mgal) tritt westlich von Bayreuth im Gebiet des Fränkischen Beckens auf. Diese Anomalie liegt in streichender Verlängerung der Granite des Fichtelgebirges. Zudem befindet sie sich am SW-Rand der geothermischen Anomalie von Oberfranken. Die Thermalbohrung Obernsees Th1 liegt am Westrand der Schwereanomalie von Bayreuth und damit noch im Bereich der genannten geothermischen Anomalie; sie weist daher einen erhöhten geothermischen Gradienten auf. Genauere Informationen zur Bohrung Obernsees Th1 finden Sie auf dem Poster „Makro- und Mikrostrukturen im Grundgebirge- Informationen aus der Bohrung Obernsees“.

Granitische Schmelzen können tiefreichende Störungszonen für ihren Aufstieg nutzen. Besonders „attraktiv“ für den Granitaufstieg sind Kreuzungspunktesolcher Störungszonen mit den variszisch streichenden Großstrukturen.

Zur Bewertung und Interpretation der „Bayreuth Anomalie“ ist eine Schwerefeldmodellierung (Programmpaket IGMAS+: Interactive Geophysical Modelling Assistent der Fa. Transinsight GmbH, Dresden; Schmidt et al. 2011) durchgeführt worden. Die Rohdaten wurden vom LIAG zur Verfügung gestellt.

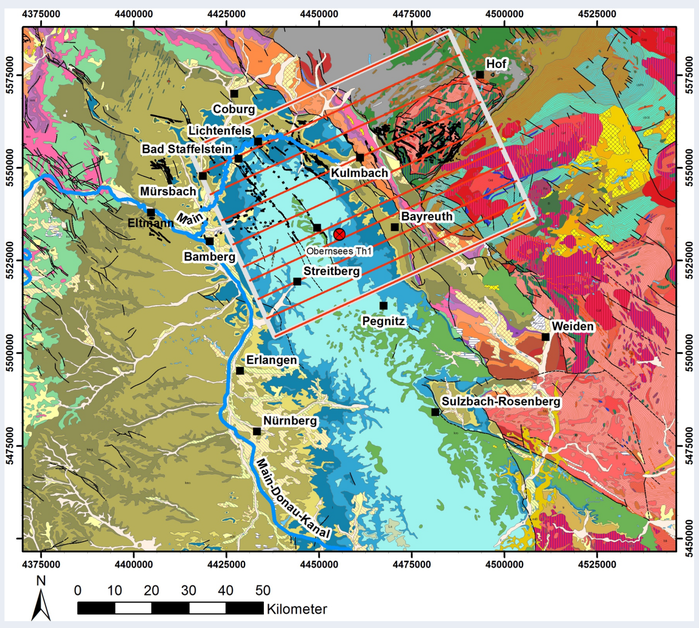

Abbildung 1: Geologische Karte des nördlichen Fränkischen Beckens und des im Osten angrenzenden Grundgebirgaufbruches zwischen Teuschnitzer Mulde im Nordwesten und Oberpfalz im Südosten. das Grundgebirge wurde entlang der krustenmaßstäblichen Störungen Fränkische Linie und Bayerischer Pfahl gegenüber dem mesozoischen Deckgebirge des Fränkischen Beckens herausgehoben.
Gezeigt wird in der Karte außerdem das Gebiet der Schwerefeldmodellierung mit Lage der einzelnen Modellierebenen. Die Bohrung Obernsees ist gekennzeichnet.

Gravimetrie

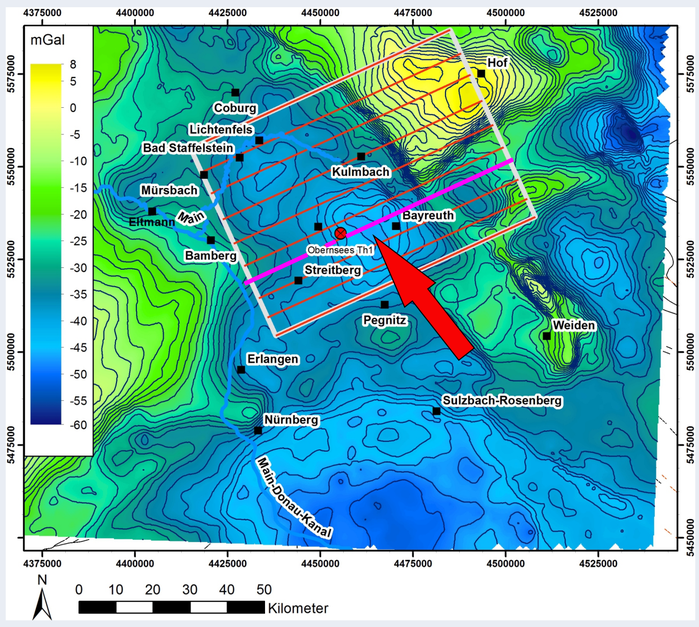

Abbildung 2: ungefilterte Schwerekarte des nördlichen fränkischen Beckens und des angrenzenden Fichtelgebirges bzw. der Oberpfalz. Markante Strukturen in den östlichen Kristallingebieten sind die positiven Schwereanomalien der Münchberger Gneismasse (südwestlich von Hof) und der Zone von Erbendorf-Vohenstrauß (nördlich von Weiden in der Oberpfalz), sowie die negativen Schwereanomalien der Fichtelgebirgs- und Oberpfalzgranite. Die hier bearbeitete negative Schwereanomalie westlich von Bayreuth ist durch einen Pfeil gekennzeichnet.

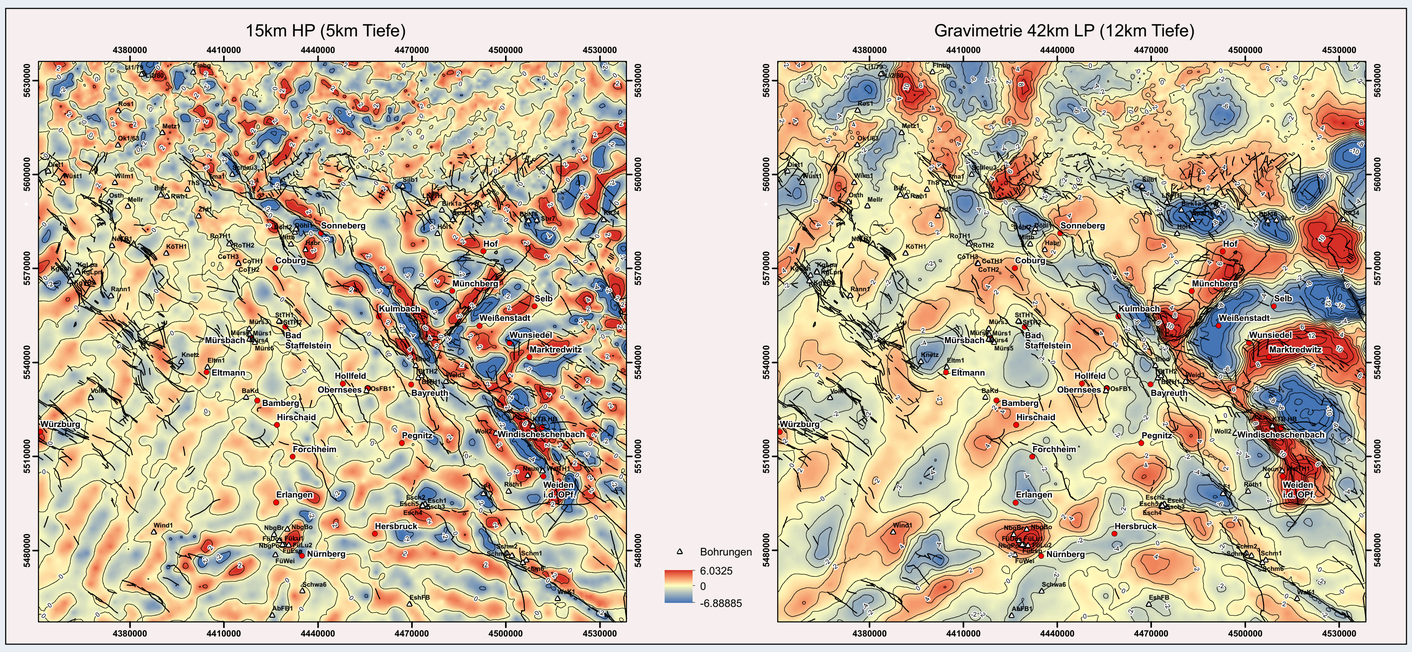

Abbildung 3: Vergleich der Schwerefeldanomalienmuster für verschiedene Tiefenschnitte (Filterungen). Links: Hochpassfilterung mit 15 km Grenzwellenlänge; rechts: Tiefpassfilterung mit 42 km Grenzwellenlänge. Die Obergrenze des Anomalienkörpers bei Bayreuth erscheint erst in einer Tiefenlage von 10 bis 12 km (rechte Karte:) und ist an NW-SE-Störungen versetzt. Die beiden Karten zeigen zudem, dass das variszische, NE-SW-streichende Strukturmuster, hier zu sehen in der Aufreihung positiver bzw. negativer Anomalien, in NE-SW-Richtung ebenfalls erst in größerer Teufe auftritt, während die NW-SE-streichende Fränkische Linie die oberflächennäheren Krustenbereiche dominiert.

Modellierung mit IGMAS+

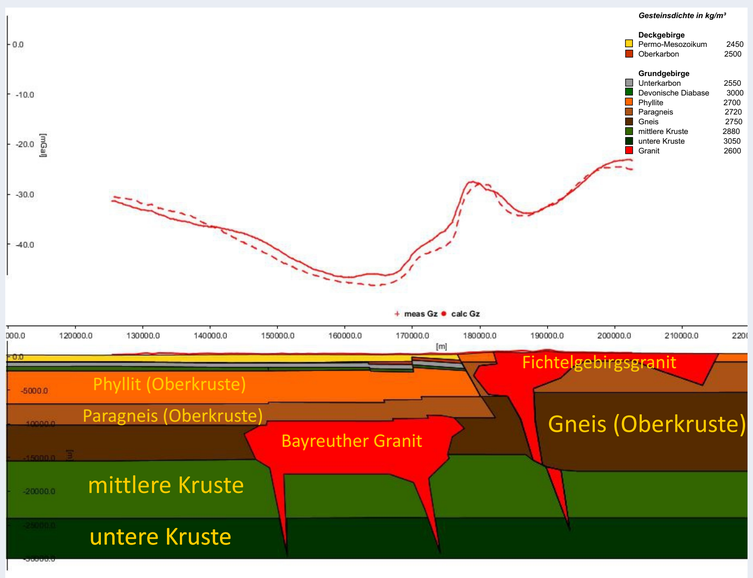

Abbildung 4: Im Modelliergebiet (siehe Abbildungen 1, 2 und 5) wurde das Schwerefeld entlang von zehn NE-SW-Profilen modelliert. Hier wird exemplarisch die Modellierungsebene 4 gezeigt, der die negative Schwereanomalie von Bayreuth und auch den Fichtelgebirgspluton quert. Das gemessene Schwerefeld erscheint im Plot oben als gestrichelte rote Linie, das auf der Basis des Modells gerechnete Schwerefeld als durchgezogene rote Linie. Die durch den Fichtelgebirgspluton verursachte negative Schwereanomalie lässt sich im Modell durch den Förderkanal des Magmas gut nachvollziehen. Der Aufstiegsweg des Plutons ist an die Fränkische Linie gebunden.
Die negative Anomalie im Raum Bayreuth lässt sich gut durch einen Granitkörper in ca. 10 km Tiefe erklären. Dieser „Bayreuther Granit“ wird im Modell durch zwei krustenmaßstäbliche Störungszonen gespeist.

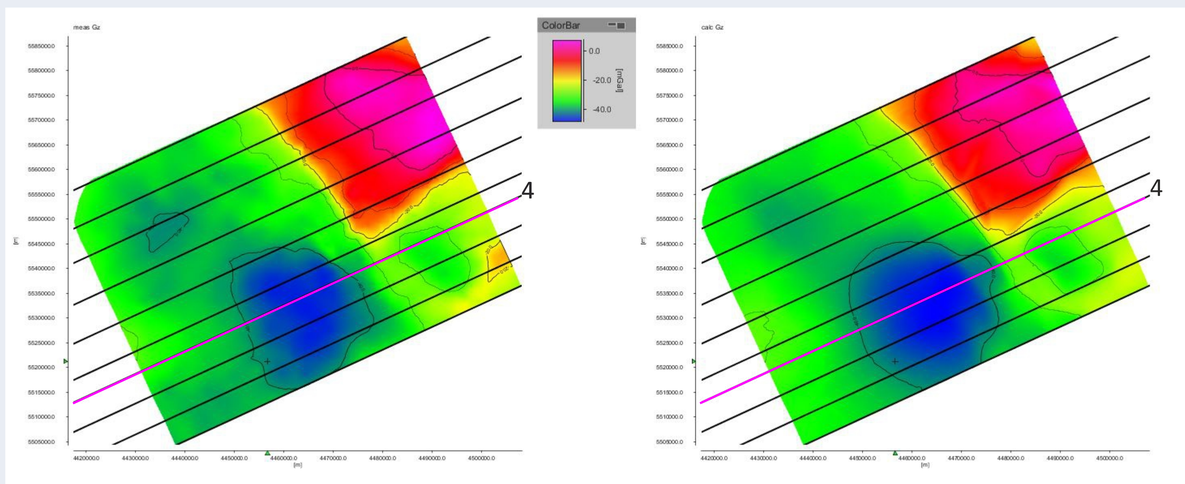

Abbildung 5: Der Vergleich vom gemessenen Schwerefeld im gesamten Modellgebiet (links) mit dem gerechneten zeigt eine gute Korrelation des Modelldatensatzes mit der Natur. Der modellierte Krustenaufbau mit dem granitischen Intrusivkörper westlich von Bayreuth und den (Ultra-)Basiten der Münchberger Gneismasse im Nordosten des Modellgebietes erklärt das beobachtete Anomalienmuster.

Strukturelle Kontrolle der Granitplatznahme

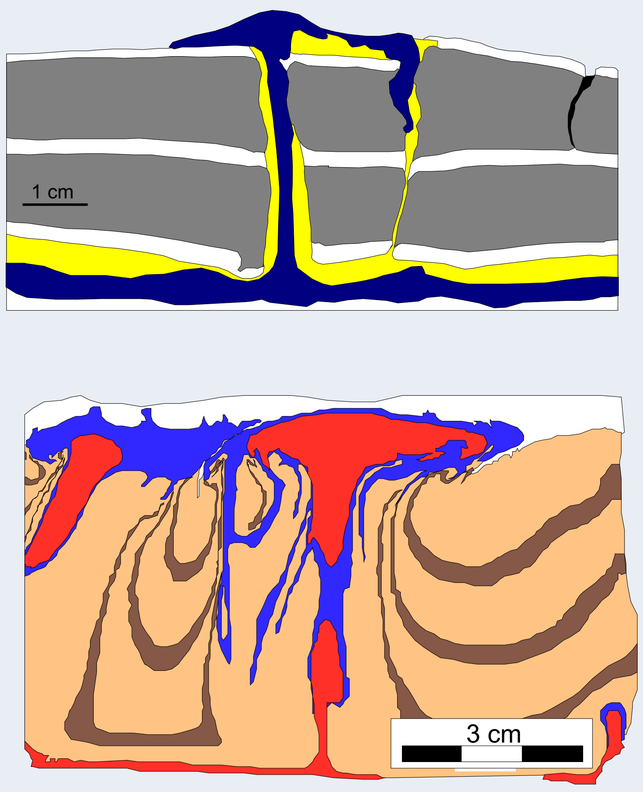

Abbildung 6: Zentrifugalmodelle zur Platznahme von Granitplutonen (oben: Dietl et al. 2006; unten Dietl & Koyi 2002) zeigen, dass aufsteigendes Material (teilaufgeschmolzenes Gestein in der Natur bzw. niedrigviskoses Silikon im Modell) sein Auflager bevorzugt entlang von Schwächezonen durchdringt. Im Modell oben handelt es sich dabei um tiefreichende Scherbrüche, im Modell unten um die Aufstiegspfade einer ersten Intrusionsgeneration (in blau) entlang deren das rot eingefärbte Silikon aufsteigt.

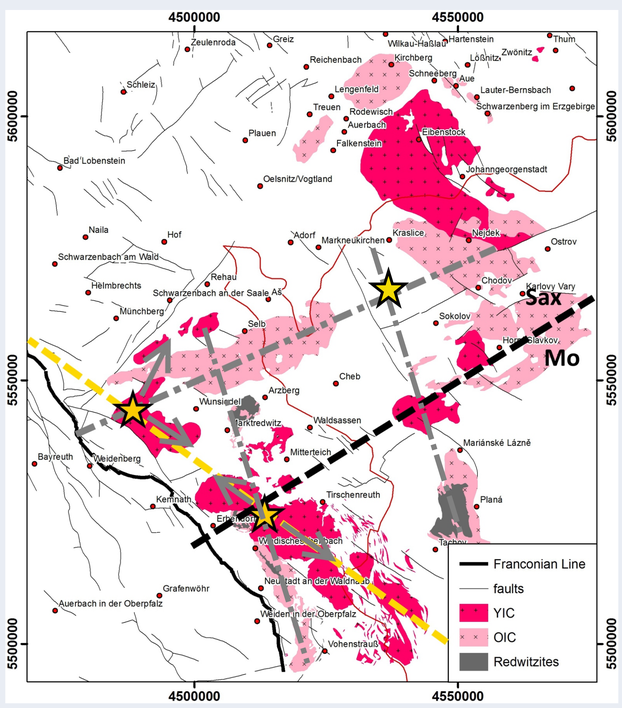

Abbildung 7: Ein genauer Blick auf die Karte der Fichtelgebirgsgranite und Oberpfalzplutone zeigt die strukturelle Kontrolle des Aufstiegs und der Platznahme der Intrusivkörper. Während die älteren Granite (OIC: 340-325 Ma alt; Siebel et al. 1997) an NE-SW und NNW-SSE-verlaufende Strukturen (graue Strich-Punkt-Linien) gebunden sind, folgen die jüngeren Plutone (YIC: 305-295 Ma; Siebel et al. 1997) NW-SE streichenden Großstrukturen, wie z.B. der Fränkischen Linie. Kreuzungspunkte dieser Lineamente fungieren als Aufstiegszentren (gelbe Sterne) der Granitoide. Außerdem gezeigt wird die Sutur zwischen Saxothuringikum (Sax) und Moldanubikum (Mo) als schwarze, gestrichelte Linie.
Die strukturelle Kontrolle der Platznahme in der Natur entspricht den Beobachtungen im Analogmodell.
Für die Verbreitung von Granitkörpern im Untergrund des Fränkischen Beckens sollte dieses Modell berücksichtigt werden.

Literatur

Dietl, C., Koyi, H.A. (2002): Emplacement of nested diapirs: results of centrifuge modelling. In: Schellart, W.P., Passchier, C. (2002): Analogue modelling of large-scale tectonic processes. Journal of the Virtual Explorer, 7, 79 - 86.

Dietl, C., Koyi, H.A., de Wall, H., Gß§mann, M. (2006): Centrifuge modelling of plutons intruding shear zones: application to the Fürstenstein Intrusive Complex (Bavarian Forest, Germany). Geodinamica Acta 19, 165-184.

Schmidt, S., Plonka, C., Götze, H.-J. & Lahmeyer, B. (2011). Hybrid modelling of gravity, gravity gradients and magnetic fields. - Geophysical Prospecting, 59 (6): S. 1046-1051.

Siebel, W.; Trzebski, R.; Stettner, G.; Hecht, L.; Casten, U.; Höhndorf, A.; Müller, P. (1997): Granitoid magmatism of the NW Bohemian Massif revealed: gravity data, composition, age relations and phase concept. - Geol. Rundsch. 86: 45-63