

H. Brasse **Magnetotellurische Voruntersuchungen im Dirurba-Becken,** **Red Sea Hills (Sudan)**

Geologischer Hintergrund und Motivation

In älteren geologischen Karten Nordost-Afrikas sind weite Gebiete der sedimentären Überdeckung des Ostsahara-Kratons mit dem Begriff „Nubischer Sandstein“ bezeichnet und zeitlich der Kreide zugeordnet. Umfangreiche geologische/paläontologische Untersuchungen im Rahmen des Sonderforschungsberichts 69 „Geowissenschaftliche Probleme in ariden und semiariden Gebieten“ ergaben jedoch ein weitaus differenzierteres Bild: der Ablagerungszeitraum der – überwiegend kontinentalen – Sedimente reicht vom Silur bis in das Tertiär (Klitzsch 1989).

In den Red Sea Hills (Nordost-Sudan) sind etwa 100 km nördlich von Port Sudan (s. Abb. 1) mächtige Sandsteinschichten aufgeschlossen, die nach neueren Untersuchungen im Altpaläozoikum (Silur/Devon) abgelagert wurden. Sie werden heute als Relikt eines ausgedehnten altpaläozoischen Beckens angesehen, das sich bis nach Libyen erstreckte (Semtner 1993). Die Sandsteinschichten dieser sog. Dirurba-Formation überlagern diskordant das frühproterozoische Grundgebirge; sie fallen an den östlichen und westlichen Rändern mit bis zu 25° zum Zentrum hin ein, was Anlaß zu einer Grundgebirgs-Tiefenabschätzung von bis zu 4 km gab.

Die Gesteine der Dirurba-Formation sind überwiegend kontinentalen (fluviatilen) Ursprungs mit marinen Einschaltungen. Im Zentrum des Jebel Dirurba ist ein Basement-Horst aufgeschlossen. Im südlichen Bereich bilden die Sedimente eine Grabenstruktur inmitten eines alkalischen Ringkomplexes, der vermutlich in der Unteren Kreide eingedrungen ist. Das ganze Gebiet ist von vielfältigen Störungsmustern durchzogen, die vier verschiedenen Deformationsphasen zugeordnet werden (Abb. 1, vgl. Semtner 1993).

Im Februar/März 1993 wurde daraufhin eine magnetotellurische Vorerkundung durchgeführt, die zum Ziel hatte, erste Abschätzungen der Grundgebirgstiefe zu liefern und die Möglichkeiten einer weitergehenden Studie zu prüfen. Da die vorhandene (Audiomagnetotellurik-) Apparatur nicht für große Erkundungstiefen ausgelegt ist (die größten auswertbaren Periodenlängen erdmagnetischer Variationen liegen bei $T \approx 10$ s), wurde von der Universität Münster freundlicherweise eine längerperiodische Magnetotellurik-Anlage zur Verfügung gestellt.

Aufgrund des sehr gebirgigen Geländes konnten die Stationen nur in breiteren Wadis (Trockentälern) aufgebaut werden (Abb. 1); es erwies sich als unmöglich, ein Profil anzulegen, welches exemplarisch die Struktur von Ost nach West durchquert. Dies würde einen erheblich größerem logistischen Aufwand (Tragtiere) bedeuten. Somit sind die hier dargestellten Ergebnisse nur sehr bedingt als repräsentativ zu betrachten.

Ergebnisse der Audiomagnetotellurik

In Abb. 2 sind die scheinbaren spezifischen Widerstände und Phasen sowie die ρ^* - z^* -Transformierten an einer typischen Station im Dirurba-Becken (DIR 8, vgl. Abb. 1) aufgetragen, daneben zum Vergleich die Ergebnisse an der außerhalb der Struktur liegenden Station DIR 9 auf anstehendem Basement. An der Sedimentstation können die Daten als eindimensional interpretiert werden, lediglich bei längeren Perioden ist eine Aufspaltung der Polarisierungen zu beobachten. Die $\rho_a(T)$ - und $\varphi(T)$ -Werte können bereits durch ein 3-Schichtmodell ausreichend erklärt werden (Abb. 3): Ein oberflächennaher guter Leiter (tonige Lockersedimente des grundwassergefüllten Wadis) liegt über einer Schicht mittlerer Leitfähigkeit, die dem paläozoischen Sandstein zugeordnet wird. Die Oberkante des Basements wird entsprechend Abb. 3 in einer Tiefe von $z \approx 500$ m modelliert.

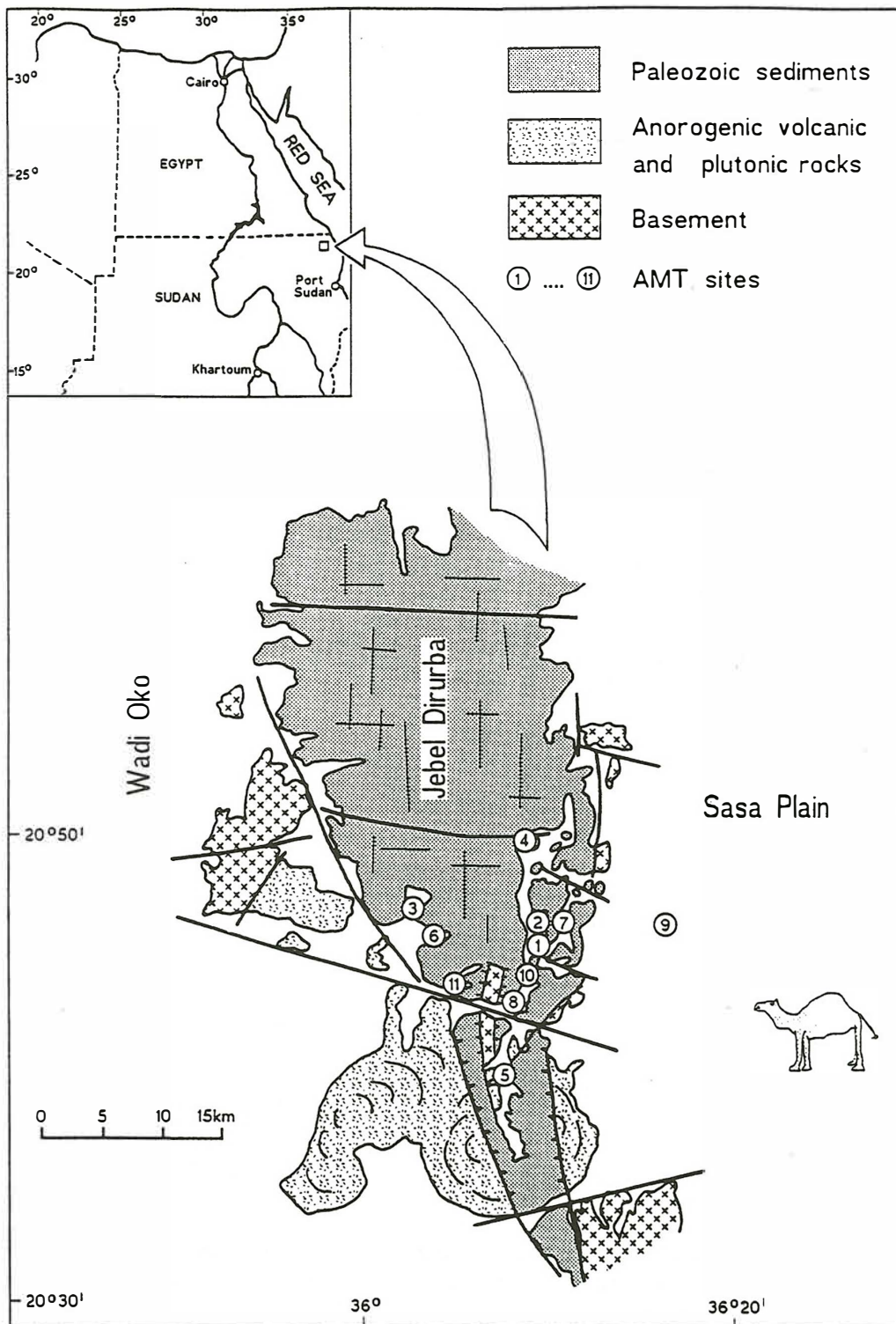


Abb. 1: Schematische geologische Karte des Dirurba-Beckens (Semtner 1993) mit Lage der magnetotellurischen Stationen (1- 11).

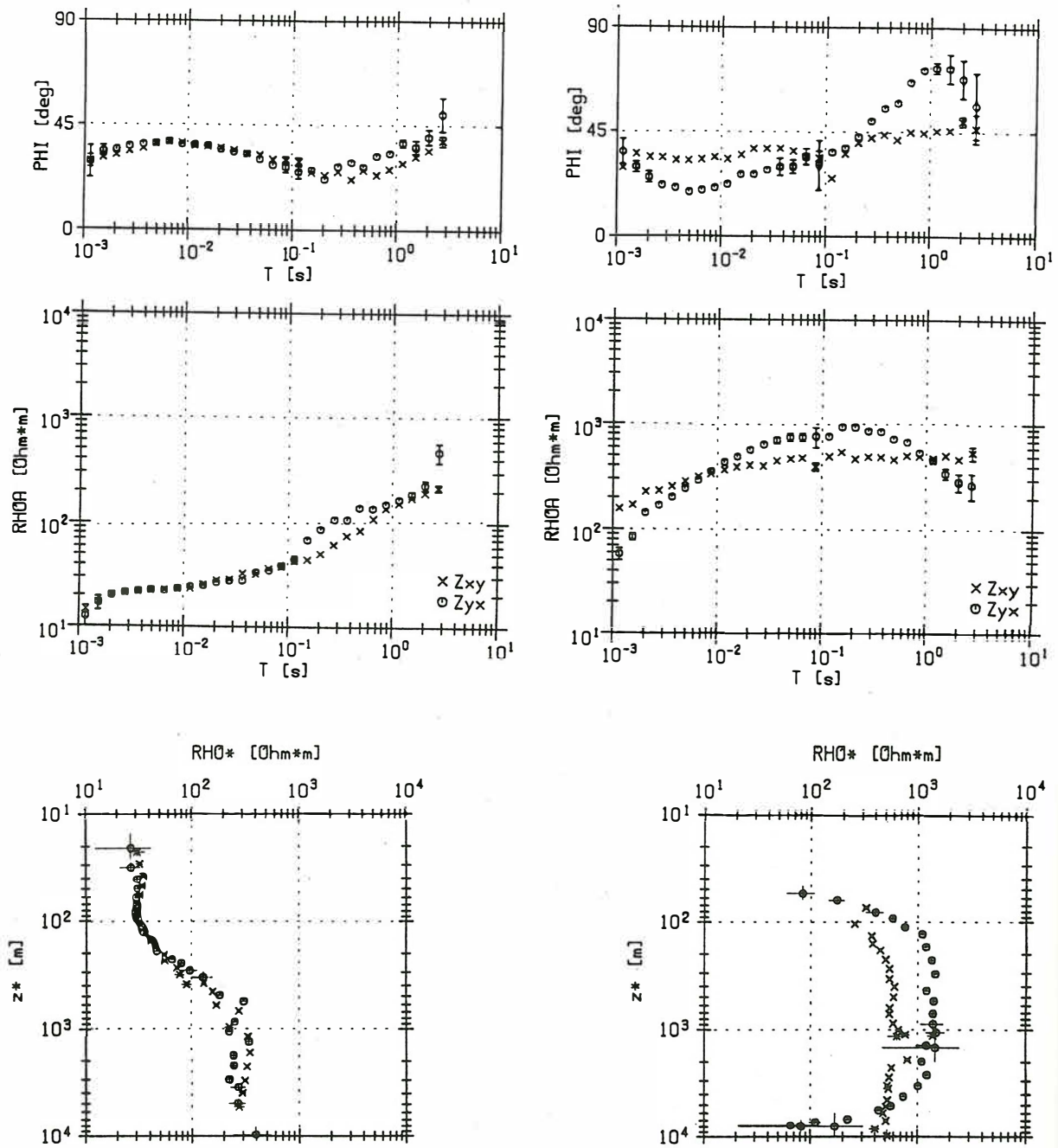


Abb. 2: Oben: Scheinbare spezifische Widerstände und Phasen an den Stationen DIR 8 (links, auf Sedimenten) und DIR 9 (rechts, auf Grundgebirge). Unten: Zugehörige ρ^* - z^* -Transformierte. Impedanzen jeweils um den Swift-Winkel gedreht.

Größere Sedimentmächtigkeiten werden in den mit der Magnetotellurik untersuchten Gebieten nicht erreicht. Durchgehend konnte das Grundgebirge bereits in den Audiomagnetotellurik-Sondierungen erkannt werden. Es war daher zur Klärung dieser Fragestellung nicht notwendig, längerperiodisch zu registrieren.

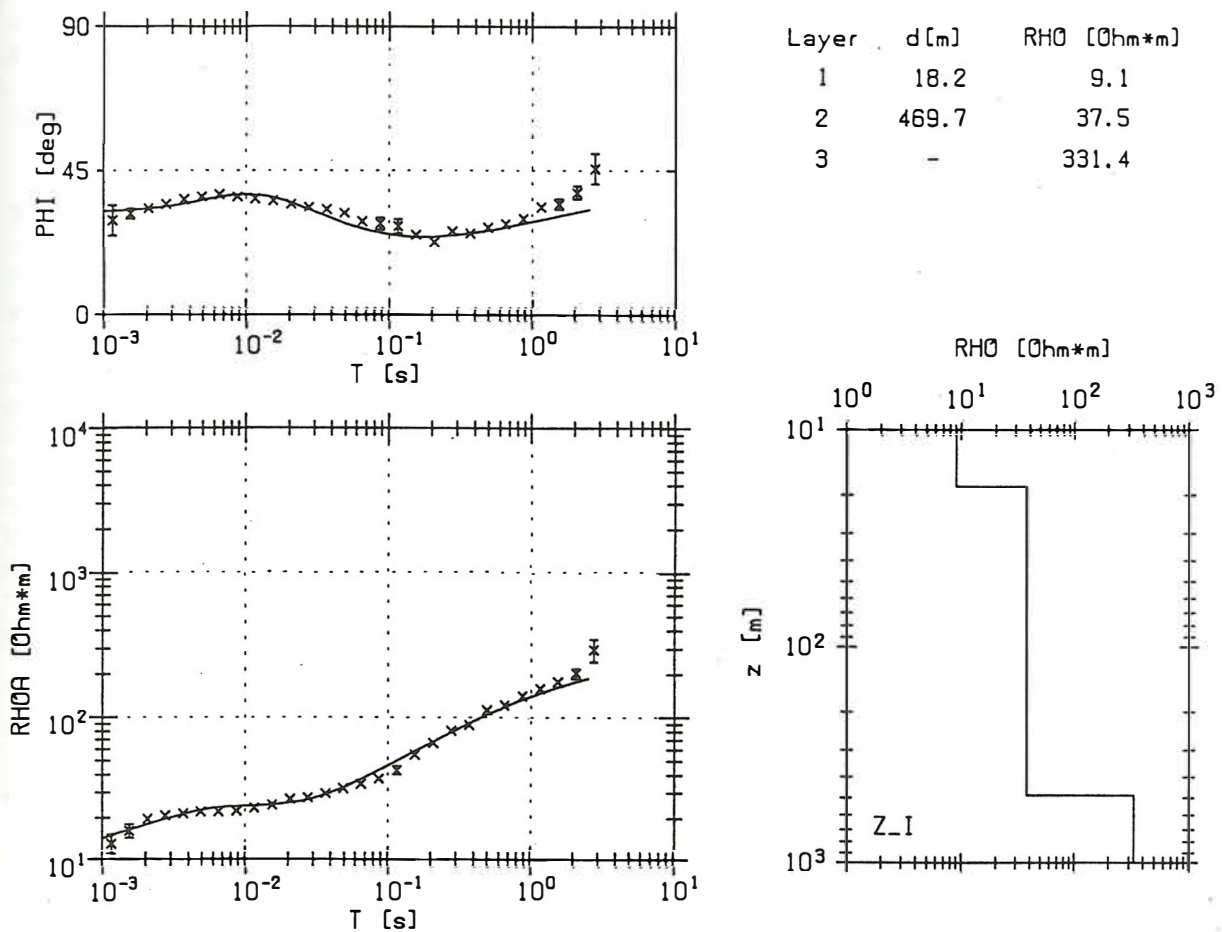


Abb. 3: 1D-Modellierung der Determinante der Impedanz an der Station DIR 8.

Andeutung eines guten Leiters in der tieferen Kruste

Allerdings deutete sich an einigen Stationen bei Periodenlängen von einigen Sekunden ein guter Leiter in größeren Tiefen an – so auch in DIR 9 (in der Z_{yx} -Komponente, s. Abb. 2) –, wie er in vielen Teilen der Welt beobachtet wird und üblicherweise auf fluide und/oder Graphitvorkommen in der tieferen Kruste zurückgeführt wird. Daher wurden an der Station DIR 1 längerperiodische magnetotellurische Messungen realisiert, deren Ergebnis in Abb. 4 dargestellt ist. Aus Zeitmangel konnte leider nur weniger als zwei Tage registriert werden, was sich in einer verringerten Datenqualität äußert. Dennoch passen die Sondierkurven der beiden Apparaturen (Überlappungsbereich bei etwa 1 s) recht gut zusammen. Der gute Leiter in der unteren Kruste ist deutlich in beiden Komponenten zu erkennen; die Periodenlängen reichen jedoch nicht aus, seine integrierte Leitfähigkeit aufzulösen.

Die spezifischen Widerstände und Phasen zeigen bei kurzen Perioden den Übergang von 1D- zu 2D-Leitfähigkeitsverhältnissen an (die Schiefe des Impedanztensors als Dimensionalitätsindikator liegt über den gesamten Frequenzbereich bei Werten unterhalb von 0.1). Hier äußert sich vermutlich der Einfluß des N-S verlaufenden Wadis. Der Swiftwinkel liegt entsprechend konstant bei etwa 0° . Die – hier nicht gezeigten – Induktionspfeile (Realpfeile) zeigen für lange Perioden ebenso gleichförmig nach Westen. Daher wird die Z_{xy} -Komponente als TE-Mode betrachtet; eine Modellierung ergibt für die sedimentäre Bedeckung ähnliche Werte wie an den sonstigen Stationen (insbesondere auch eine Basementtiefe < 500 m). Die Tiefe des guten Leiters wird mit 11.5 km abgeschätzt. Ähnlich den Ergebnissen der AMT

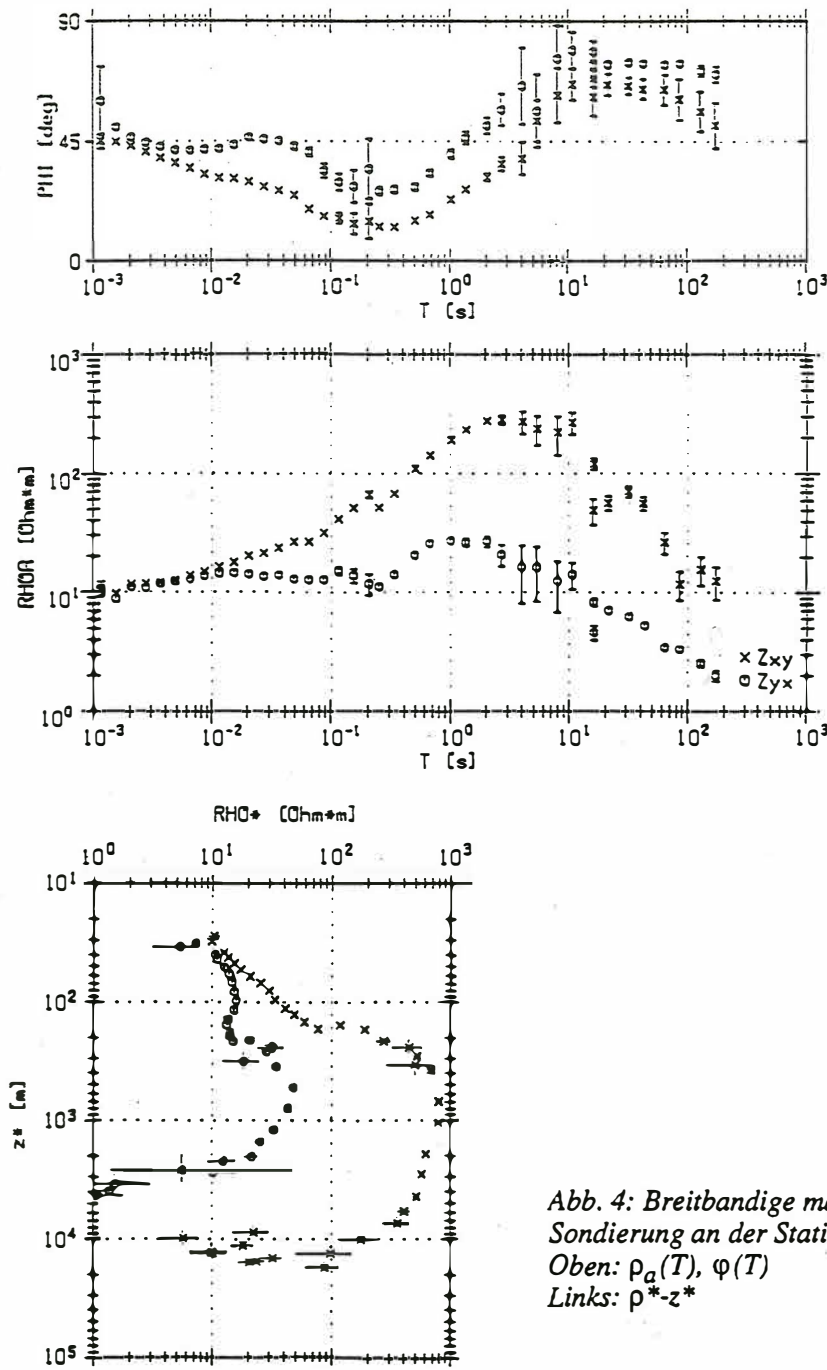


Abb. 4: Breitbandige magnetotellurische Sondierung an der Station DIR 1.
 Oben: $\rho_a(T)$, $\varphi(T)$
 Links: ρ^*-z^*

ist jedoch auch dieses Resultat als vorläufig zu betrachten; weitere Untersuchungen (insbesondere mit mehr Stationen!) sind daher auf jeden Fall anzustreben.

Literatur

- Klitzsch, E. (1989): Zur Stratigraphie Nubiens. Das Ende des Nubischen Sandsteins als stratigraphischer Begriff, Z. dt. Geol. Ges., 140, 151-160, Hannover.
- Semtner, A.-K. (1993): Uplift kinematics of Jebel Dirurba sedimentary complex, Red Sea Hills, Sudan, in: Geoscientific Research in Northeast Africa (eds. U. Thorweihe & H. Schandlmeier), 255-288, Balkema, Rotterdam.