

Kurzbericht über geomagnetische Profilmessungen im Bereich Schirmacher-Oase, Wohlthat-Massiv, Königin-Maud-Land, Ostantarktika

Von Ulf Bauerschäfer* und Werner Stackebrandt**

Zusammenfassung: Geomagnetische Feldmessungen im Gebiet Schirmacher-Oase - Wohlthat-Massiv und in der Untersee-Oase werden vorgestellt. Die Magnetfeldanomalien werden im Zusammenhang mit der Basifizierung der Kruste durch die Intrusion von Anorthositen, die an diesen Komplex gebundenen Ilmenitvererzungen, sowie die mit dem Gondwana-Zerfall verbundenen Basaltgangintrusionen diskutiert.

Summary: Ground-based geomagnetic field measurements in the area Schirmacher Oasis - Wohlthat Massif and in the Untersee Oasis are presented. The magnetic anomalies are discussed with respect to increasingly basic rock composition by anorthosite intrusion, ilmenite mineralization and intrusion of basic dikes during Gondwana break-up.

EINFÜHRUNG

Ausgehend von der deutschen Forschungsstation „Georg Forster“ wurden seit den 80er Jahren verstärkt geowissenschaftliche Untersuchungen im Königin-Maud-Land der Ostantarktis durchgeführt. Schwerpunkte dieser Arbeiten bildeten geologische, geographische und geophysikalische Geländeuntersuchungen im Bereich der Schirmacher-Oase sowie den südlich gelegenen Nunatakern einschließlich der nördlichen Ausläufer des Wohlthat-Massivs (SIMONOV et al. 1985, cum lit.). Im folgenden wird über geomagnetische Profilmessungen berichtet, die entlang einer geodätisch eingemessenen Trasse von der Schirmacher-Oase in Richtung Untersee sowie im Bereich der Untersee-Oase durchgeführt wurden. Diese Untersuchungen waren Bestandteil des wissenschaftlichen Programms der 3. (und letzten) Antarktisexpedition der DDR 1989/91. Diese Untersuchungen sollen künftig in gesamtdeutschen Projekten weitergeführt werden.

Geomagnetische Feldmessungen in der Schirmacher-Oase und deren Umgebung sind seit der Errichtung der ehemaligen DDR-Basis und späteren Georg-Forster-Station Bestandteil der Forschungsprogramme (DAMM 1983, SCHÄFER 1984, KOPSCH 1984). 1989/91 wurden drei Erkundungsfahrten mit Schlittenzügen zu Teilbereichen des Wohlthat-Massivs durchgeführt, wobei außerdem geodätische Arbeiten, meteorologische Strahlungsmessungen und Untersuchungen zur Hydrochemie und Bathymetrie ausgeführt wurden. Die geomagnetischen Arbeiten konzentrierten sich dabei auf Profilmessungen von der Schirmacher-Oase zur NW-Insel, zur Untersee-Oase (Abb. 1a) und auf detaillierte Untersuchungen innerhalb der Untersee-Oase (Abb. 2a). Die geomagnetischen Meßpunkte entlang der Trassen zur NW-Insel (Humboldtgebirge, Profil I in Abb. 1a, b) sowie zum Untersee (Wohlthat-Massiv, Profil II in Abb. 1a, b) entsprechen in ihrer Position den geodätischen Signalen; sie sind damit nachvollziehbar. Eine Wiederholungsmessung entlang der Trasse von der NW-Insel zur Schirmacher-Oase zeigte, daß die Signale nach einem Jahr weitgehend unverändert stehen. Für zukünftige Schlittenzüge zum Untersee wird wegen der hohen Schmelzwasser-Akkumulationen in den Depressionen empfohlen, die Trasse nicht im Januar zu befahren.

DURCHFÜHRUNG DER MESSUNGEN

Profil I (NW-Insel - Schirmacher-Oase) wurde bereits 1988 gemessen (WAGNER & LINDNER 1991), und während des Expeditionszeitraums wiederholt (GRONAK & BAUERSCHÄFER 1991; Abb. 1). Profil II (Untersee - Schirmacher-Oase) ist dagegen erstmals gemessen worden. Für die Feldmessungen stand ein Protonenmagnetometer zur Verfügung. Meßwertstreuungen blieben an magnetisch ruhigen Tagen unter 2 nT. Als Basis

* Dr. Ulf Bauerschäfer, Technische Hochschule Merseburg, Fachbereich Physik, Geusaer Straße, D-O-4200 Merseburg.

** Dr. Werner Stackebrandt, Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg, Stahnsdorfer Damm 77, D-O-1532 Kleinmachnow.

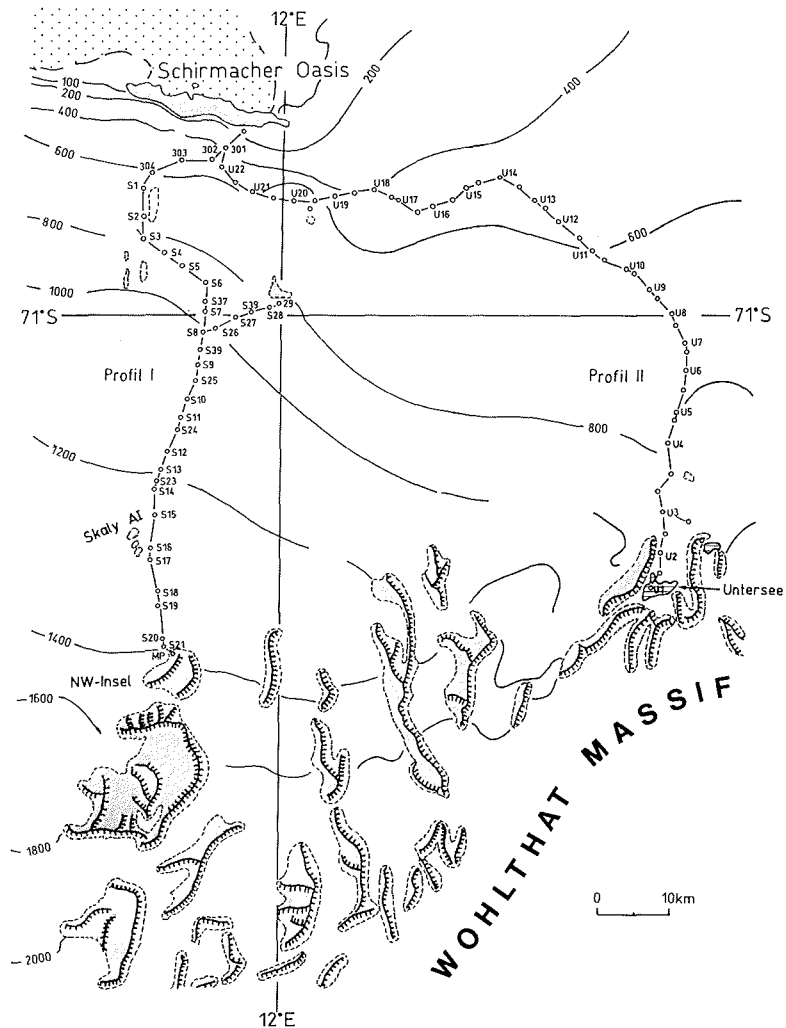


Abb. 1a: Gemessene Profile entlang der Trassen von der Schirmacher-Oase zur NW-Insel (Profil I) und von der Schirmacher-Oase zum Untersee (Profil II) mit eingezeichneten Signal-Nummern.

für die Reduktion der Meßwerte dienten die digital aufgezeichneten Werte der Totalintensität der Basisstation Georg-Forster. Die geomagnetischen Meßpunkte entlang Profil I befinden sich jeweils 100 m nördlich vom geodätischen Signal. Die Messungen mit der Sondenspule wurden 1,5 m über dem Eis sowie auf der Eisoberfläche ausgeführt. Um eventuelle Störquellen (z.B. alte Metallfässer) auszuschließen, wurde der lokale Gradient an jedem Meßpunkt durch vier weitere Messungen in N-, W-, S- und O-Richtung bestimmt. Der Abstand von 100 m zu den Kettenfahrzeugen erwies sich als ausreichend, da schon bei einem Abstand von 40 m kein Störsignal innerhalb der Meßgenauigkeit empfangen wurde. Die Werte ΔF der Trasse wurden als Differenz zur Basisstation berechnet. Ein regionales Normalfeld von 5 nT/km (LASTOCHKIN 1967) wurde von den Daten abgezogen.

Im Bereich der Untersee-Oase (Abb. 2a) wurde das Meßverfahren dahingehend verändert, daß das Protonenmagnetometer auf einen Holzschlitten montiert und die Sondenspule auf einem zweiten Holzschlitten im Abstand von 10 m angeordnet wurde. Diese Anordnung hat sich bei spaltenfreiem Eis gut bewährt. Auf dem Un-

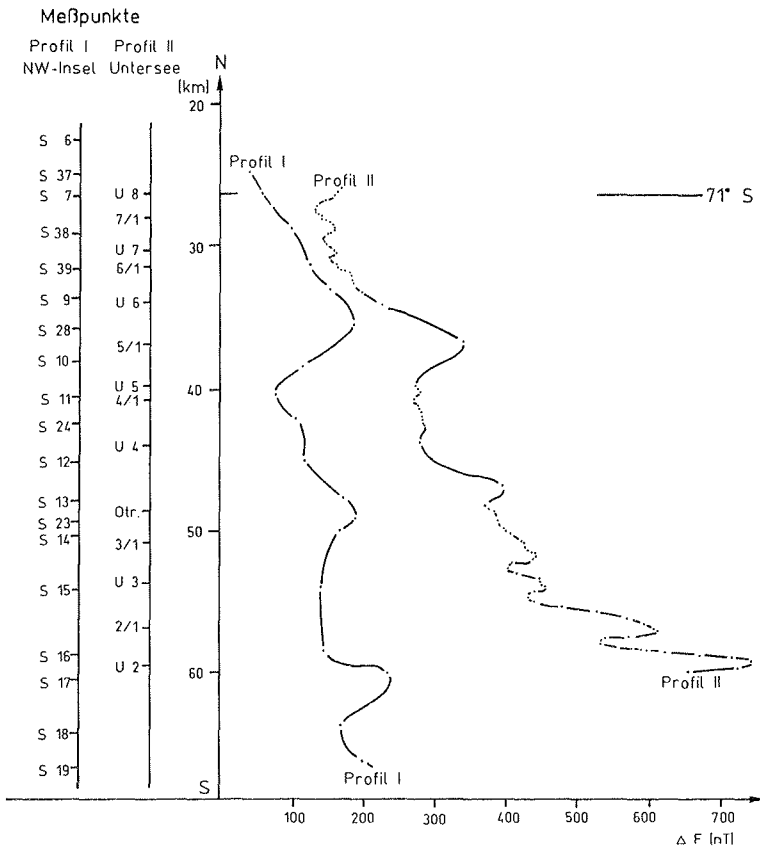


Abb. 1b: Profile der Totalintensität ΔF .

tersee wurden damit über 330 Meßpunkte aufgenommen. Der Abstand zwischen den Meßpunkten auf den Untersee- und Oberseeprofilen beträgt 84 m, wobei an jedem Meßpunkt zwei Messungen in Schlittenhöhe durchgeführt wurden. Die Isolinien der Totalintensität (Abb. 2c) wurden durch eine Fit-Prozedur angepaßt. Auf der Trasse Untersee - Schirmacher-Oase wurden ebenfalls quasi kontinuierlich mit dem Schlitten die Werte der Totalintensität registriert. Die Reduktion der Meßwerte der Totalintensität vom Ober- und Untersee erfolgte mit Hilfe der Werte der Georg-Forster-Station.

GEOLOGISCHE INTERPRETATION DER GEOMAGNETISCHEN PROFILE

Das Untersuchungsgebiet wird im wesentlichen durch Metamorphite des ostantarktischen Kratons sowie darin intrudierte Magmatite (Anorthositkomplex Eliseyev und Granitoide) aufgebaut. Das Basement ist analog zu den benachbarten Aufschlußbereichen polymetamorph geprägt und durch Vorherrschen von granulit-faziellen Gneisen unterschiedlicher Zusammensetzung charakterisiert. Nach WETZEL et al. (1991) gruppieren sich die Metamorphite des nördlichen Königin-Maud-Landes in zwei Haupttypen: dem älteren „Schirmacher Oasis Metamorphic Complex“ und dem auf diesen teilweise überschobenen „Nunataks Metamorphic Complex“, der durch höhere Kalksilikatanteile sowie sillimanitführende Metamorphite charakterisiert ist. Die Grenze zwischen beiden Einheiten ist in den Nunatakern Paletz und Kit aufgeschlossen; ihr absätziger Verlauf ist vermutlich durch nachträgliche blocktektonische Bewegungen bedingt. Das Streichen der beiden Serien verläuft WSW-ENE. Mit der vermutlich proterozoischen Hauptdeformation ist die Anlage von gleichorientierten Überschiebungen verbun-

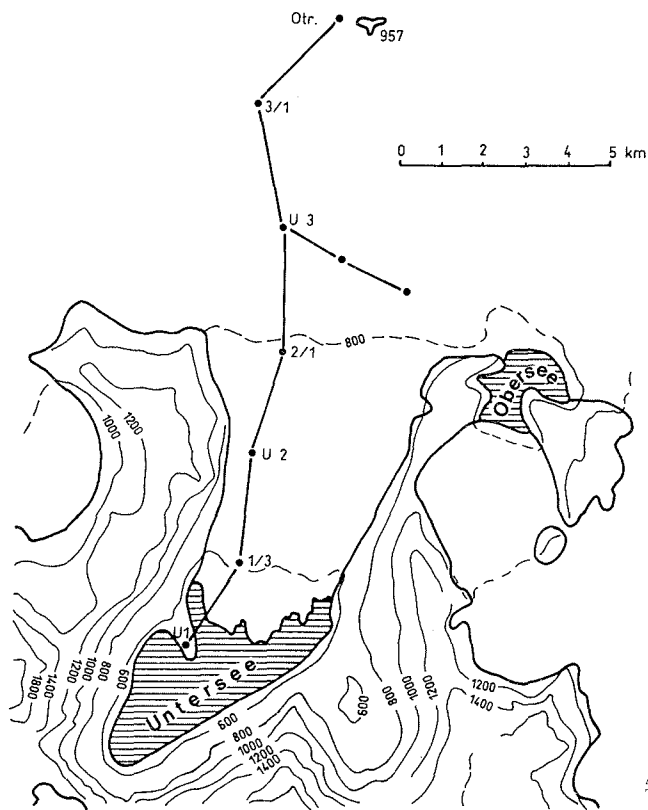


Abb. 2a: Untersee-Oase mit der eingemessenen Trasse und den Signalpunkten.

den. Im Südteil des untersuchten Gebietes sind sowohl basische, als auch saure Magmatite aufgeschlossen. So schneidet die Untersee-Oase tief in das schalig strukturierte Anorthositmassiv Eliseyev ein. Die Zwiebelnstruktur, die im zentralen Teil nur durch rhythmische Farbwechsel angezeigt wird, entspricht der magmatogenen Schichtung. Nach außen (N) entwickelt sich der Intrusivkörper stofflich und strukturell inhomogener und der Anteil gabbroider Einschaltungen steigt an (KÄMPF et al. 1991). Eine intensive Bruchschieferung scheint ebenfalls an den Randbereich des Anorthositkomplexes gebunden zu sein. Ilmenitvererzte Norite und Pyroxenite wurden sowohl an der Westflanke des Untersees sowie östlich des Obersees kartiert; sie stehen teilweise im Zusammenhang mit gleichorientierten NW-vergente Auf- und Überschiebungen. Mehrere Ganggesteinsintrusionen, verbunden mit der Anlage dilatativer Störungszonen, belegen den Wandel zum großregionalen Dehnungsregime. NE-SW bis E-W streichende Doleritgänge und Basaltgangintrusionen unterschiedlicher Orientierung werden mit den Aufbruch-Phasen des Gondwanazerfalls in Verbindung gebracht. Aus der Korrelation khondalitischer Gesteine des östlichen Königin-Maud-Landes mit denen Südiindiens konnte die Prädriftposition von Cape Comorin mit 35° E ermittelt werden (STACKEBRANDT 1990). Für die Interpretation der geomagnetischen Lokalfelder des Untersuchungsgebietes sind besonders die über 20 m mächtigen Doleritgänge von Interesse.

Das westlich gelegene Profil (Profil I, NW-Insel - Schirmacher-Oase) ist bereits von WAGNER & LINDNER (1991) unter Nutzung von seismischen Ergebnissen sowie MAGSAT-Daten beschrieben worden. Sie leiteten daraus ein Krustenprofil ab, das durch abnehmende Mächtigkeit von saurer Oberkruste in Richtung Süden und Anstieg der Moho-Diskontinuität in gleicher Orientierung charakterisiert ist. Abbildung 1b zeigt die gute Vergleichbarkeit beider Profilsegmente zwischen 71° S bis zum Randbereich des Wohlthat-Massivs. Wir gehen davon aus, daß sich trotz des großen Profilabstands darin eine Übereinstimmung im Krustenaufbau widerspiegelt. Das um etwa 200 nT höhere und sich nach S noch verstärkende Grundniveau der Totalintensität in Profil II deutet im östlichen Profil höhere Anteile basischer Krustenteile an. Der starke Totalfeldgradient südlich Punkt U3 kor-

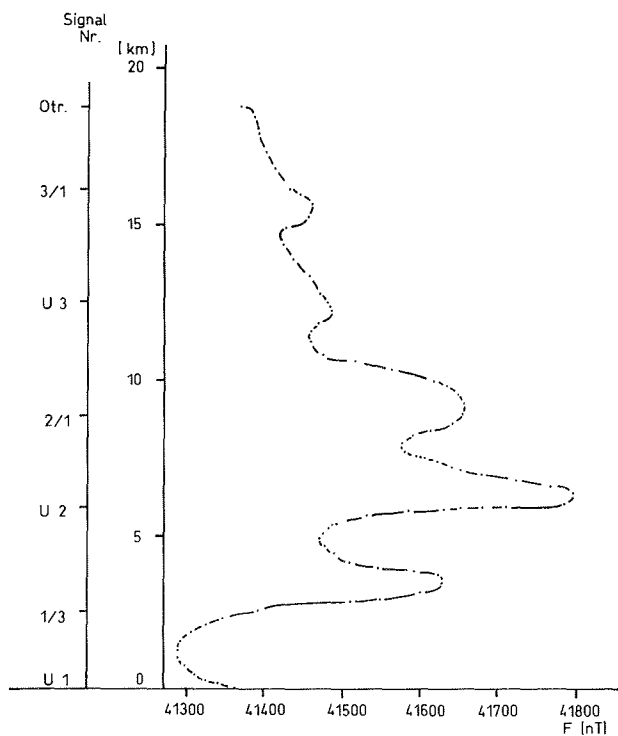


Abb. 2b: Profil vom Signal 1 (Untersee) zum Signal Otr. (Otradnaya), die Punkte entsprechen Meßpunkten.

relliert mit dem vermuteten Übergang zum Anorthositkomplex Eliseyev, der vom Eis überdeckt ist. Aufgesetzte Maxima geringerer Intensität können durch basische Ganggesteine, die die Zerblockung der Kruste während des Gondwana Zerfalls anzeigen und die im Bereich der Untersee-Oase aufgeschlossen sind, bewirkt sein. Das unterschiedliche Magnetisierungsniveau nördlich und südlich dieser Bereiche stützt die Interpretation einer blocktektonischen Zerlegung des Gebietes.

In Abbildung 2 sind die lokalen Felder in der Untersee-Oase dargestellt. Während vom Unter- und Obersee flächige Darstellungen möglich sind (Abb. 2c), ist für das Profil längs des Untersee-Tals (Abb. 2b) nur eine quantitative Meßwertdarstellung möglich. In diesem Profil deutet sich der Durchgang der an der Westflanke des Untersees kartierten ilmenitvererzten Serien zwischen bzw. bei den Meßpunkten 1/3 und 2/1 an. Den außerhalb der Untersee-Oase gelegenen Abfall der Totalfeldintensität zwischen den Meßpunkten 2/1 und U3 (s.o.) korrelieren wir mit dem Nordrand des Anorthosit-Komplexes. Im Bereich des Obersees stimmt die Anordnung der Isolinien mit dem Generalstreichen der vererzten Serien überein. Die Intensitätszunahme der NW-SE streichenden Isogamen in Richtung Mt. Seekopf läßt sich mit den an der Westflanke des Berges angetroffenen Erzhorizonten erklären. Sie spricht für die regionale Ausdehnung der Erzhorizonte. Ursachen der in den Abbildungen gezeigten Magnetfeldanomalien sind demnach vorwiegend in der Basifizierung der Kruste durch die präkambrisch erfolgte Intrusion der Anorthosite, die an diesen Komplex gebundenen (?) Ilmenitvererzungen, sowie die genetisch mit dem Gondwana-Zerfall verbundenen Basaltgangintrusionen zu sehen.

DANKSAGUNG

Einer der Autoren (U. B.) dankt den Mitgliedern der 3. AE für die Unterstützung der geomagnetischen Arbeiten, besonders Dr. M. Gronak und Gerald Müller, sowie Dr. M. Schlosser und Dr. G. Noack für die Überlassung der geodätischen Daten der Meßpunkte.

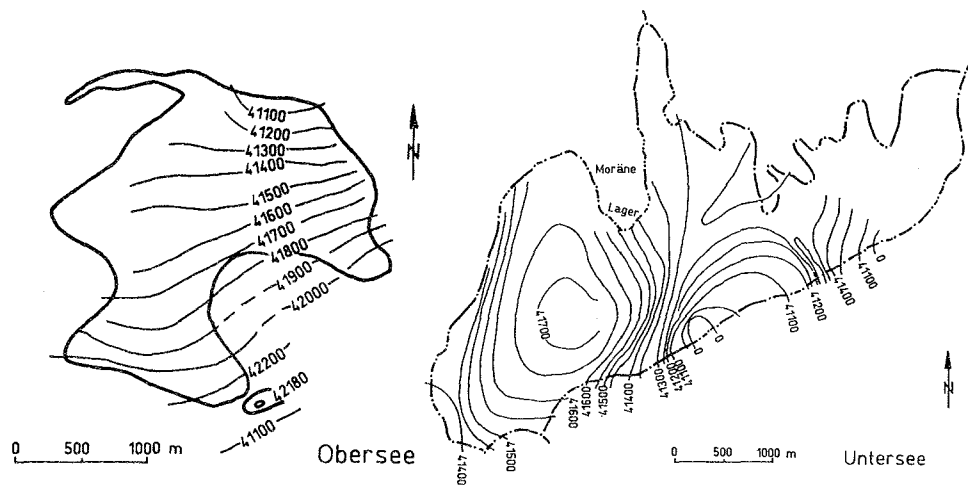


Abb. 2c: Isolinen-Karte der Totalintensität am Untersee und Obersee. Der Abstand der Isolinen beträgt 50 nT auf der Karte vom Untersee und 100 nT auf der Karte vom Obersee.

Literatur

- Anonymus (1967): Antarctica. Zemlja Korolevy Mod, list R-33-123, 124; R-33-112, 112, 1 : 100 000, Moskva, Ministerstvo Morskogo Flota SSSR.
- Anonymus (1966): Atlas Antarktiki, I. Moskva - Leningrad.
- Bormann, P., Bankwitz, P., Bankwitz, E., Damm, V., Hurtig, E., Kämpf, H., Menning, M., Paech, H. J., Schäfer, U. & Stackebrandt, W. (1986): Structure and development of the passive continental margin across Princess Astrid Coast, East Antarctica. In: Johnson, G. L. & Kaminuma K. (eds.), Polar Geophysics, J. Geodynamics 6: 347-373.
- Damm, V. (1986): Ergebnisse geomagnetischer Kartierungsarbeiten und petromagnetischer Untersuchungen im Bereich der Schirmacheroase (Antarktika).- Z. angew. Geol. 32: 1-5.
- Gronak, M. & Bauerschäfer, U. (1991): Geophysikalische Untersuchungen während der 3. Antarktisexpedition.- In: Lenners, D. & Ritter, E. (Hrsg.), Jahrbuch 1990 des Adolf-Schmidt-Observatoriums für Erdmagnetismus in Niemegk, Potsdam.
- Gruber, O. v. (1942): Wohlthat-Massiv, Topographische Karte 1 : 50 000.- Gotha.
- Kämpf, H. & Stackebrandt, W. (1985): Geological investigations in the ELISEEV anorthosite massif, Central Dronning Maud Land, East Antarctica.- Z. geol. Wiss., 13: 321-333.
- Kämpf, H., Stackebrandt, W., Hahne, K. & Pilarski, J. (1991): Thematische Luftbildinterpretation einer alpinen Region im zentralen DronningMaud-Land, Ostantarktika.- Z. geol. Wiss., 19: 423-431.
- Kopsch, C. (1984): Geomagnetische Beobachtungen und Meßergebnisse auf der Antarktisstation Novolazarevskaya während der 27. SAE (1981-1982).- In: Lenners, D., Ritter, E. & Zander, W. (Hrsg.), Jahrbuch 1983 des Adolf-Schmidt-Observatoriums für Erdmagnetismus in Niemegk, Potsdam, 108-124.
- Kosenko, N. G. & Kolobov, D. D. (1970): Obsledovanie osera Unterze (Untersee).- Inform. Bjull. sov. antarkt. Eksped., Leningrad, 79: 65-69.
- Lastochkin, V. N. (1967): Aeromagnitnye issledovaniya v vostochnoy Antarktide v 1960-1961.- Trudy sovietskoi antarkticheskoi ekspeditsii, 48: 266-272.
- Schäfer, U.: Die Schirmacher Oase im Königin-Maud-Land. Erste Ergebnisse geomagnetischer Vermessungen.- Z. geol. Wiss. 12: 375-386.
- Simonov, I. M., Stackebrandt, W., Haendel, D., Kaup, E., Kämpf, H. & Loopmann A. (1985): Report on Scientific Investigations at the Untersee and Obersee Lake, Central Dronning Maud Land (East Antarctica).- Geod. Geoph. Veröff. R.II.12: 8-26.
- Stackebrandt, W. (1990): Gondwana reconstruction - the fit between South India and East Antarctica.- Z. geol. Wiss. 18: 1061-1065.
- Stackebrandt, W., Kämpf, H. & Wetzel, H.-U. (1988): The geological setting of the Schirmacher Oasis, Queen Maud Land, East Antarctica.- Z. geol. Wiss. 16: 661-665.
- Ritscher, A. (1942): Wissenschaftliche und fliegerische Ergebnisse der Deutschen Antarktischen Expedition 1938/39.- I. Bd., Text-, Bilder- und Kartenteil, Leipzig.
- Wagner, S. & Lindner, H. (1991): Interpretation of geomagnetic anomalies in Dronning Maud Land, East Antarctica.- Antarctic Sci. Vol. 3 (3): 317-321.
- Wetzel, H.-U., Stackebrandt, W. & Hahne, K. (1991): Results on Geological Mapping in the Nunataks Area south of the Schirmacher Oasis, East Antarctica.- Z. geol. Wiss. 19: 145-152.