

Bodenmagnetik und Radiometrie
auf der Kernfläche
der KTB-Lokation Oberpfalz

H. C. Soffel
A. Schult
R. Waitz



**BODENMAGNETIK UND RADIOMETRIE AUF DER KERNFLÄCHE
DER KTB-LOKATION OBERPFALZ**

H. C. Soffel, A. Schult, R. Waitz

Zusammenfassung

Eine kräftige positive Anomalie des Magnetfeldes im Westen des Meßgebietes wird durch einen dort kartierten Amphibolit verursacht. Ein anderer Amphibolitkörper weiter östlich zeigt keine magnetische Anomalie, desgleichen zeigten sich erwartungsgemäß über den Graniten und Gneisen auch keine magnetischen Anomalien.

Die Granite im Meßgebiet lassen sich radiometrisch hervorragend kartieren. Die Verteilung der Amphibolite und Gneise ist aus den radiometrischen Karten nicht ersichtlich. Störungszonen deuten sich an, sodaß die Radiometrie zu deren Kartierung geeignet erscheint.

Prof. Dr. H.C. Soffel, Prof. Dr. A. Schult, R. Waitz
Institut für Allgemeine und Angewandte Geophysik
Ludwig-Maximilians-Universität München
Theresienstr. 41
8000 München 2

Einleitung

Das für die KTB-Lokalisation vorgesehene Gebiet liegt zwischen Naabdemenreuth, Gerbersdorf und Nottersdorf an der Verbindungsstraße von Windischeschenbach nach Erbdorf im Landkreis Neustadt a.d. Waldnaab. Das im Dezember 1986 vermessene Areal umfaßt eine Fläche von 72 ha und bildet ein mit der Längskante in NW-SE Richtung gelegenes Rechteck von 900 m x 800 m (Abb. 1). Die Topographie wird von einem in E-W streichenden Hügelkamm bestimmt, der im NW-Teil steil zum Fichtelnaabtal abfällt. Nur dieser Bereich ist von Wald bedeckt, die übrige Fläche wird als Acker- und Grünland genutzt.

Abbildung 2 zeigt eine geologische Skizze nach Stettner (1987, unveröffentlicht). Im Norden greift ein vom Waldnaabtal abgetrennter Teil des Falkenberger Granits auf das Gebiet über. Den restlichen Geländeteil nehmen Amphibolite und Gneise ein, welche durch tektonische Vorgänge stark zerteilt wurden. Der Granitkörper und die Gneise werden von mehreren Quarzgängen durchzogen.

Graphische Darstellung der Meßwerte

Die Karten auf Abb. 2 - 7 stellen das Meßgebiet im Maßstab von ca. 1:6000 dar. Die Profillinien mit 100 m Abstand sind jeweils eingetragen. Die Bezeichnungen der Profile wurden von der bereits vorhandenen Auspflockung des Geländes übernommen, dadurch bedingt erfolgt die Nummerierung in einem Linkssystem. E entspricht den NW-SE und S, den von NE nach SW verlaufenden Profilen.

Zur Erstellung der Isolinien wurde aus den Meßpunkten ein äquidistantes Punktnetz mit 25 m Abstand berechnet. Dabei wird der Wert des Äquidistanzpunktes aus mehreren benachbarten Meßpunkten errechnet, die nach Entfernung gewichtet in die Rechnung eingehen. Dieser Algorithmus unterdrückt separate Minima und Maxima und bewirkt eine Glättung der Isolinien.

Die Schraffur wird zu größeren Werten hin dichter. Um die Übersichtlichkeit zu erhöhen, sind bei den Karten zur Radiometrie Isolinien, die größere Gebiete umfassen, besonders hervorgehoben.

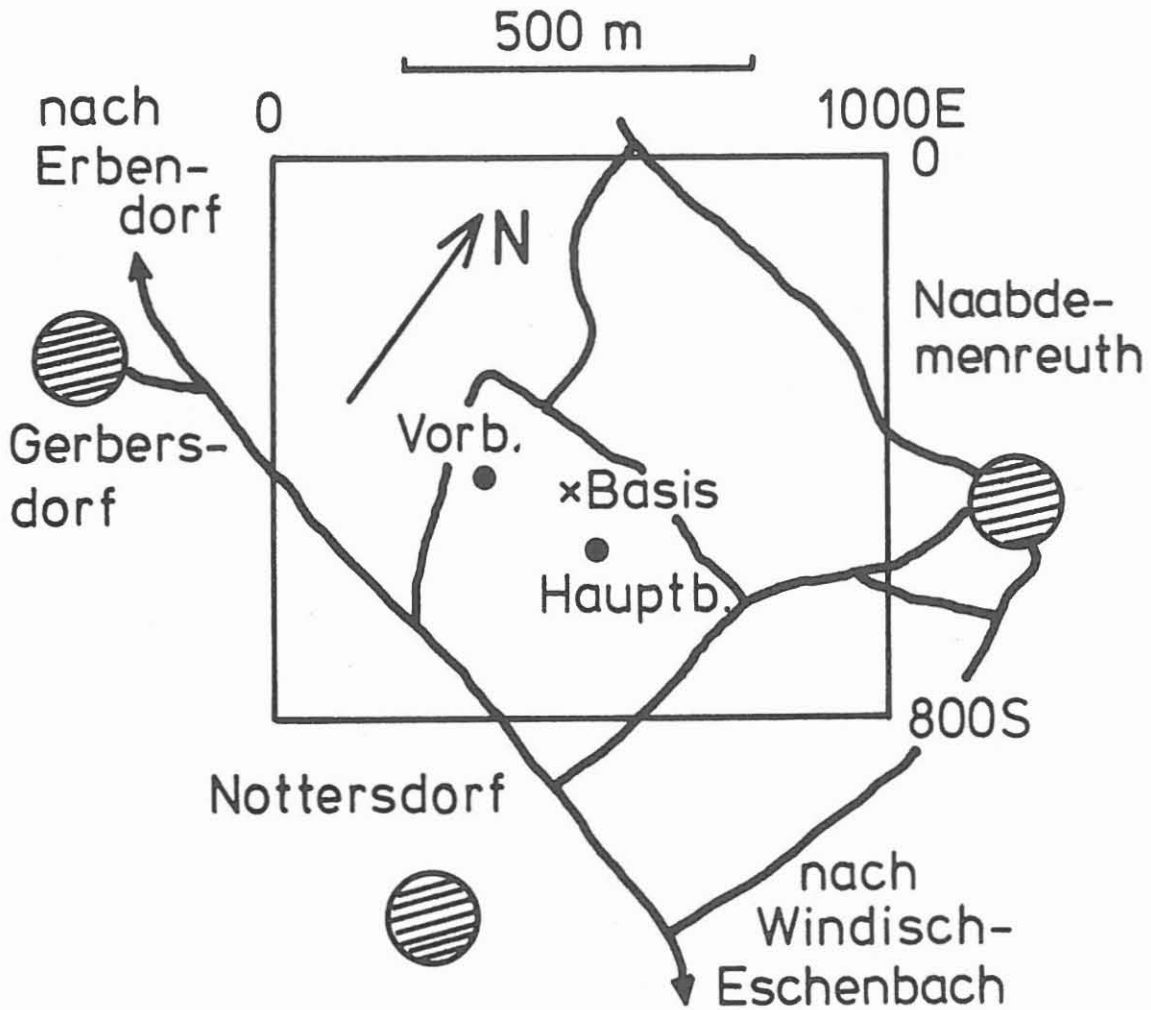


Abbildung 1

Kartenskizze mit der Lage der Meßfläche in Bezug auf die benachbarten Orte. VB: Vorbohrung; HB: Hauptbohrung; B: Basisstation der Feldmagnetik.

Geologie (nach G. Stettner, 1987)

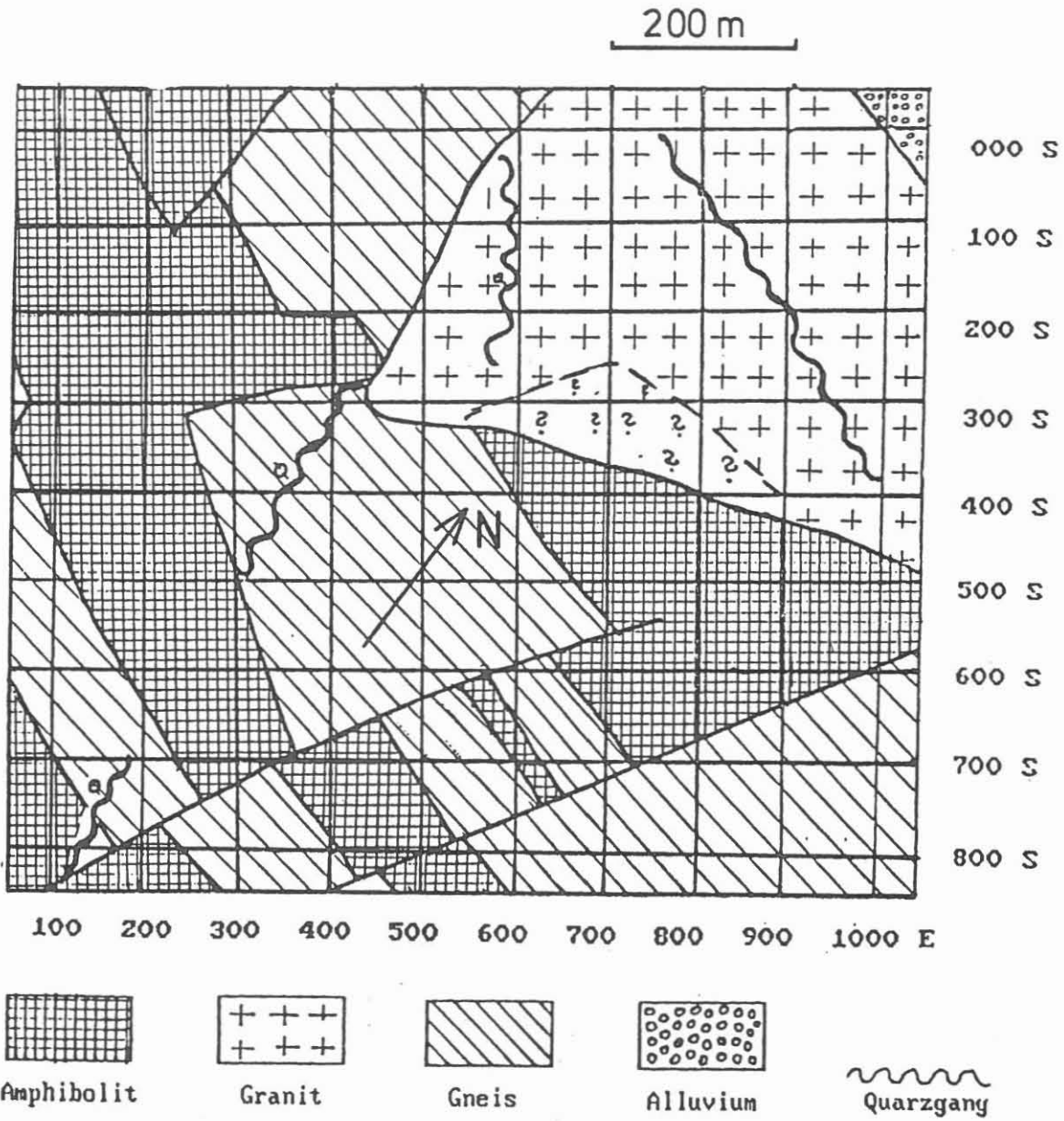


Abbildung 2
Geologische Karte der Meßfläche nach einer unveröffentlichten Skizze von Stettner, Bayerisches Geologisches Landesamt, München (1987).

Bodenmagnetik (Totalintensität)

Es wurden 17 in NE-SW Richtung und 19 in NW-SE Richtung verlaufende Profile in einem Abstand von 50 m mit insgesamt 2763 Punkten vermessen. Die Entfernung der Punkte innerhalb der Profile betrug 10 m. Zur Messung der Feldwerte diente ein G-856 Protonenmagnetometer mit digitalem Datenspeicher der Firma Geometrics.

Die zur Korrektur der zeitlichen Magnetfeldvariationen eingerichtete Basisstation lag innerhalb des Meßgebiets bei (530E, 480S) auf dem topographisch höchsten Punkt (Punkt B in Abb. 1). Dies war nötig, da keine zusätzliche Person für die Betreuung der Station zur Verfügung stand, um zum Beispiel Störungen durch Spaziergänger zu verhindern. Diese Basisstation war mit einem Elsec 820 Protonenmagnetometer bestückt, das automatisch im Minutenabstand die Werte aufzeichnete. Bei den Messungen im Dezember 86 betrug der maximale Tagesgang während der Messzeit etwa 10 nT, im April 87 etwa 20 nT. Der maximale Korrekturwert lag bei etwa 30 nT. Beide verwendeten Geräte erlauben ein direktes Einlesen der Daten über eine RS 232 Schnittstelle auf einen PC-Rechner. Mit diesem wurde die Sortierung der Feldwerte und die Basis-korrektur durchgeführt. Der Basisgang wurde innerhalb der Minutenabstände linear extrapoliert und bei der Ermittlung der Feldwerte berücksichtigt.

Die Isolinienkarte der Bodenmagnetik läßt sich grob in vier verschiedene Einheiten unterteilen: eine magnetisch ruhige Zone im Norden, ein Bereich im Osten mit einem kontinuierlichen Ansteigen der Werte, zwei kleine Nebenmaxima im Süden sowie einem stark gestörten Teil im Westen.

Die Werte des Erdmagnetfeldes über den Graniten im Norden des Meßgebietes zeigen nur geringe Schwankungen zwischen 47750 nT und 47800 nT. Diesem Wertebereich wurde deshalb in der Darstellung eine eigene Signatur gegeben. Eine eindeutige Abgrenzung der Granite zu den übrigen Einheiten läßt sich jedoch nicht treffen, da sich die Grenzen, je nach Wahl des Intervalls beliebig verschieben lassen. Lediglich bei 300 S / 400 E erlaubt der starke Gradient des Erdmagnetfeldes eine Festlegung der Grenzen des Granits.

Überraschenderweise wirkt sich der im SE an den Granitkörper anschließende Amphibolit nicht auf das Magnetfeld aus. Es muß sich also hier um eine Amphibolitvariante handeln, die sich eventuell genetisch von dem westlich davon gelegenen Amphibolitkörper unterscheidet. Unterschiedliche Gehalte an ferrimagnetischen Mineralien (Magnetit, Magnetkies) sind

wahrscheinlich die Ursache. Es lagen aber keine Gesteinsaufschlüsse vor, die eine Überprüfung durch gesteinsmagnetische Messungen erlaubt hätten. Der gesamte Ostteil des Meßgebiets wird bestimmt durch ein kontinuierliches Ansteigen der Werte von Nord nach Süd. Trotz des Vorkommens mineralogisch so unterschiedlicher Gesteine wie Gneis und Amphibolit läßt sich in diesem Teil keine Korrelation des Feldverlaufs zur Geologie feststellen.

Der ruhige Verlauf der Feldlinien wird in der Südecke durch das Auftreten zweier relativer Maxima unterbrochen. Diese liegen über einer Störung, die in SSW - NNO Richtung verläuft. Das größere der beiden Maxima bei 780 S / 300 E bildet die östliche Begrenzung eines ausgedehnten Amphibolitzuges, der das Meßgebiet in WO-Richtung durchzieht. Über diesem Körper zeigt das Erdmagnetfeld ein ausgesehntes Maximum, welches auf eine große Magnetisierung dieses Körpers zurückzuführen ist. Zusätzlich ist das Magnetfeld in einigen Bereichen stark gestört, die Werte schwanken zwischen 47700 nT und 50000 nT. Diese Änderungen werden durch die glättende Wirkung des weiter oben erwähnten Algorithmus bei der Erstellung des Isolinienplanes unterdrückt, treten aber bei den Meßdaten deutlich hervor, z.B. bei 300 E / 250 S - 300 E / 400 S. Die großen Schwankungen auf engem Raum könnten auf oberflächennahe Vererzungen (Magnetit, Magnetkies) hindeuten.

Das Minimum der Magnetfeldwerte liegt über dem Gneiskörper im Westen des Granits, zwischen diesem Gebiet und dem Maximum liegt eine Zone mit großem Feldgradienten, welche von zahlreichen relativen Minima und Maxima gestört ist. Es könnte sich dabei ebenfalls um Vererzungen, oder aber um Blitzschlagmagnetisierungen des Amphibolits handeln, da dieser Bereich topographisch exponiert ist.

Zusammenfassend kann für die Magnetik gesagt werden, daß eine kräftige positive Anomalie im Westen des Meßgebietes durch den dort kartierten Amphibolit verursacht wird. Ein anderer Amphibolitkörper weiter östlich (siehe die geologische Skizze der Abbildung 2) zeigt keine magnetische Anomalie. Es ist wahrscheinlich, daß dieser Amphibolitkörper eine andere Vererzung aufweist und eventuell sogar eine andere Genese hat. Über den Graniten und Gneisen zeigten sich erwartungsgemäß keine magnetischen Anomalien. Die Magnetik eignet sich im Meßgebiet also nur zur Kartierung einiger besonders stark magnetischer Amphibolitkomplexe, während die anderen Gesteinsarten mit der Magnetik nicht weiter identifizierbar sind.

Bodenmagnetik Totalintensität in nT

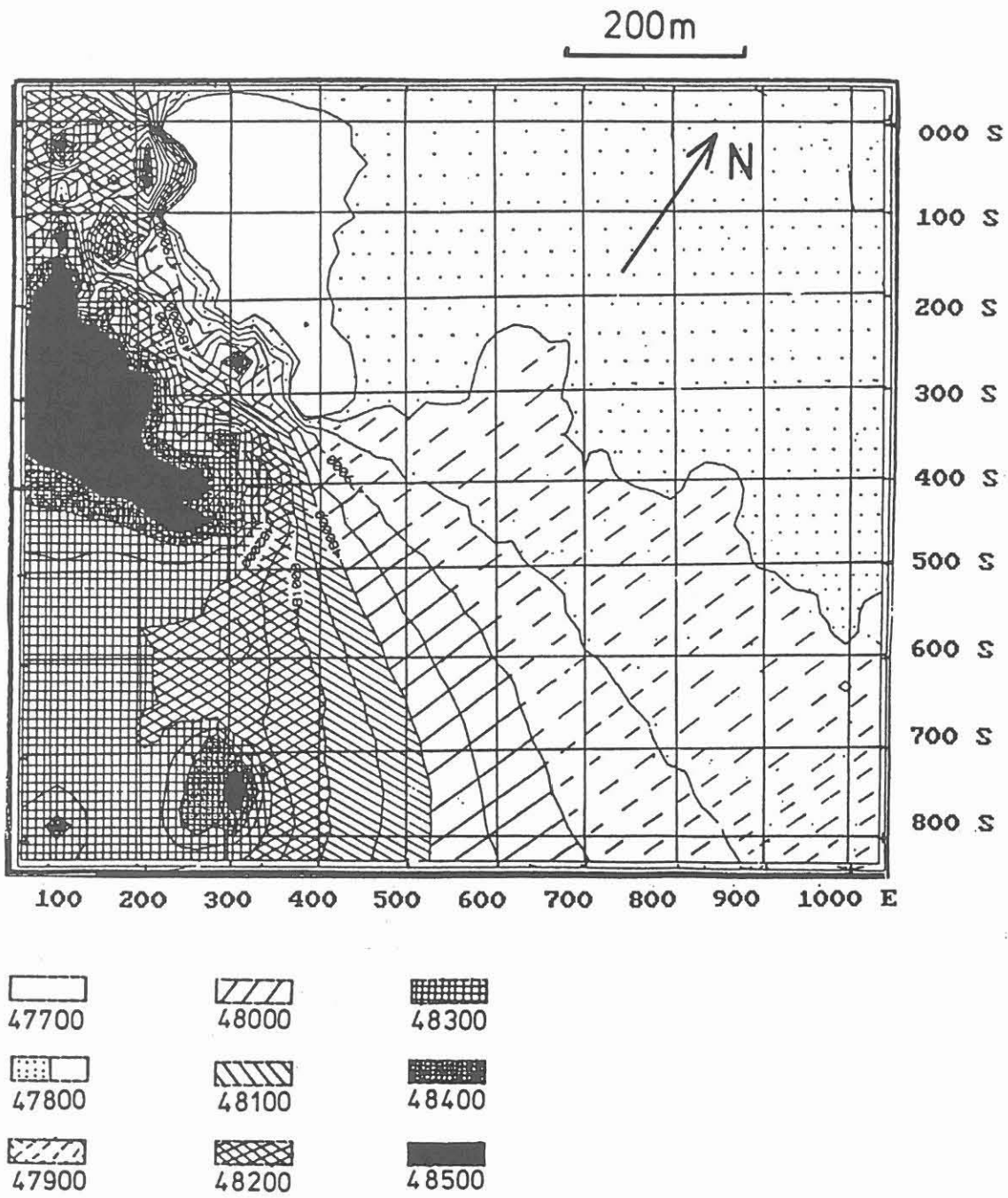


Abbildung 3
Karte der Bodenmagnetik (Totalintensität).

Gammaskopie

Im Rahmen der radiometrischen Arbeiten wurden auf dem 900 x 800 m großen Gelände 323 Punkte in einem äquidistanten Abstand von 50 m vermessen. Das verwendete Spektrometer GR - 310 von GEOMETRICS besitzt einen Meßbereich von 0.40 - 4.00 MeV. Es besteht zusätzlich die Möglichkeit, innerhalb von drei Fenstern die Uran- (1.44 - 1.86 MeV), Thorium- (2.42 - 2.82 MeV) und Kalium- (1.36 - 1.56 MeV)-Aktivität zu registrieren. Mit dem Gerät kann die Anzahl der Zerfälle innerhalb 1s, 10s, 100s und 1000s gemessen werden. Die Anzeige erfolgt in Zerfällen pro Sekunde (cps). Um eine hinreichende Genauigkeit in den Ergebnissen zu erhalten, wurde bei den vorliegenden Messungen für jedes Fenster über 100 s registriert. Die dadurch bedingte lange Meßzeit an jedem Punkt machte die Messung sehr zeitaufwendig. Mit moderneren Geräten ist ein wesentlich schnelleres Messen möglich. Das Gammaskopiegerät ist für den Halbraum geeicht. Bei der Durchführung der Messungen wurde durch sorgfältige Auswahl, gegebenenfalls durch Einebnung der näheren Punktumgebung Rechnung getragen. Der Zustand des Bodens war im Dezember je nach Wetter, Tageszeit und Exposition recht unterschiedlich. Die erste Schneebedeckung betrug ca. 4 cm, die maximale Frostschrift ungefähr 5 cm.

Die gemessenen Werte lagen für Uran bei 0.6 - 1.70 cps, für Thorium bei 0.50 - 1.30 cps, für Kalium bei 2.50 - 5.80 cps und bei der Totalmessung zwischen 25 und 70 cps. Als statistische Fehler bei 100 s Integrationszeit ergeben sich für Uran und Thorium ca. 10 %, für Kalium 6 % und für Total ca. 1.5 %.

Für den Halbraum errechnen sich die Konzentrationen laut Herstellerangabe wie folgt:

- a. U ppm = 13 (U cps - 0.83 TH cps)
- b. TH ppm = 28 (TH cps - 0.089 U cps)
- c. K % = 0.97 (K cps - 1.32 U cps - 0.1 TH cps)

Diese Umrechnung bedingt eine Vergrößerung des Fehlers bei der Konzentrationsermittlung. Besonders betroffen ist hierbei der Wert für Uran (Gleichung a.), da U in cps und Th in cps sich nur geringfügig unterscheiden. Dieser Fehler unterliegt statistischen Schwankungen. Er wird bei der Erstellung der Isolinienkarte eines Bereiches durch das Rechenprogramm zum Teil eliminiert, da über mehrere Meßpunkte gemittelt wird.

In den Isolinien-Plänen für die Totalintensität, für Uran, für Thorium und für Kalium (Abb. 4 - 7) treten die Maximalwerte über den Graniten im Norden des Meßgebietes deutlich hervor. Alle vier Isolinienpläne zeigen in diesem Bereich eine mehr oder weniger ausgeprägte Aufspaltung in ein Maximum und ein Nebenmaximum. Diesen Zonen folgen zwei, den Granit durchziehende Quarzgänge. Sie sind jedoch gegenüber diesen in NE-Richtung versetzt. Da an dieser Stelle die Topographie nach NE abfällt läßt sich diese Verschiebung durch Solifluktion erklären, weil bei der Radiometrie die oberen Bodenschichten den Meßwert entscheidend beeinflussen. Die Bearbeitung im Zuge der dort betriebenen Ackerwirtschaft verstärkt diesen Vorgang noch. Am ausgeprägtesten zeigt sich diese Aufspaltung im Thoriumgehalt, denn dort werden die beiden Zonen mit erhöhten Werten durch ein deutliches relatives Minimum getrennt.

Das im Nordeck in das Meßgebiet gerade noch hineinreichende Aluvium des Fichtelnaabtales macht sich bei Thorium und Kalium durch geringere Konzentrationen bemerkbar, bei der Total- und Uranmessung entsprechen die Werte denen des Granits.

Aufgrund der Daten der Radiometrie läßt sich sagen, daß der an der Südgrenze des Granits liegende Bereich, dessen Zuordnung in der geologischen Karte als unsicher gilt (?-Signatur), sehr wahrscheinlich nicht von Granit gebildet wird.

Die Verteilung der Amphibolite und Gneise ist aus den radiometrischen Karten nicht ersichtlich. Lediglich bei der Totalmessung lassen sich die Zonen mit 32-36 Zerfällen pro Sekunde grob mit den Amphiboliten, und die mit einer Zerfallsrate von kleiner 32 pro Sekunde mit den Gneisen korrelieren. Ausnahmen bilden hier, wie schon in der Bodenmagnetik, der im SE des Granits anstehende Amphibolit, mit niedrigen, und der SW des Granits liegende Gneis mit erhöhten Werten.

Zusammenfassend läßt sich für die Radiometrie sagen, daß sie sich in hervorragender Weise für die Kartierung der Granite eignet. Sehr wahrscheinlich ist sie auch zur Kartierung von Störungszonen eine geeignete Methode, jedoch wurde im Meßgebiet bisher mehr auf eine gleichmäßige Abdeckung der Fläche mit Meßpunkten als auf eine besondere Kartierung der Störungszonen Wert gelegt. Eine erhebliche Beschleunigung der Messungen könnte auch durch den Einsatz eines leistungsfähigeren Meßgeräts erreicht werden.

Radiometrie: Total in cps

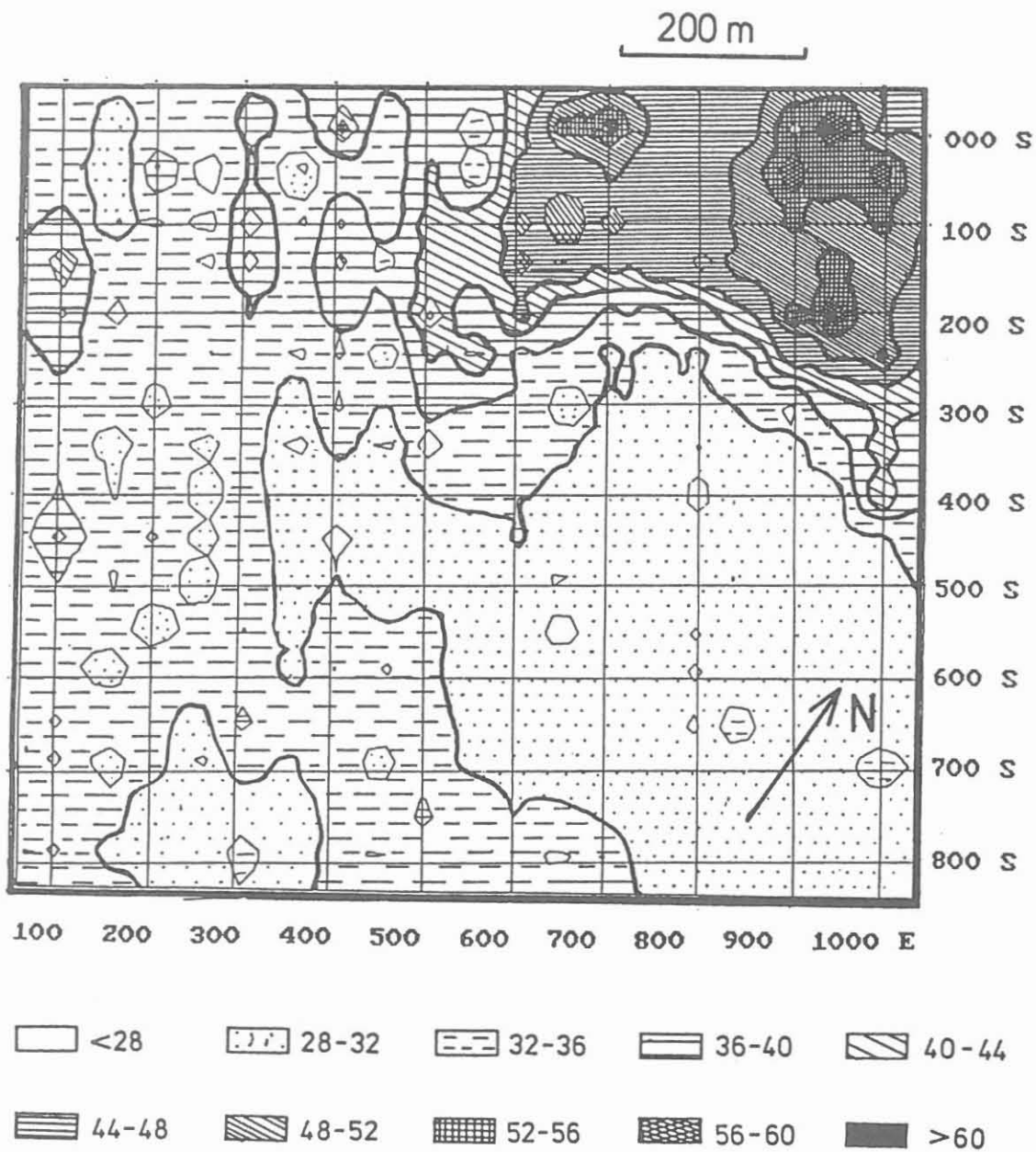


Abbildung 4

Karte der totalen Gamma-Intensität in cps (Zerfälle pro Sekunde, counts per second).

Radiometrie: Uran in ppm

200 m

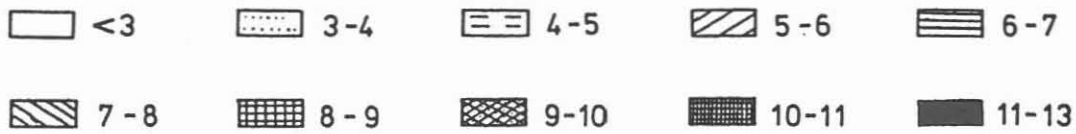
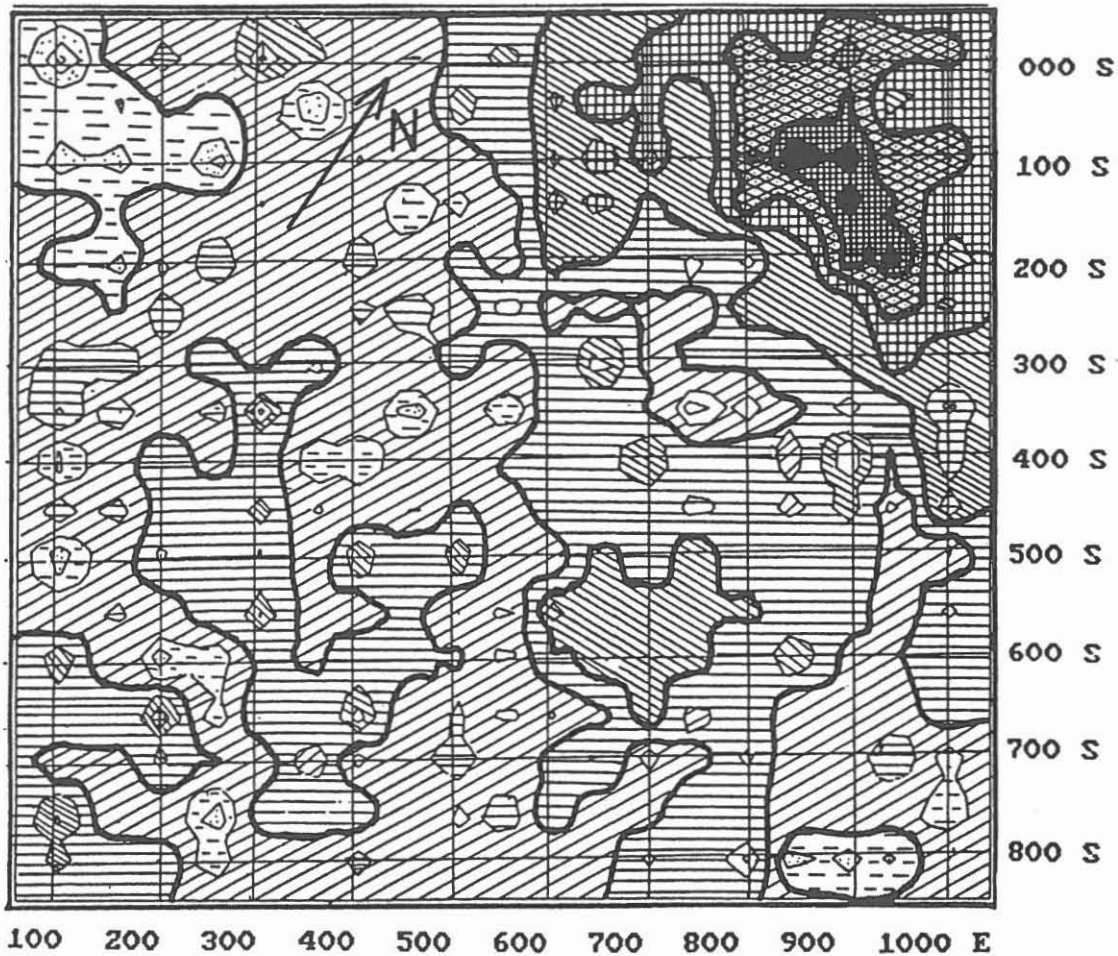


Abbildung 5

Karte der aus der spezifischen Gamma-Strahlung berechneten Gehalte an Uran in ppm.

Radiometrie: Thorium in ppm

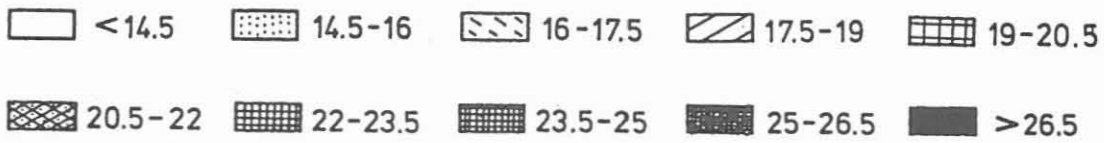
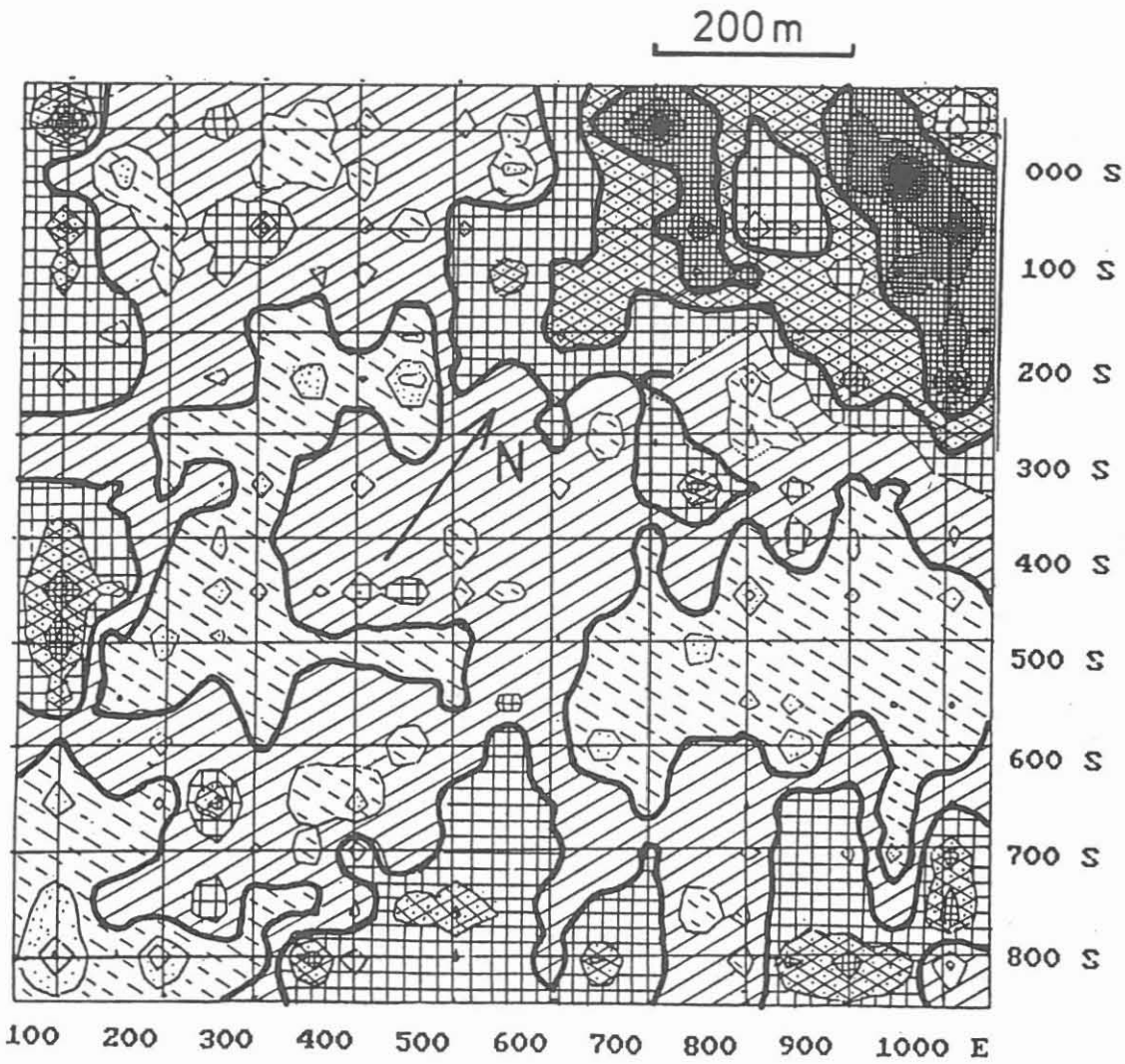


Abbildung 6

Karte der aus der spezifischen Gamma-Strahlung berechneten Gehalte an Thorium in ppm.

Radiometrie: Kalium in %

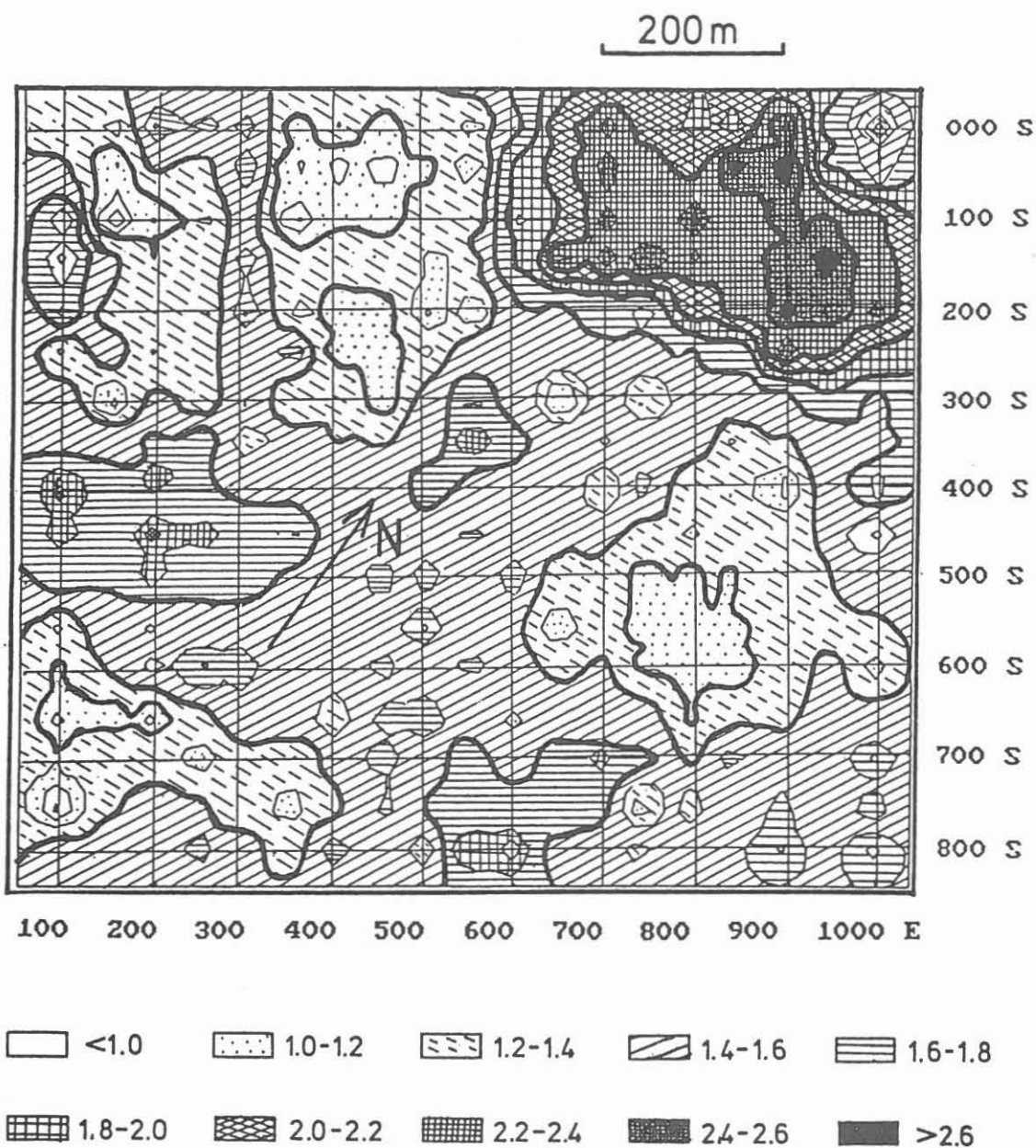


Abbildung 7

Karte der aus der spezifischen Gamma-Strahlung berechneten
Gehalte an Kalium in % .