

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <http://www.researchgate.net/publication/258290014>

Geologische 3D-Modellierung der Plattenkalk-Gruppe West-Kretas (Erste ergebnisse)

ARTICLE · SEPTEMBER 1999

CITATIONS

3

READS

81

4 AUTHORS, INCLUDING:



[Emmanouil Manoutsoglou](#)

Technical University of Crete

94 PUBLICATIONS 171 CITATIONS

SEE PROFILE

Geologische 3D-Modellierung der Plattenkalk-Gruppe Westkretas (Erste Ergebnisse)

Emmanuil Manutsoglu, Volker Jacobshagen, Evangelos Spyridonos & Wolfdietrich Skala

Zusammenfassung

Die Insel Kreta liegt im frontalen Bereich der Oberplatte eines konvergierenden Plattensystems. Heute wird sie im International Continental Drilling Project (ICDP) als eine vielversprechende Lokation für wissenschaftliche Bohrungen diskutiert. Die tiefste Baueinheit der Insel, das Stockwerk der metamorphen Plattenkalk-Gruppe, ist in der tief eingeschnittenen Samaria-Schlucht besonders gut aufgeschlossen und wurde deswegen für eine detaillierte geologische Untersuchung ausgewählt. Daten aus der Geologischen Karte von Griechenland 1:50.000, Blatt Vatolakkos (TATARIS & CHRISTODOULOU 1969) und aus der Literatur wurden durch Kartierungsarbeiten und strukturelle Analysen ergänzt und in ein dreidimensionales, digitales Modell der Topographie eingetragen mit dem Ziel, die geologische Strukturen in diesem Gebiet im Detail zu modellieren. Dadurch gelang es einerseits, die Großstrukturen und den internen Bau der Plattenkalk-Gruppe im Arbeitsgebiet zu erfassen; andererseits war es möglich, die Mächtigkeiten der einzelnen Plattenkalk-Formationen mit Hilfe geometrischer Beziehungen abzuschätzen. Dabei konnten alle tektonischen Elemente berücksichtigt werden, die den Aufbau des geologischen Körpers beträchtlich beeinflussen. Die Modellierungsarbeiten wurden unter Einsatz von interaktiven 3D CAD-Methoden mit dem Programmpaket ENTEC/SURPAC 2000 durchgeführt. Dadurch konnten die heterogenen Datenmengen zu einem vollständigen Modell integriert werden. Als Ergebnis dieser Arbeit wird eine antiklinale Struktur mit einer NNE/SSW-fallenden Achse vorgestellt, während aus der geologischen Karte bisher eine synklinale Struktur abgeleitet worden war.

Schlüsselwörter: 3D-Modellierung, CAD, Plattenkalk-Gruppe, Samaria-Schlucht, Kreta, Griechenland.

Abstract

Geological 3D-Modelling of the Plattenkalk Group, Western Crete (Preliminary Results). - The island of Crete is situated near the front of an active plate margin. Therefore, it is of great interest in the framework of the International Continental Drilling Project (I.C.D.P.). The lowermost tectonic unit of Crete, the metamorphic Plattenkalk Group, is excellently exposed in the large and deep sections of the Samaria Gorge, which are appropriate for a detailed geological study. Data from the geological map of Greece 1:50,000, Vatolakkos sheet (TATARIS & CHRISTODOULOU 1969), and from the literature have been supplemented by geological mapping and structural analyses. The surface geology has been draped over a digital elevation model of the topography in order to model the geometry of the subsurface structures. This revealed the large scale structures and the internal deformation of the Plattenkalk group of western Crete and allowed us to estimate the thicknesses of its formations with the help of geometric relations. Additionally, all tectonical elements, which had influenced the structure of the geologic body, have been considered. In our study we applied interactive 3D CAD methods and used the integrated software package ENTEC/SURPAC 2000. This enabled us to integrate the data from maps of different scales to a full model. As a result, we propose an anticline structure with an NNE/SSW striking axis dipping to the east in contrast to a syncline structure which had been previously derived from the geological map.

Key Words: 3D modelling, CAD, Plattenkalk group, Samaria Gorge, Crete, Greece.

Einleitung

Wegen ihrer hohen geodynamischen Aktivität hat die Ägäis-Region in den vergangenen Jahrzehnten weltweit das Interesse der Geowissenschaften erregt. Viele Forschungsprogramme wurden durchgeführt, eine Vielzahl von Modellen entwickelt (vgl. JACKSON 1994). Gleichwohl gibt es weiterhin viele offene Fragen. Da Kreta im frontalen Bereich eines aktiven konvergierenden Plattensystems gelegen ist, wird derzeit diskutiert, im Rahmen des International Continental Drilling Program (ICDP) auf der Insel wissenschaftliche Bohrungen abzuteufen. Dafür ist es erforderlich, die tiefste tektonische Baueinheit dieser Insel, bestehend aus der Plattenkalk-Gruppe, genauer zu kennen; denn die geodynamische Entwicklung des Plattenkalk-Stockwerks während des Tertiärs

wird bis heute auf einer relativ schmalen Datenbasis kontrovers diskutiert. In verschiedenen Gebieten wurden in neuerer Zeit Detailuntersuchungen zur Stratigraphie und Tektonik unternommen (z.B., HALL & AUDLEY-CHARLES 1983, FASSOULAS et al. 1994, SOUJON et al. 1998). Computergestützte, geometrische 3D-Modellierung der Geologie eines Bereichs bietet heute die Möglichkeit, 2D-Mächtigkeitsangaben interaktiv in die dritte Dimension zu extrapolieren, zu überprüfen, zu korrigieren und anzupassen. Mit Hilfe geometrischer Analysen werden die Mächtigkeiten einzelner Formationen dreidimensional dargestellt, um so den großräumigen Baustil zu erläutern. Der südliche Teil Westkretas weist mehrere parallele, tiefe Schluchten auf, in denen der größte Teil der Plattenkalk-Gruppe in mehrere Kilometer langen Profilen aufgeschlossen ist (Abb. 1). Daher ist Westkreta besonders gut geeignet für die Anwendung solcher Methoden.

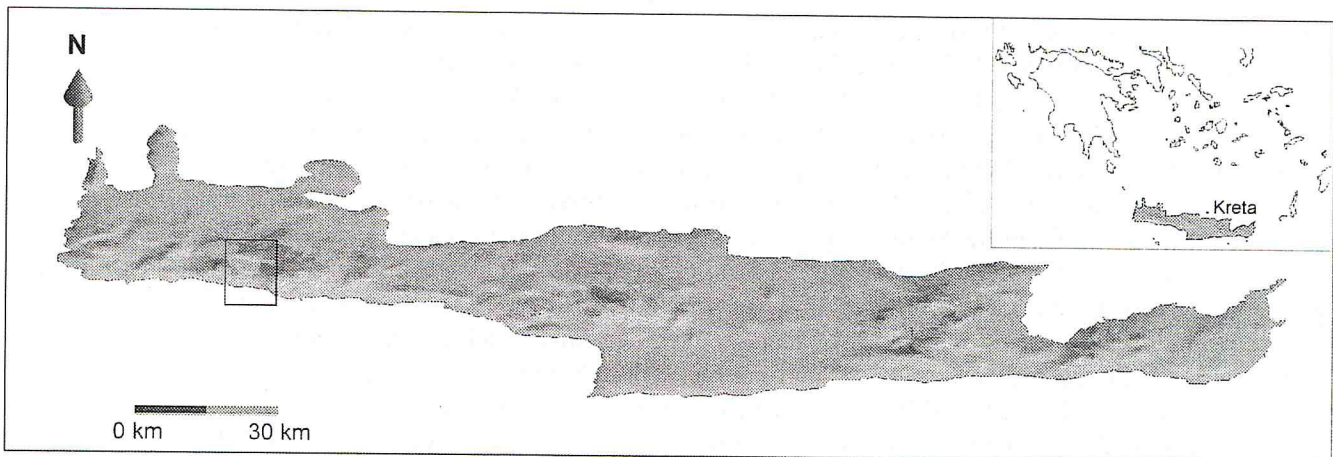


Abbildung 1. Lage des Arbeitsgebiets.

Figure 1. Position of the working area.

Geologie der Plattenkalk-Gruppe Kretas

Die tiefsten Teile dieser Gruppe auf Kreta, die Fodele- und Sisses-Formationen (Nomenklatur nach SOUJON et al. 1998), sind nur in den nördlichen Talea Ori Mittelkretas in überkippter Lagerung aufgeschlossen. Die Gesteine bestehen aus Abfolgen flachmariner Karbonate und Klastite, die von EPTING et al. (1972) als Mittelperm bis Skyth, von KÖNIG & KUSS (1980) als Unterperm bis Oberskyth datiert wurden. In basalen Konglomeraten der die untertriassischen Sisses-Formation überlagernden, ebenfalls überkippten Mavri-Formation fanden EPTING et al. (1972) Foraminiferen des Nor/Rhät und nahmen deshalb einen Hiatus an, der die Mitteltrias umfaßt. Die höheren Schichten der Mavri-Formation wurden von KÖNIG & KUSS (1980) ebenfalls in die Obertrias gestellt, KRAHL et al. (1988) konnten aber die stratigraphische Reichweite dieser Formation auf Lias erweitern. Darüber beginnt, beschrieben aus einer Lokalität, ein Bereich mit Brekzien sowie Calcit- und Dolomitmarmoren, welche stellenweise Lagen und Knollen von Meta-Hornsteinen enthalten. Diese Schichten werden allgemein als die Basis der eigentlichen Hornstein-führenden Plattenkalke der Aloidess-Formation angesehen und mit einer beginnenden Subsidenz der auf kontinentaler Kruste gelegenen Karbonatplattform im Unterjura in Verbindung gebracht (HALL & AUDLEY-CHARLES 1983; KRAHL et al. 1988). Die der Aloidess-Formation auflagernden Kalkschiefer und Meta-Ton/Siltsteine der Kalavros-Formation haben nach Angaben von FYTROLAKIS (1980) und BONNEAU (1973) oligozänes Alter und wurden als "Plattenkalk-Flysch" bezeichnet. Es handelt sich hierbei sedimentologisch nicht um typischen turbiditischen Flysch, sondern lediglich um eine Zunahme an terrigenem Detritus in der Karbonat-Sedimentation (vgl. auch HALL & AUDLEY-CHARLES 1983). Die Armut von (Meta-)Hornstein-Lagen in der Aloidess-Formation dieses Gebietes hat frühere Bearbeiter dazu geführt, größere Areale zur Trypali-Einheit (CREUTZBURG & SEIDEL 1975) zu rechnen. Über die Natur dieser Einheit, die mit tektonischem Kontakt über der Plattenkalk Gruppe vorkommt, wird ebenfalls lebhaft diskutiert (vgl. KRAHL et al. 1988, VIDAKIS et al. 1993).

Hinsichtlich ihrer paläogeographischen Situation während des Mesozoikums und des Tertiärs lassen Funde von lithistiden Demospongien in den oberen Teilen der Plattenkalk-Gruppe des Ida- und des Trypali-Gebirges (MANUTSOGLU et al. 1995; SOUJON et al. 1995) einen Sedimentationsraum auf dem externen Schelf der Karbonatplattform vermuten. In Westkreta wurden an mehreren Stellen ebenfalls bisher nicht näher untersuchte Schwamm-Kolonien gefunden.

Jahrelang wurde ein ziemlich einfacher interner Bau für die Mehrzahl der Vorkommen der metamorphen Plattenkalk-Gruppe angenommen (u.a. FASSULAS et al. 1994). Neuere Untersuchungen lassen auf einen wesentlich komplexeren Internbau der Gruppe schließen, bedingt durch kompressionale Tektonik. Zum tektonischen Inventar der Gruppe zählen zahlreiche Falten unterschiedlicher Art, Verschuppungen, duktil und spröde ausgebildete flache Bewegungsbahnen, nicht nur an der Grenze, sondern auch innerhalb der einzelnen Formationen, dazu vielfältige und informative mikrotektonische Gefüge.

Die Mächtigkeitsangaben variieren in der Literatur sehr stark, sowohl für die gesamte Plattenkalk-Gruppe als auch für ihre einzelnen Formationen. So gaben EPTING et al. (1972) für die in den Talea Ori aufgeschlossenen Formationen insgesamt etwa 4200 m an. KUSS & THORBECKE (1974) nannten 5320 m, KÖNIG & KUSS (1980) sogar mindestens 8000 m. Dem gegenüber wiesen HALL & AUDLEY-CHARLES (1983) darauf hin, daß es durch intensive tektonische Beanspruchung zu Falten- und Schuppenbau mit Schichtwiederholungen gekommen ist. Diese Autoren hielten die Mächtigkeitsangabe von EPTING et al. (1972) für wenigstens dreifach überschätzt. Für Westkreta gab es bisher keine Angaben.

Rechnerunterstützte Modellgestaltung

Methoden des CAD (Computer Aided Design) sind mittlerweile unverzichtbar auf dem Gebiet der digitalen geometrischen Modellierung. Design (Gestaltung) bedeutet Entwurf einschließlich Konstruktion, Berechnung, Simulation, Prüfung, Dokumentation bis hin zur Vorbereitung des Modelleinsatzes in weiterführenden Maßnahmen, was für die Unterstützung der Interpretation geophysikalischer Daten im Zusammenhang mit einer Tiefbohrung auf Kreta sehr relevant wäre.

CAD-Systeme sind nicht nur Dokumentationshilfen, sondern Modellierwerkzeuge, die auch eine frühzeitige Überprüfung wichtiger Entwurfsentscheidungen massiv unterstützen können. Als Ergebnis der Gestaltungsprozedur entsteht ein Modell, das in vielfältiger Weise weiterverwendet werden kann. Der Vollständigkeitsgrad der Informationserfassung bzw. der Abstraktion der Realwelt im Modell richtet sich nach den Erfordernissen der nachfolgenden Nutzung des Modells. Solche Systeme weisen zudem Visualisierungskomponenten auf. Diese erlauben dem Anwender, Konstruktionen aus verschiedenen Blickwinkeln und in unterschiedlichen Distanzen zu betrachten. Heute sind auch virtuelle Inspektionen zur Erleichterung der Plausibilitätsprüfung möglich.

Bei der computerunterstützten geometrischen Modellierung wird das konzeptionelle Modell eines geologischen Phänomens in ein dreidimensionales, digitales geometrisches Modell überführt. Diese Vorgehensweise hat folgende Vorteile :

- Der Verfasser wird dabei unterstützt, ein plausibles Modell aufzubauen. Unstimmigkeiten werden beim Modellierungsvorgang offensichtlich und daher korrigierbar.
- Die im Modell enthaltenen Informationen können sehr einfach in beliebig gewählten Profilschnitten oder abgedeckten Karten dargestellt werden.
- Es ist darüber hinaus möglich, geologische Information zu quantifizieren (Volumina, Mächtigkeiten) und entsprechend darzustellen (z.B. Isopachenkarte).
- Der Interpretationsfreiraum ist gegenüber der geologischen Karte als Darstellungsform geologischer Modelle reduziert, da das digitale Modell die Modellvorstellung des Bearbeiters präziser beschreibt und übermittelt.

Einen umfassenden Überblick über die derzeitigen Entwicklungen und Möglichkeiten auf dem Gebiet der dreidimensionalen geowissenschaftlichen Modellierung gibt HOULDING (1994).

Die zum Einsatz kommenden dreidimensionalen CAD-Systeme lassen sich bezüglich der Art der internen Geometriebeschreibung in drei Hauptgruppen gliedern (GOEBL 1992): Drahtmodelle, Flächenmodelle und Volumenmodelle.

Im Zuge dieser Modellierungsarbeiten kommt das Softwaresystem ENTEC/SURPAC2000, (SURPAC SOFTWARE INTERNATIONAL 1995a, b) zum Einsatz, das alle drei Methoden verwendet.

Aufbau des geometrischen geologischen Modells

Zuerst wurde eine digitale topographische Karte von Gesamt-Kreta (Maßstab der Eingabedaten 1:1.000.000) erstellt. Das Gebiet in der Umgebung der Samaria-Schlucht wurde feiner digitalisiert (Abb.2, Maßstab der Eingabedaten 1:20.000). Dieser Bereich entspricht der östlichen Hälfte der geologischen Karte von Griechenland i.M. 1:50.000, Blatt Vatolakkos (TATARIS & CHRISTODOULOU 1969). In dieses digitale Modell der Topo-

graphie wurden die Ausbißlinien der Formationen aus der geologischen Karte integriert, und es wurde danach versucht, ein geologisches 3D-Modell zu erstellen. Während der Modellierungsarbeiten wurde schnell deutlich, daß die in der geologischen Karte verfügbaren Informationen für die Erstellung eines zuverlässigen und plausiblen 3D-Modells nicht ausreichten. Das erste Modell zeigte mehrere Stellen, an denen die Modellierung der vorgeschlagenen synklinalen Struktur ohne zusätzliche Informationen nicht möglich oder fehlerhaft war.

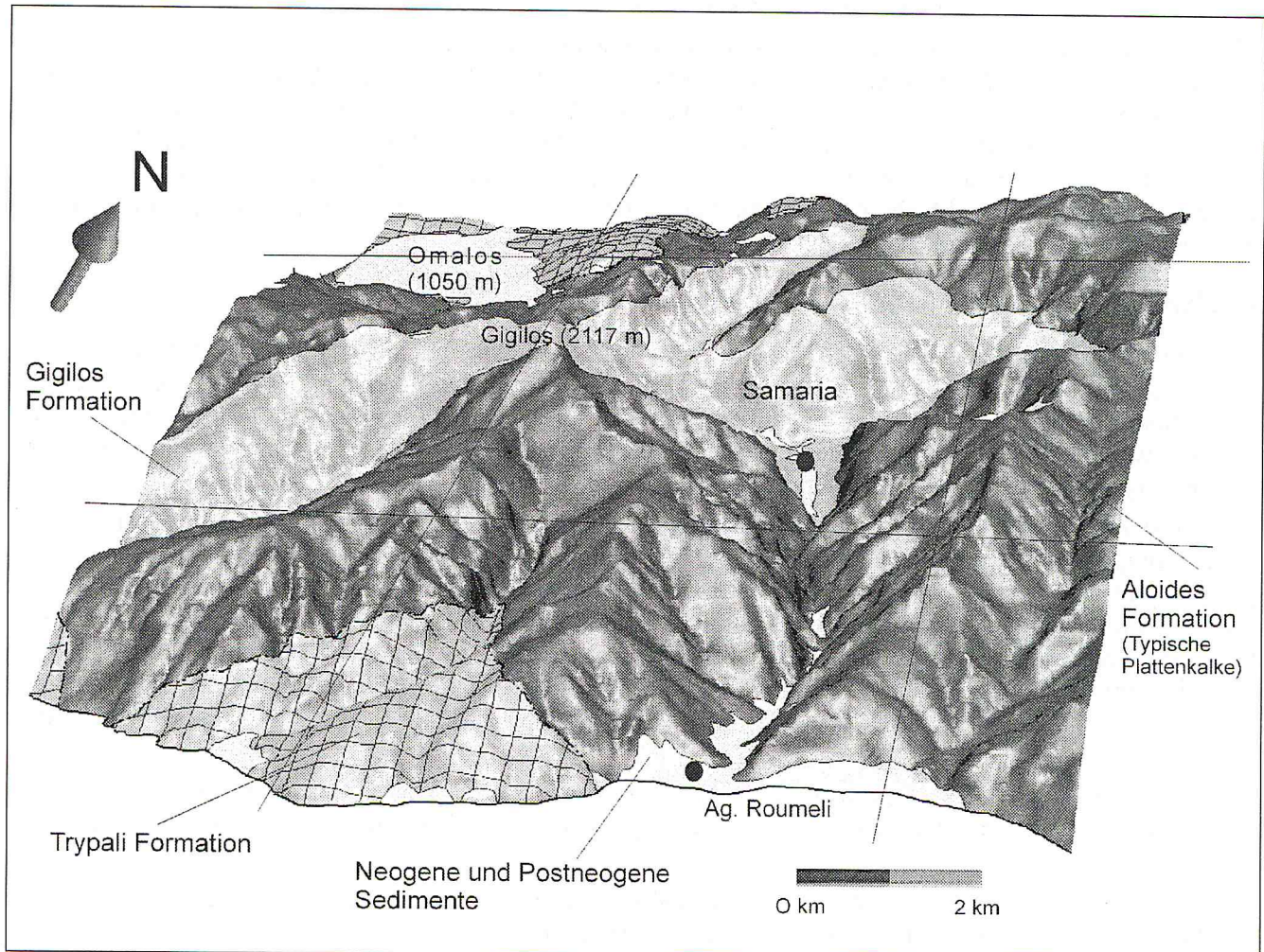


Abbildung 2. Geologisches Modell der Samaria-Schlucht.

Figure 2. Geological model of the Samaria gorge.

Zur Ergänzung des Datenbestandes wurden daher eigene Kartierungsarbeiten und strukturelle Analysen vorgenommen. Diese haben einerseits dazu beigetragen, den großräumigen Bau und die interne Struktur des Plattenkalk-Gebiets besser zu erfassen, andererseits die Mächtigkeiten einzelner Formationen innerhalb der Großstrukturen mit Hilfe geometrische Beziehungen abzuschätzen. Vor diesem Hintergrund wurde bei der Aufnahme der Profile neben der Bearbeitung der Stratigraphie besonders auf tektonische Elemente geachtet, für die bisher keine oder nicht ausreichende Daten existierten (z.B. Mächtigkeiten, Lagerungsverhältnisse, Verformungsbeträge). In diesem Zusammenhang wurden einige hundert Meßwerte von Einfallrichtungen und -winkeln, Faltenachsen sowie von Raumlage und Versatzbeträgen von Störungen ermittelt. Nach der Integration dieser neuen Daten wurde das ursprüngliche Modell revidiert.

Unser Modell wurde vom Liegenden zum Hangenden in der tatsächlichen geologischen Zeit- und Prozeßabfolge aufgebaut. Aus diesem Grunde mußten zunächst die Liegendflächen der Plattenkalk-Gruppe, der Trypali-Formation und der nicht differenzierten neogenen und postneogenen Sedimente modelliert werden. Die Basisfläche der Gigilos-Formation (modifiziert nach FYTROLAKIS 1980) bildete dabei die Basis des betrachteten Bereichs. Die Abfolgen der Aloidis-Formation wurden getrennt modelliert.

Integration neu erhobener Daten

Im südlichen Teil der Samaria-Schlucht, westlich von Ag. Roumeli, ist in der geologischen Karte von TATARIS & CHRISTODOULOU (1969) ein großes Areal vermerkt, das von ihnen als zu den älteren Teilen der Plattenkalk-Gruppe gehörig auskartiert und mit den Dolomiten des Gigilos in Verbindung gebracht wurde. Nach unseren Beobachtungen sind diese Gesteine mit einer über 50 m mächtigen kataklastischen Zone über Gesteine der Plattenkalk-Gruppe überschoben worden. Die Mächtigkeit dieser aus Zelldolomiten, Stinkdolomiten, stromatolitischen Dolomiten und Tempestiten bestehenden metamorphen Sequenz liegt unter 200 m. Die lithologische Zusammensetzung dieser Gesteine und ihrer geotektonischen Position entspricht etwa derjenigen der Trypali-Formation.

Das mesoskopische tektonische Inventar der Plattenkalk-Gruppe im Arbeitsgebiet enthält alle auch aus den übrigen kretischen Vorkommen bekannten Elemente wie Falten verschiedener Art, Schieferungen, Boudinagen, Klüfte sowie Mylonit- und Kataklastizonen. Eine Besonderheit stellt jedoch die Tatsache dar, daß die generelle Streichrichtung in Westkreta mit etwa 90° von derjenigen Zentral- und Ostkretas abweicht. Eine weitere, sehr wichtige Besonderheit Westkretas stellt der Berg Gigilos dar (Abb. 3). Er ist aus den stratigraphisch tiefsten Teilen der westkretischen Plattenkalk-Gruppe aufgebaut (FYTROLAKIS 1980). Nördlich und südlich des Gigilos sind sowohl die Gigilos- als auch die Aloides-Formation aufgeschlossen, allerdings mit Unterschieden in Einfallrichtung und -winkel: Im Norden fallen die Schichten dieser Formationen mit etwa 30° generell nach NW, im Süden dagegen mit etwa 70° nach SE. Wir interpretieren den Gigilos-Berg als eine große Antiklinalstruktur, die im Zuge einer kompressionalen Tektonik entstanden ist. Weiter südlich im Profil Xyloskalo - Samaria Ort - Ag. Roumeli (der Samaria-Schlucht) herrscht eine generell flachwellige Lagerung mit etwa 20° SE vor. Diese Lagerungsverhältnisse werden mehrfach abrupt durch Steilstellung der Schichten (70° - 80° SE) unterbrochen. Diese 30-50 m mächtigen steilen Bereiche, in denen Knickfalten dominieren, sind auch mit der Kompressionstektonik verbunden.



Abbildung 3. Der Berg Gigilos, der hauptsächlich aus stromatolithischen Dolomiten aufgebaut ist, zeigt eine Sattel-Struktur. Blick nach Südwesten.

Figure 3. Mt. Gigilos, mainly consisting of stromatolithic dolomites, shows an anticlinal-structure. View to Southwest.

Ergebnisse und Perspektiven

Das Ergebnis dieser computerunterstützten Modellierung ist die erste digitale dreidimensionale Repräsentation der Sequenzen der Plattenkalk-Gruppe, der Trypali-Formation und der darüber abgelagerten neogenen und postneogenen Sedimente in der Umgebung der Samaria-Schlucht Westkretas. Aus der Integration neuerer Daten in das erste, aus der geologischen Karte erstellte Modell, erarbeiteten wir eine neue Geometrie. Anstelle einer bisher aus der geologischen Karte 1:50.000 abgeleiteten Synklinale stellen wir für das Gebiet eine antiklinale Struktur mit NNE-SSW-streichender Achse vor. Außerdem wurden dem Struktur-Modell geologische Profile in verschiedenen Richtungen entnommen (Abb. 4). Darin werden in unterschiedlichen Bereichen des deformierten Körpers Mächtigkeitsschwankungen in der dritten Dimension sichtbar.

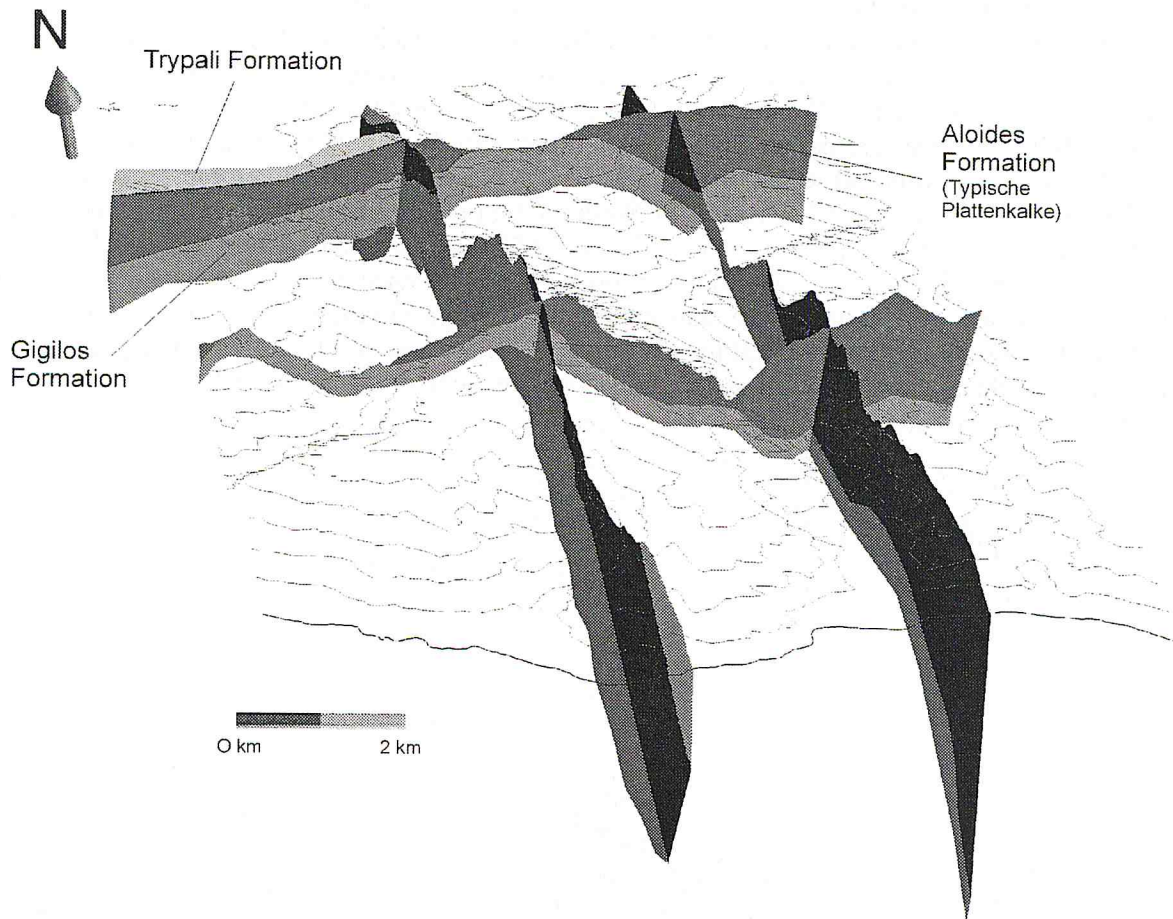


Abbildung 4. Geologische Profile durch das Modell der Samaria Schlucht.

Figure 4. Geological sections through the Samaria gorge model.

Um festzustellen, ob diese Schwankungen auf tektonische oder sedimentologisch-fazielle Einflüsse zurückzuführen sind, haben wir begonnen, dieselbe Modellierungsmethode auch auf das Gebiet der benachbarten Imbros-Schlucht anzuwenden (westliche Hälfte des Blattes Vrisses, 1:50.000, VIDAKIS et al. 1993).

Das auf seine Plausibilität geprüfte dreidimensionale geometrische Modell der geologischen Grenzflächen bildet die Voraussetzung für die nachfolgende Modellierung stofflicher und physikalischer Gesteinseigenschaften. Diese können als kontinuierliche wie diskrete Attribute den modellierten Körpern zugeordnet werden. Das erlaubt die Untersuchung der räumliche Verteilung des tektonischen und mikrotektonischen Inventars einer Region. Daraus wiederum können wichtige Schlüsse nicht nur zur Struktur des Untergrunds, sondern auch auf Verformungsmechanismen und die daraus resultierenden Paläo- und Aktuo-Spannungszustände in der Umgebung einer möglichen Bohrstelle gezogen werden.

Literaturverzeichnis

- BONNEAU, M. 1973. Sur les affinités ioniennes des "calcaires en plaquettes" épimétamorphiques de la Crète, la charriage de la série de Gavrovo-Tripolitza et la structure de l'arc égéen. -- C. R. Acad. Sci. Paris, (D), 277: 2453-2456.
- CREUTZBURG, N. & SEIDEL, E. 1975. Zum Stand der Geologie des Präneogens auf Kreta. -- N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 149: 363-383.
- EPTING, M., KUDRASS, H.R., LEPPIG, U. & SCHÄFER, A. 1972. Geologie der Talea Ori/Kreta. -- N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 141: 259-285.
- FASSOULAS, C., KILIAS, A. & MOUNTRAKIS, D. 1994. Postnappe stacking extension and exhumation of high-pressure/low-temperature rocks in the island of Crete, Greece. -- Tectonics, 13: 127-138.
- FYTROLAKIS, N. 1980. Der geologische Bau von Kreta. Habil.-Schrift. NTU Athen, 146 S., [griech. mit deutsch. Zusammenfassung].
- GOEBL, R.W. 1992. Computer Aided Design. -- Reihe Informatik, 76: 302 S.; Mannheim (B.I.-Wissenschaftsverlag).
- HALL, R. & AUDLEY-CHARLES, M.G. 1983. The structure and regional significance of the Talea Ori, Crete. -- J. struct. Geol., 5: 167-179.
- HOULDING, S.W. 1994. 3D Geoscience Modeling, 309 S., Berlin (Springer).
- JACKSON, J. 1994. Active tectonics of the Aegean region. -- Ann. Rev. Eart Planet. Sci., 22: 239-271.
- KÖNIG, H & KUSS, S.E. (1980). Neue Daten zur Biostratigraphie des permo-triadischen Autochthons der Insel Kreta. -- N. Jb. Geol.-Paläont. Mh., 1980: 525-540.
- KRAHL, J., RICHTER, D., FÖRSTER, O., KOZUR, H. & HALL, R. 1988. Zur Stellung der Talea Ori im Bau des kretischen Deckenstapels (Griechenland). -- Z. dt. geol. Ges., 139: 191-227.
- KUSS, S.E. & THORBECKE, G. 1974. Die präneogenen Gesteine der Insel Kreta und ihre Korrelierbarkeit im ägäischen Raum. -- Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., 64: 39-75.
- MANUTSOGLU, E., SOUJON, A., REITNER, J. & DORNSIEPEN, U.F. 1995 a. Relikte lithistider Demospongiae aus der metamorphen Plattenkalk-Serie der Insel Kreta (Griechenland) und ihre paläobathymetrische Bedeutung. -- N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 1995 (4): 235-247.
- MANUTSOGLU, E., MERTMANN, D., SOUJON, A., DORNSIEPEN, U.F. & JACOBSHAGEN, V. 1995 b. Zur Nomenklatur der Metamorphite auf der Insel Kreta, Griechenland. -- Berliner geowiss. Abh., E16 (Gundolf-Ernst-Festschrift): 579-588.
- SOUJON, A., MANUTSOGLU, E., REITNER, J. & JACOBSHAGEN, V. 1995. Lithistide Demospongiae aus der metamorphen Plattenkalk-Serie der Trypali Ori (Kreta/Griechenland). -- Berliner geowiss. Abh., E16 (Gundolf-Ernst-Festschrift): 559-567.
- SOUJON, A., JACOBHAGEN V. & MANUTSOGLU, E. 1998. A lithostratigraphic correlation of the Plattenkalk occurrences of Crete (Greece). -- Bull. geol. Soc. Greece, XXXII/1: 41-48.
- SURPAC SOFTWARE INTERNATIONAL (ed.) 1995a. Core Management System Users Reference - SSI Installation and Setup Manual. Surpac Software International; Belmont, Western Australia.
- SURPAC SOFTWARE INTERNATIONAL (ed.) 1995b. Entec - Generic Tools Reference. Surpac Software International; Belmont, Western Australia.
- TATARIS, A. & CHRISTODOULOU, G. 1969. Geological map of Greece 1:50.000, Vatolakkos sheet. Athens (I.G.M.E.).
- VIDAKIS, M., TRIANTAPHYLLIS, M. & MYLONAKIS, I. 1993. Geological map of Greece 1:50.000, Vrisses sheet. - Athens (I.G.M.E.).

Adressen

Dr. Emmanuil Manutsoglu, Prof. Dr. Dr. h.c. Volker Jacobshagen, Dipl.-Geol. Evangelos Spyridonos, Prof. Dr. Wolfdietrich Skala; Institut für Geologie, Geophysik und Geoinformatik der Freien Universität Berlin, Malteserstr. 74-100, D-12249 Berlin; geoinfor@zedat.fu-berlin.de