© Verband Österreichischer Höhlenforscher, download unter www.biologiezentrum.at

Karstmorphologische Studien in Mittel-Akarnanien (Westgriechenland)

Von Max H. Fink (Wien) und Spiros Verginis (Athen)

In der vorliegenden Studie wird über die Fortführung der karstmorphologischen Untersuchungen in Westgriechenland berichtet, die von den Verfassern im nördlichen Akarnanien eingeleitet wurden und über die bereits in Heft 4/1974 dieser Zeitschrift ein Aufsatz erschienen ist (M. H. FINK — S. VERGINIS, 1974). Im folgenden wird ein Überblick über den Karstformenschatz Mittelakarnaniens gegeben, wobei vornehmlich auf die Poljen als landschaftsbestimmendes Element des Karstreliefs eingegangen wird. Diese geomorphologische Bestandsaufnahme wird in einem derart umfangreichen Karstgebiet, wie es Akarnanien darstellt, vor dem Ansatz der vorgesehenen Detailstudien als zweckmäßig angesehen.

Die Verfasser erachten es als eine angenehme Pflicht, Herrn o. Univ.-Prof. Dr. Julius FINK, Vorstand des Geographischen Institutes der Universität Wien und Obmann der Kommission für Quartärforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, für die großzügige Förderung der Geländearbeiten und der Publikationen herzlich zu danken.

Geologischer Überblick

Akarnanien gehört der Ionischen Zone Griechenlands an, die im Osten von der Gabrovo-Zone und im Westen von der Paxos-Zone begrenzt wird und die auch die Bezeichnung Adriatico-Ionische Zone führt (A. PHILIPPSON, C. RENZ, J. AUBOIN). Sie setzt in Albanien an, umfaßt ganz Westgriechenland, die Inseln Korfu, Levkas (ausgenommen die Halbinsel Levkatas), den Osten Kefallinias, den Berg Skopos auf der Insel Zante und erstreckt sich bis zum Nordwest-Peloponnes, wo sie gegen Süden unter dem Meeresspiegel verläuft.

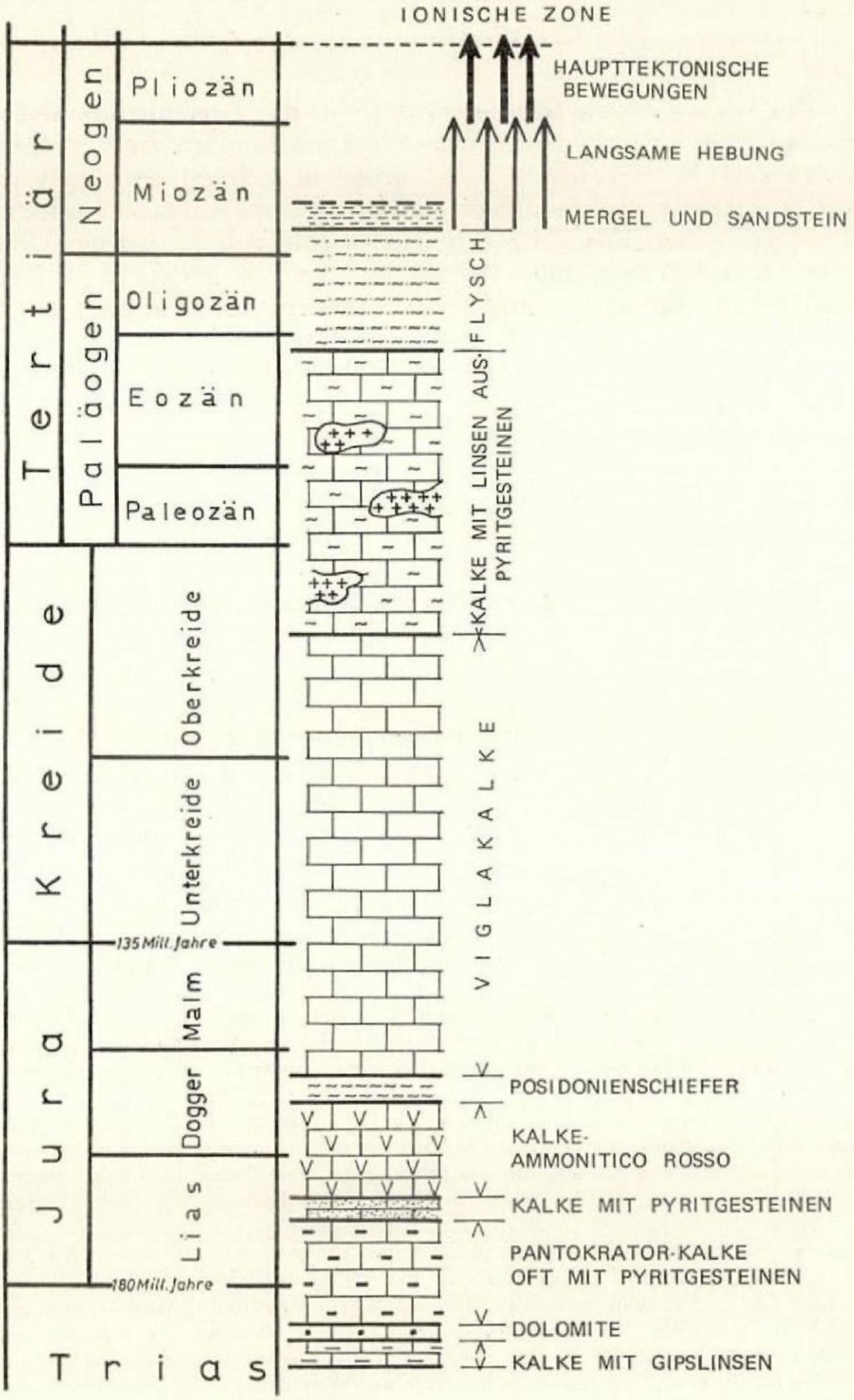
Gips und karnische Kalke (50 bis 100 m) dieser Zone können als altgeologische Bildungen bezeichnet werden. Der Gips hat triadisches Alter und ist während des Paläogens mittels Diapirismus an die Oberfläche gelangt. Es treten auch jüngere Gipsschichten (Evaporite) mit geringerer Mächtigkeit aus dem Miozän auf. Auf die dünngeschichteten karnischen Kalke folgen helle aschgraue und weiße unternorische Dolomite ohne Fossilien. Es folgen die Kalke des Pantokrator (Korfu) mit einer Mächtigkeit von 400 bis 800 m, die zwischen mittlerer Trias und Nor sedimentiert wurden. Die Pantokratorkalke bauen die Berge des Epirus und West-Akarnaniens auf und bilden die Basis der Deckschollen, die durch eine westwärts gerichtete Überschiebung entstanden sind. Der tiefste Teil des Ionischen Grabens beteht aus Doggerkalken mit Linsen aus Pyritgestein mit einer Gesamtmächtigkeit von 20 bis 40 m, die weniger tiefen Bereiche bestehen aus Ammonitenkalken (Ammonitico rosso).

Nach J. AUBOIN (1958) besteht der östliche und westliche Bereich der Ionischen Zone aus Ammonitico Rosso-Kalken, hingegen der zentrale Bereich aus 20 bis 40 m mächtigem Posidonienschiefer. Das Alter dieser Gesteinsserien kann mit

© Verband Österreichischer Höhlenforscher, download unter www.biologiezentrum.at

Stratigraphisches Profil der Ionischen Zone

(Schematisch)



© Verband Österreichischer Höhlenforscher, download unter www.biologiezentrum.at

Oberlias und Unterdogger angegeben werden. Auf diese Sedimente folgen Kalke des mittleren bis oberen Bajocien, Schiefer mit Posidonia (5 bis 10 m) des oberen Bajociens bis Bathoniens und Kalke des mittleren Jura bis unteren Senon, genannt Viglakalke (500 m). Darüber finden sich Kalke des oberen Senon und des Eozän mit kleineren Pyritgestein-Linsen. Die Sedimentation der Eozänkalke setzt sich mit einer Mächtigkeit von 200 bis 250 m bis zum Priabonien fort.

Dann schließen die Schichten des Ionischen Flysches an, dessen Bildung im oberen Eozän beginnt und bis zur Basis des Miozän reicht (Aquitan).

Gegen Ende des Aquitan traten die ersten tektonischen Bewegungen innerhalb der Ionischen Zone auf und große Bereiche dieser Zone werden über den Meeresspiegel gehoben. Gleichzeitig wurden kleine Gräben gebildet, welche mit Mergel und Sandstein des Burdigals aufsedimentiert wurden. Die Haupttektonik der Ionischen Zone, die als plastische Tektonik charakterisiert ist, setzte während des oberen Miozän ein.

Gegen Westen ist die Ionische Zone auf die Paxos-Zone aufgeschoben.

Die stratigraphische Serie des Untersuchungsgebietes beginnt als einheitliche Sedimentationsfolge mit Triaskalken und Gips und endet mit Miozän-Flysch. Nach den haupttektonischen Bewegungen kam es zu limnischen Pliozän-Sedimenten und Quartärablagerungen.

a) *Trias.* Es handelt sich um schwarze, dünnschichtige Kalke und Dolomite mit charakteristischen Fossilien (*Cardita gümbeli* PICHLER). Aus der beiliegenden Karte ist zu ersehen, daß der Bereich entlang der NW—SE streichenden Überschiebung aus triadischen Kalken und Dolomiten besteht, die zur Verkarstung in enger Verbindung stehen. Auch der Nordwest- und Westteil des Poljes von Aetos und ein Großteil des Semipoljes von Mahera sind aus diesen Gesteinen aufgebaut. Triadischer Gips, der durch Diapirismus an die Oberfläche gelangte, findet sich im Westen des Amvrakiasees und des Vliches-Polje. Mächtige Gipsablagerungen sind im Tal des Flusses Nisas aufgeschlossen.

b) *Trias/Jura.* Diese Gesteine sind im Untersuchungsgebiet nur wenig vertreten. Es handelt sich im allgemeinen um Dolomite im Kontakt mit triadischen Kalken, wobei im Bereich der Dolomite die Verkarstung nicht so stark ausgeprägt ist wie in den triadischen Kalken. Das Gebiet südlich der Ortschaft Agrambela wird aus Trias/Jura-Dolomit aufgebaut.

c) *Jura.* Jurakalke nehmen einen großen Bereich Mittel-Akarnaniens ein. Unterjurassische Kalke kommen im ganzen Bereich von Akhira bis zum Kap Tourkovigla (SW von Astakos) und ferner von Aetos bis Chrisovitsa vor. Mittel- und oberjurassische Kalke (mit Ammonitico rosso) weisen nur geringe Verbreitung auf. Es ist bemerkenswert, daß der große Bereich der Jurakalke weniger günstige Voraussetzungen für die Verkarstung bietet.

d) *Kreide.* Geologische Bildungen aus der Kreide wurden bereits 1890 von A. PHILIPPSON beschrieben. Es handelt sich um Hippuritenkalke, welche die Umrahmung des Vliches-Polje und die östliche Umrahmung des Amvrakia-Sees bilden. In geringem Ausmaß treten diese Kalke südlich von Chrisovitsa und westlich von Aetos auf. Die Ver-

© Verband Österreichischer Höhlenforscher, download unter www.biologiezentrum.at

karstung ist hier ausgeprägter als in den Jurakalken, aber merklich schwächer ausgebildet als in den triadischen Gesteinen.

e) *Eozän.* Es handelt sich um Kalke, die westlich von Amfilochia auftreten, von Vicana bis Astakos einen Nord-Süd verlaufenden Streifen bilden und lokal entlang des Nisas-Flusses in Kontakt mit triadischem Gips und Miozänflysch vorkommen.

f) *Miozän.* Im Zuge einer langsamen tektonischen Bewegung kam es zur Ablagerung mariner Sedimente, die als Flyschgesteine bezeichnet werden können. Flysch ist im Tal des Nisas-Flusses, im Bereich der Semipoljen bei Akhira und parallel zur Überschiebung anzutreffen, die von Thirion über Voustri, Panayia Persova und entlang des Fußes des Berges Boumistos bis zum Fuß des Berges Mega Oros an der Küste zieht. Weiters streicht Flysch parallel zur Eozänkalkzone, die sich von Vlizana in südlicher Richtung über Vasilopoulon, Koraistakis bis nach Astakos erstreckt.

g) *Pliozän.* Aus dieser Zeit stammen limnische Ablagerungen, die charakteristische Süßwasserfossilien aufweisen. Sie kommen im Polje Vliches und im SE des Amvrakiasees vor.

h) *Quartär.* Zu den quartären Sedimenten gehören Hangschutt, Alluvionen und mächtige Terrae-calcis-Bildungen. Aus der Karte ist zu ersehen, daß die fluviatilen Akkumulationen des Nisas den Bereich zwischen Loutraki und Petra einnehmen und hier eine rund 50 m hohe Terrasse bilden. Mächtiger Schutt, der vom Ipsili Korifi und von der Westflanke des Boumistos geliefert wurde, ist bei der Ortschaft Varnakos anzutreffen.

Ein Großteil der östlichen Umrahmung des Amvrakiasees ist ebenfalls mit Schutt bedeckt, der dann in tieferen Zonen in Kontakt mit Alluvionen tritt. Schuttkegel und Schwemmfächer finden sich in jedem Polje und bestimmen hier die Umrandung. Mächtige Alluvionen befinden sich nördlich von Kandila im Bereich eines tektonischen Grabens; sie weiten sich in der Ebene von Mytikas zu einem großen Delta aus. Alluvionen sind ferner an der Umrahmung des Amvrakiasees beteiligt, weiters in der Astakosebene vorhanden, wo sie nördlich von Astakos in Kontakt mit Flysch und Schutt treten.

Die Böden der Poljen sind mit Alluvionen oder mit Terrae calcis bedeckt, die z. T. mit Kalkschutt durchmischt sind. Lokal sind in der Terra rossa gerundete Komponenten aus Kreidekalk enthalten.

Zur Morphologie Mittel-Akarnaniens

Akarnanien, das fast zur Gänze ein zusammenhängendes Gebirgsland ist, weist drei Hauptstockwerke auf.

1. Hochakarnanien besteht aus mehreren N—S verlaufenden Kalkketten, die in Ipsili Korifi (1589) kulminieren und deren Karst-

© Verband Österreichischer Höhlenforscher, download unter www.biologiezentrum.at

formen z. T. bereits beschrieben wurden (M. H. FINK und S. VERGINIS, 1974).

2. Mittelakarnanien schließt östlich der Linie Monastiraki — Thirion-Voustri — Akhira — Komboti — Aetos — Bambini — Chrisovitsa — Astakos an Hochakarnanien an und besteht aus einem Plateauland zwischen 600 und 200 m Höhe.
   Dieser Bereich läßt sich in zwei Teilstockwerke gliedern:
   a) Das Hochland von Katouna und Papadhatos, das gegen Osten mit einer ausgeprägten Bruchstufe zur Agrinionsenke abfällt. Dieses Hochland weist ausgedehnte Gebiete mit großer Dolinendichte auf, so vor allem zwischen Katouna und Trifos (Karstgebiet I). Das Karstgebiet II zwischen Konopina und Papadhotos wird gekennzeichnet durch Großdolinen, Karstmulden und kleinere Poljen (A 8, A 9, A 10). Östlich von Vliches erstreckt sich bis zum Nordast des Amvrakiasees und zur Bucht von Amfilochia der Bergstock Valanidhes, der aus einer Antiklinale aus Eozänkalken besteht.
   b) Zwischen Hochakarnanien und dem Hochland von Katouna ist ein tieferes Stockwerk eingeschaltet, dem die Poljentreppe von Drokhives, Aetos und Mahera angehört. Die Höhenlage kann mit 300 bis 160 m angegeben werden.
3. Niederakarnanien umfaßt die Ebene von Agrinion bis zum Rande der Flyschzone und das Mündungsgebiet des Acheloos.

A. Poljen und Semipoljen Mittelakarnaniens

1. Das Polje Vliches

Am Nordostrand Mittelakarnaniens, am Abbruch des Plateaus von Katouna und Trifos, befindet sich das Polje Vliches. Die im Grundriß spindelförmige, 9,5 km lange, bis zu 1,5 km breite Wanne fügt sich in die generelle, NNW—SSE verlaufende Hauptstreichungsrichtung Akarnaniens ein und gehört als tektonisches Teilbecken der bedeutenden Agrinionsenke an. Dieses Gebiet wurde bereits von E. FELS (1951) als Karstpolje bezeichnet.

Die Schwelle im NNW, von der eine Talung zum Amvrakischen Golf (Bucht von Loutraki) hinableitet, liegt in 80 m Höhe, jene im SSE, welche die Verbindung zum Amvrakiasee vermittelt, in 100 m Höhe. Am Rahmen des Poljes, der in mesozoischen Gesteinen anzusetzen ist, sind vorherrschend Trias-, Jura- und Kreidekalke beteiligt, im SW auch Gips. Die Umrahmung weist Höhen zwischen 400 und 500 m auf.

Der NW-Teil des Poljebodens ist eben, setzt mit scharfem Knick vom Gehänge ab und birgt den namengebenden Schilfsee Vliches mit wechselndem Wasserstand. Hier befindet sich mit 51 m der tiefste Punkt der Karsthohlform. Die flacheren Teile des Poljebodens werden von mehr als 8 m mächtiger Terra rossa, die mit Kalkbrocken durchsetzt ist, eingenommen. Nahe beim SW-Rand erhebt sich eine Hügelzone aus neogenen Sedimenten, die parallel zum Steilabfall des Katounaplateaus verläuft und die vornehmlich aus Pliozän aufgebaut wird. Vom mesozoischen Rahmen im W ziehen episodische Gerinne — anfänglich in tiefen Kerben und Schluchten — konsequent zum Poljeboden hinab und haben einerseits zur Zerschneidung der Neogenzone in einzelne Erhebungen, andererseits zur Entwicklung einer subsequenten Ausraumzone zwischen dieser und dem Poljerahmen Anlaß gegeben.

© Verband Österreichischer Höhlenforscher, download unter www.biologiezentrum.at

Von allen Seiten der Umrahmung ziehen episodische Wildbäche zum Poljeboden und haben Schwemmfächer eingeschüttet.

Ein perennierender Zufluß zum See ist nicht vorhanden; bei hohem Wasserstand sind zwei Ponore aktiv. Der gesamte Boden mit Ausnahme des Schilfsees wird intensiv landwirtschaftlich genutzt, der größere Teil als Ackerland, die Umgebung des Sees als Weideland. Der sommerliche Wassermangel wird durch zahlreiche künstliche Wassergruben von beträchtlicher Ausdehnung und Tiefe, sogenannte „sternes", behoben, von denen aus mittels fliegender Leitungen die Bewässerung der Felder durchgeführt wird.

Bezüglich der Genese des Polje ist zu bemerken, daß hier eine ganze Reihe von Faktoren und Gegebenheiten wirksam gewesen sind. Zunächst kommt der Tektonik große Bedeutung zu, da die Karsthohlform als tektonisches Senkungsfeld entlang der NNW—SSE streichenden Agrinionstörung präformiert ist. Es kann demnach nach der eingeführten Terminologie auch als Grabenpolje bezeichnet werden. Dieses Senkungsfeld wurde im Pliozän mit limnischen Sedimenten erfüllt, die sich weiter nach SSE über den Amvrakiasee bis in den Bereich von Agrinion fortsetzen. Erst nach der Landfestwerdung dieses Bereiches setzte die eigentliche Phase der Poljengenese ein, die, zeitlich gesehen, zur Gänze in das Quartär einzustufen ist. Es erfolgte die Umwandlung von einem plombierten tektonischen Senkungsfeld zu einem Polje mit vollständiger unterirdischer Entwässerung. Neben der erosiv-denudativen Ausräumung eines großen Teiles der Neogenplombe ist auch eine weitere junge Bruchtektonik anzunehmen, die zu einer Vertiefung der Hohlform geführt hat. Ist in der ersten Phase der Ausräumung mit einer oberirdischen Entwässerung in Richtung Golf von Amvrakia zu rechnen, so erfolgte die Abfuhr des Neogenmaterials in der zweiten Phase, in der der Poljeboden unterhalb der Schwellenhöhe von 80 m zu liegen kam, durch die Ponore in den mesozoischen Rahmen hinein. Die Richtung der rezenten karsthydrographischen Entwässerung kann erst nach der Durchführung von Markierungsversuchen angegeben werden. Die Breite des Poljebodens wird auch durch die Terra rossa und durch Wildbachfächer der einmündenden Gerinne bestimmt. Die geringe Durchlässigkeit der mächtigen Bodensedimente führt zu verstärkter Lateralkorrosion in den Karstgesteinen der Umrahmung.

2. Poljen im Hochflächenkarst Mittelakarnaniens

Das Polje von Trifos ist das nördlichste im mittelakarnanischen Hochflächenkarst und wurde von den Verfassern 1974 beschrieben (M. H. FINK — S. VERGINIS, 1974).

Rund 1,5 km südöstlich von Katouna befindet sich das Kleinpolje Agios Prokópios (A 7), dessen Boden 190 m hoch liegt und das bereits in die westliche Randzone des Hochflächenkarstes eingetieft ist. Die Höhe der peripheren Schwellen beträgt im N 225 m, im S 260 m und im W, wo das Polje Dhrokives (s. u.) anschließt, etwa 210 m. Die Umrahmung, größtenteils aus Triaskalk, im N und W untergeordnet auch Gips, weist Höhen um 300 m auf. Der ebene Boden wird von einer mehr als 7 m mächtigen Lage aus Terra rossa, die mit Kalkbrocken durchsetzt ist, gebildet. Die 1,5 km lange, bis zu 600 m breite Karsthohlform weist weder einen Bachlauf noch ein stehendes Gewässer auf. Lediglich in Wassergruben (sternes) ist Niederschlagswasser gesammelt. Bei der Genese der Hohlform dürfte der Gipsdiapirismus eine Rolle gespielt haben; dominante Störungen sind nicht erkennbar.

Zwischen Konopina und Papadhatos sind drei kleinere Hochflächenpoljen in der Streichungsrichtung NNW—SSE angeordnet. Das Polje Stathopigadho (A 8) ist das nördlichste dieser Poljenkette und weist eine Längserstreckung von 1 km bei einer maximalen Breite von 250 m auf. Der ebene Boden befindet sich in einer Höhe von 270 m und besteht aus Terra rossa mit Kalkbrocken. Das Polje ist trocken, der Niederschlag versickert diffus in den Untergrund. Die Anlage der Karst-

© Verband Österreichischer Höhlenforscher, download unter www.biologiezentrum.at

hohlform erfolgte an der Kontaktzone zwischen Triaskalk im W und Kreidekalk im E.

Das mittlere Polje Ayia Paraskevi (A 9) mit 1 km Durchmesser liegt 240 m hoch und ist in das 400 m hoch gelegene Plateau nördlich Papadhatos eingetieft. Die Umrahmung besteht ausschließlich aus Triaskalk; der Boden wird von Terra rossa bedeckt. Vom stark zerlappten Westrand haben episodisch aktive Wildbäche Schwemmfächer eingeschüttet.

Unmittelbar nördlich von Papadhatos befindet sich das Polje Ftéri (A 10), dessen ebener Boden 270 m hoch liegt. Der Rand der Karsthohlform ist ebenfalls zerlappt, die Dimension beträgt 600 m N—S und 400 m W—E. Im Nordteil befindet sich ein kleiner See von etwa 100 m Durchmesser. An den Flanken der Umrahmung sind Dolinen eingesenkt, vor allem im N und im SW. Die Anlage des Poljes erfolgte an der Grenze zwischen Triaskalk im W und Eozänkalk im E, im Bereich einer Deckenstirn. Auch hier wird der Poljeboden von Terra rossa eingenommen und intensiv landwirtschaftlich genutzt.

3. Die Poljentreppe Dhrokives—Aetos—Mahera

Zwischen den kahlen Ketten Hochakarnaniens, die im Ipsili Korifi (1582 m) kulminieren, und dem Hochflächenkarst Mittelakarnaniens in 600 bis 300 m Höhe ist eine breit entwickelte Tiefenzone eingeschaltet, die von rund 250 m SW Katouna in südlicher Richtung über Chrisovitsa zur Mündungsebene des Flusses Acheloos absinkt. Diese Tiefenzone am Rand zwischen Hoch- und Mittelakarnanien wird von ausgedehnten Talpoljen und Semipoljen eingenommen, die sich in ihrer Längserstreckung in die allgemeine Abdachung dieses Gebietes nach S einfügen und zugleich der generellen Streichungsrichtung der akarnanischen Gebirge folgen.

Südlich von Katouna setzt am Rand des mittelakarnanischen Hochflächenkarstes das kleine Polje Dhrokives (A 11) an, das mit dem östlich anschließenden Polje Agios Prokópios (A 7) den Übergang vom Hochflächenkarst zur genannten Tiefenzone darstellt. Das 2 km Durchmesser aufweisende Karstbecken weist im S einen zerlappten Rand auf, von dem zwei kleinere Karstrestberge (Humi) abgetrennt sind. Die Anlage der Karsthohlform erfolgte am Kontakt zwischen Trias-, Jura- und Kreidekalken. Die Ausbildung des flachen Poljebodens in 185 m Höhe ist dem Grenzflächeneffekt des Zusammentreffens dieser drei Karstgesteine sowie der abdichtenden Wirkung der Terra rossa zuzuschreiben. Dhrokives liegt außerdem im Bereich einer Deckenstirn und an einem parallel dazu streichenden Bruch. Das Polje weist kein perennierendes Gerinne auf.

Die Höhe der Schwelle im SW beträgt 240 m, die der Schwelle im E jedoch nur 210 m, wodurch sich ergibt, daß Dhrokives und das Polje Agios Prokópios einer übergeordneten Karsthohlform angehören. Das Schwellenniveau 240 m stellt somit die lokale Ausgangsbasis für die karstmorphologische Entwicklung dieses Raumes dar. In diesem Niveau muß sich noch eine oberirdische Entwässerung nach SW in das Gebiet von Aetos vollzogen haben.

Bei einer Längserstreckung von 10 km und einer Breitenentwicklung bis zu 3 km ist das Polje von Aetos (A 12) das größte Polje Akarnaniens und gehört zur Gänze dem tieferen Stockwerk Mittelakarnaniens an. Im W bildet der mächtige Boumistos (1573 m) und seine südlichen Vorlagen die Begrenzung, im E wird der Rahmen von der Höhenzone Katouna—Papadhatos gegeben. Das besondere Kennzeichen des Polje von Aetos ist der in seinem zentralen Teil sich erhebende, mächtige Karstrestberg Mirovigli (605 m), der aus Jurakalk besteht und der an seiner Ostseite mittels einer wenig ausgeprägten Schwelle mit dem östlichen Poljerahmen verbunden ist. Zwei kleinere Humi befinden sich NW des Mirovigli; auch sie werden von Jurakalken aufgebaut. Südlich des Mirovigli ragen drei kleine Humi aus dem Poljeboden auf. Die Umrahmung des Polje besteht im W und S aus Jurakalk, im N und NE aus Triaskalk. An der Westbegrenzung sind zahlreiche Brüche und Überschiebungen erkennbar. Der durchwegs flache, intensiv unter Pflug stehende Poljeboden, der sich mit scharfem Knick von der Umrahmung ab-

© Verband Österreichischer Höhlenforscher, download unter www.biologiezentrum.at

setzt, wird größtenteils von Terra rossa eingenommen, die gegen S zunehmend mit fluviatilem Material, vorwiegend Schotter, durchmischt ist. Vom Abhang des Boumistos bauen sich Wildbach- und Schuttfächer gegen den Boden vor. Der Poljeboden ist sanft nach S geneigt und besteht aus zwei Teilfeldern, die von den zwei kleineren Humi im N getrennt werden. Der tiefste Punkt des Polje liegt in seinem südlichen Teil bei 195 m Höhe, unweit der inaktiven Karsttalung, die in das Karstbecken von Mahera leitet. Dieser südlichste Teil trägt bezeichnenderweise den Flurnamen „Katavothre", was auf die unterirdische Entwässerung durch offene Ponore hinweist. Bei Hochwasser können die Ponore das anfallende Wasser nicht zur Gänze ableiten und es kommt zu episodischen Inundationen.

Eine zwei Kilometer lange Karsttalung leitet vom tiefsten Punkt des Polje von Aetos in das Becken von Mahera (A 13), das gegen S zu offen ist und daher als Semipolje bezeichnet werden muß. Eingesenkt in die Flächensysteme Mittelakarnaniens, setzt die aus verschiedenen Teilfeldern bestehende Hohlform im N bei Papadhatos an und findet nach 12 km Erstreckung in 60 m Höhe ihr südliches Ende zwischen Chrisovitsa und Agrambela, wo der bis zu 3 km breite Boden sich in einer offenen Talung fortsetzt. Die Umrahmung, in einer Höhe von 400 bis 600 m, besteht im W aus Jurakalk, im E aus Triaskalk, untergeordnet im S auch aus paleozänen Kalken. Das nördlichste Teilfeld unterhalb von Papadhatos und Mahalas wird Neopikadi genannt und schließt unmittelbar an den Fuß des Hochflächenkarstes Mittelakarnaniens an. Von diesem Teilfeld bildet eine schmale, episodisch aktive Talung mit der Bezeichnung Yero poros die Verbindung zum südlich anschließenden Bereich des Megas kambos. Hier und im folgenden „Kambos" weist das Semipolje seine größte Breite und Geschlossenheit auf. An der Umrandung — besonders deutlich zwischen Mahera und Chrisovitsa — finden sich Terrassenreste rund 40 m über dem heutigen Boden. Der Südrand des Semipoljes ist stark zerlappt, östlich Chrisovitsa ist sogar das Teilfeld geschlossen.

Die Anlage des Semipoljes von Mahera ergibt sich teilweise aus der morphologischen Position als Teilbereich der großen „Nahtzone" zwischen Hochakarnanien im W und dem Hochflächenkarst Mittelakarnaniens im E, andererseits aus dem lithologischen Kontaktbereich zwischen Trias- und Jurakalk, der durch die mächtige Hohlform nachgezeichnet wird. Von der Sattelzone südlich Mahalas, wo der Beginn der Hohlform anzusetzen ist, bis zum engen Durchlaß des episodischen Gerinnes Remma zwischen Chrisovitsa und Agrambela ist ein gleichsinniges Gefälle des Poljebodens gegen S vorhanden, das auch an den begleitenden Terrassen festzustellen ist, wodurch sich eine fluviatile Präformierung und eine episodische rezente Aktivität der Großform ergibt. Vor der Aktivierung der Ponore im nördlich anschließenden Polje von Aetos läßt sich eine ehemals durchgehende oberirdische Entwässerung auch von diesem Raum her ableiten, was sich einerseits durch das Vorhandensein der Karsttalung, andererseits auch durch deutlich geschichtete fluviatile Sedimente, die mit Terra rossa durchmischt sind, belegen läßt.

4. Das Semipolje Palio kambos

Am östlichen Rand der höchsten Erhebung Akarnaniens, dem Ipsili Korifi (1582 m) liegt ein weiteres Becken, das einem anderen Typus zuzuordnen ist als die oben behandelten.

Das 4 km lange, bis zu 2 km breite Semipolje Palio kambos (A 14) befindet sich nördlich von Komboti und östlich von Akhira; sein ebener Boden, der am Nordrand eine Höhe von 340 m aufweist, ist über Miozänflysch zur Ausbildung gelangt, der auch die unteren Bereiche der Süd- und Ostflanke aufbaut. Die Umrahmung selbst wird aus Karstgesteinen gebildet, vorwiegend aus Jurakalk, untergeordnet auch aus Kreide- und Eozänkalk. Die Grenze zwischen Karst- und Nichtkarstgesteinen wird an beiden Seiten durch tektonische Flächen bestimmt, an der Ostseite durch eine Überschiebung, an der Westflanke durch einen Bruch. Palio kambos ist das bedeutendste Becken Akarnaniens, dessen Boden zur Gänze im Flysch angelegt ist und in dem lediglich die oberen Flanken aus Karstgesteinen

© Verband Österreichischer Höhlenforscher, download unter www.biologiezentrum.at

aufgebaut werden. Aus der tektonischen Position läßt sich ableiten, daß früher die Karstgesteine den gesamten Raum der heutigen Hohlform eingenommen haben und daß in dieser frühen Phase der Landformung auch karstmorphologische Prozesse bestimmend waren, die schließlich zur Exhumierung der überschobenen Flyschgesteine führten. Mit der Freilegung des impermeablen Flysches setzte die fluviatil gesteuerte Denudation dieses Raumes ein.

Das Becken wird zur Gänze oberirdisch entwässert. Hier sammelt sich das Wasser zahlreicher episodischer Gerinne der Flyschumrahmung mit mächtigen Wildbächen aus dem Ipsili-Korifi-Gebiet und fließt als Nisas-Fluß nach N zum Amvrakischen Golf. Bevor der Fluß jedoch Mittelakarnanien verläßt, durchströmt er zwischen Voustri und Trifos ein weiteres Becken, das die Bezeichnung N i s a (A 15) trägt. Dieses nur 2 km lange, bis zu 1 km breite Becken wird von Triaskalk und Gips umrahmt und muß wegen seiner oberirdischen Entwässerung ebenfalls als Semipolje bezeichnet werden. Wenn auch bei beiden Becken keine dominante rezente karsthydrologische Aktivität festzustellen ist, so sind doch in der ersten Phase der Entwicklung der Hohlformen karstmorphologische Prozesse mitbeteiligt gewesen.

B. Bemerkungen zur Typologie der akarnanischen Poljen

Die Studien über 15 Poljen und poljenähnliche Großformen dieses Raumes ermöglichen es, Überlegungen über die Typologie der Poljen anzustellen. Auf Grund der einschlägigen Literatur, die von I. GAMS (1973) zusammengefaßt und ausgewertet wurde, ist folgende Typologie der Poljen üblich:

I. nach der Tektonik
   1. Grabenpolje
   2. Synklinalpolje
   3. Antiklinalpolje

II. nach hydrographischen Gesichtspunkten
   1. nach J. CVIJIĆ (1893)
      a) trockene Poljen
      b) periodisch überflutete Poljen
      c) Poljenseen
   2. a) Poljen im piezometrischen Niveau (nach H. LEHMANN, 1956)
      b) Durchflußpolje (nach I. GAMS, 1969), Semipolje
   3. a) Polje mit Oberflächeneinfluß und Ponorausfluß
      b) Polje mit Quellwassereinfluß und Ponorausfluß

III. nach der morphologischen Position und der Form
   1. Hochflächenpolje nach H. LEHMANN (1959), Plateaupolje nach I. GAMS (1973), Podipolje nach J. BÜDEL (1973)
      a) ebensohlige Beckenpoljen (Dinarischer Typ), Kesselpolje
      b) Muldenpoljen, nach I. GAMS (1973) Parapoljen
   2. Talpoljen nach H. LEHMANN (1959)
      a) ebensohlige Aufschüttungstalpoljen
      b) Muldenpoljen, Parapoljen nach I. GAMS
   3. Piedmontpolje (am Fuß eines Gebirges)
   4. Uvalaähnliche Poljen

H. LEHMANN (1959) unterschied ferner im Hinblick auf den Kontakt zwischen Karst- und Nichtkarstgestein Semipoljen, wobei zwischen komplexen Semipoljen und Randpoljen differenziert wurde. In diesem Zusammenhang ist festzuhalten, daß ein Bedeutungswandel des Begriffes „Semipolje" stattgefunden hat, und zwar derart, daß gegenwärtig unter Semipolje ein Becken im Karst verstanden wird,

Tab.: 2 VERGLEICHENDE ÜBERSICHT DER POLJEN AKARNANIENS

Bezeichnung	Morphologische Position und Höhe	Fläche Km²	Geologische Position	Dominante tektonische Position	Hydrologie	Vergleich mit I.GAMS 1973
A_1 Avlaria	Hochfläche 170m.	8,4	Trias-Gips, Triaskalk, Jurakalk, Flysch.	Überschiebung	T/S	2/1c, 2/3a, 3/1a
A_2 Livadhi	Hochfläche 760m.	4,1	Jurakalk, Flysch.	Grabenbruch	T/F	1/1, 2/1b, 2/3a, 3/1,
A_3 Lakkos ton pedion(E)	Küstenland 50 m.	0,5	Triaskalk, Jurakalk.	———	T(S)	2/1b, 2/2a, 2/3a, 3/2a
A_4 Polje von Paliomilou(G)	Küstenland 40 m.	0,5	Triaskalk, Jurakalk.	———	T(F)	2/2b; 2/3a, 3/2a
A_5 Polje von Trifos	Hochfläche 375 m.	1,5	Trias-, Jura-, Kreide-, Eozänkalk.	Überschiebung, Bruch	T(F)	2/1a, 2/3a, 3/1b
A_6 Vliches	Talpolje 51m.	11,8	Trias-Gips Trias-, Jura-, Kreidekalk.	Grabenbruch	T/S, (F)	1/1, 2/1c, 2/3a, 3/2a,
A_7 Polje Ag. Prokopios	Hochfläche 190m.	0,4	Trias-Gips, Triaskalk.	Gipsdiapirismus	T	2/1a, 2/3a, 3/1a
A_8 Statopigado	Hochfläche 270 m.	0,2	Trias-, Kreidekalk.	———	T	2/1a, 3/1b
A_9 Polje Ag. Paraskevi	Hochfläche 240m.	0,4	Triaskalk	———	T	2/1a 3/1a
A_{10} Fteri	Hochfläche 270m.	0,3	Trias-, Eozänkalk.	Überschiebung, Bruch	T/S	2/1a, 3/1a
A_{11} Drokives	Hochfläche-Talpolje 185 m.	1,4	Trias-, Jura-, Kreidekalk.	Überschiebung	T	2/1b, 3/1a 3/2a
A_{12} Polje von Aetos	Talpolje 195m.	15,6	Trias-, Jurakalk.	Überschiebung, Bruch	T/S (F)	2/1b, 2/2a, 3/2a
A_{13} Semipolje von Mahera	Semipolje, talgebunden 60m.	19,8	Trias-, Jurakalk	Bruch	T(F)	Semipolje K.G.
A_{14} Semipolje Palio Kambos	Semipolje, talgebunden 340m.	4,6	Trias-, Jura-, Kreide-, Eozänkalk. Flysch.	Überschiebung, Bruch	F	Semipolje Flysch
A_{15} Semipolje Nisa	Semipolje, talgebunden 270m.	1,2	Trias-Gips, Trias-, Jurakalk Flysch.	Überschiebung	F	Semipolje K.G.

© Verband Österreichischer Höhlenforscher, download unter www.biologiezentrum.at

© Verband Österreichischer Höhlenforscher, download unter www.biologiezentrum.at

das an einer Stelle der Umrandung offen ist und eine oberirdische Entwässerung ermöglicht. Eine Verknüpfung des Begriffes Semipolje lediglich mit lithologischen Inhomogenitäten ist nicht mehr üblich.

In der Tabelle 2 wird ein Überblick auf die Poljen Akarnaniens gegeben und in der letzten Spalte eine Zuordnung zu der von I. GAMS (1973) zusammengefaßten Typologie vorgenommen. Nach den Empfehlungen der Kommission für Terminologie der UIS lautet die Definition eines Poljes: „ausgedehnte, allseits geschlossene Hohlform im Karst mit zumeist ebenem Boden, stellenweise steiler Umrahmung und deutlichem Hangknick. Das Polje hat unterirdischen Abfluß. Es kann trocken liegen, ganzjährig oder zeitweise durchflossen oder inundiert sein."

Die Poljen und Semipoljen Mittelakarnaniens fügen sich in die generelle geologisch-tektonische Streichungsrichtung der Ionischen Zone NNW—SSE ein. Im Untersuchungsgebiet verläuft eine große Überschiebung mit Schubrichtung gegen WSW über den Hochflächenkarst Mittelakarnaniens. Aus der Karte ist ersichtlich, daß die intensiv mit Dolinen und anderen Karsthohlformen durchsetzten Gebiete I und II ebenfalls dem Überschiebungsbereich angehören. Diese tektonisch stark beanspruchte Zone weist ferner eine Reihe von kleineren Poljen auf. Bereits A. PHILIPPSON (1958) erwähnt hier die Dominanz einer dunklen Kalkbreccie, die er bereits als tektonische Breccie bezeichnete. Die brecciösen Kalke haben somit bevorzugt zur Entstehung von kleineren Karstbecken Anlaß gegeben. Von Bedeutung für die Verkarstung ist ferner, daß Gips lokal mittels Diapirismus an die Oberfläche gelangt ist.

Das Polje Vliches und das oberirdisch abflußlose Becken des Amvrakiasees gehören der bedeutenden Agrinionsenke an, wobei das Polje Vliches auch als Grabenpolje bezeichnet werden kann. Die Umrahmung des Poljes von Aetos wird ebenfalls durch Wirkungen der Bruchtektonik mitbestimmt.

Die lithologische Anlage der akarnanischen Poljen zeigt folgendes Bild: bis auf eine Ausnahme, nämlich das Polje Ag. Paraskevi (A 9), sind sämtliche Poljen an Gesteinsgrenzen angelegt. Das Polje A 9 wird von Bodensedimenten der Terrae calcis-Gruppe bedeckt, ferner haben episodische Gerinne weniger durchlässiges Material in Form von Schwemmfächern auf den Poljeboden eingeschüttet, wodurch eine randliche Ausweitung der Hohlform durch Lateralkorrosion begünstigt wird. Weiters ist zu berücksichtigen, daß der Triaskalk lokal dolomitisch entwickelt ist, was ebenfalls zur Primäranlage Anlaß geben kann.

Aus den beiden karstgeologischen Karten über Nord- und Mittel-Akarnanien (M. H. FINK und S. VERGINIS, 1974, sowie Beilage) ist zu ersehen, daß Poljen sowohl im Kontaktbereich verschiedener Karstgesteine als auch an der Gesteinsgrenze von Karst- gegen Nichtkarstgesteine angelegt sind. Die Mehrzahl der Poljen und Semipoljen ist an den

© Verband Österreichischer Höhlenforscher, download unter www.biologiezentrum.at

Kontakt zwischen Gesteinen verschiedener morphologischer Wertigkeit geknüpft. Die Poljen Lakkos ton pedion, Paliomilou, das große Polje von Aetos und das Semipolje von Mahera sind an der Gesteinsgrenze zwischen Trias- und Jurakalk angelegt. Es ist bemerkenswert, daß die karstdenudativen Prozesse sich bevorzugt im Bereich der leichter korrodierbaren Triaskalke abgespielt haben. Die Poljen von Trifos, Vliches und Dhrokives sind an den Kontaktbereich verschiedener Karstgesteine gebunden.

Überblickt man die lithologische Anlage sämtlicher Großformen des Karstreliefs, so läßt sich erkennen, daß von 15 Großformen Akarnaniens 14 an den Kontakt mit Triaskalk gebunden sind und 11 Formen an den mit Jurakalk. Zwei bedeutende echte Poljen, nämlich Avilaria und Livadhi, ferner zwei Semipoljen, Palio Kambos und Nisa, sind außerdem an das Auftreten von Flyschgesteinen gebunden. Hier ermöglichte der undurchlässige Flysch die Entwicklung von ebenen Böden, die sich mit scharfem Knick von der Umrandung absetzen.

Vergleicht man die geomorphologische Position der akarnanischen Poljen, so ergibt sich, daß der überwiegende Teil eine fluviatile Vorform aufweist. Besonders deutlich lassen sich die großen Hohlformen der mittelakarnanischen Poljentreppe in eine ehemals oberirdische Entwässerung nach Süden einfügen. Dies läßt sich einerseits auf Grund der Neigung der Poljenböden und der sie randlich begleitenden Terrassen, als auch auf Grund der Lagerungsverhältnisse der fluviatilen Sedimente in der Karsttalung, die vom Polje von Aetos zum Megas Kambos führt, ableiten.

Anders sind die Verhältnisse bei den Semipoljen Palio Kambos und Nisa, deren Böden im Flysch angelegt sind und die eine rezente oberirdische Entwässerung durch den Nisas-Fluß nach Norden zur Bucht von Loutraki aufweisen.

Das Zusammentreffen von verschiedenen Geoelementen und Geofaktoren bei der Gestaltung der akarnanischen Poljen und Semipoljen ist bemerkenswert und gestattet es, die Großformen des Karstreliefs als polygenetische Formen anzusprechen.

Summary

The above survey of the major land-forms typical of the karst scenery of the Akarnanian uplands, Western Greece, deals above all with the poljes of the region. Vlikhes and Aetos are among the largest poljes. The former is bound to a rift valley and of about 12 sq. km, the latter is situated in a valley, covering roughly 16 sq. km. These are among the salient characteristics of the poljes in that region: The directions of their longitudinal axes coincide with the strike in those particular areas. Moreover, they are always placed along lithological boundaries. Succinct descriptions of the various kinds of Akarnanian poljes are shown against the background of internationally applied terminology. The results are dicussed and compiled in a classified list.

© Verband Österreichischer Höhlenforscher, download unter www.biologiezentrum.at

Literaturhinweise

Auboin J. (1958), Essai sur l'évolution paléogéographique et le développment tectoorogénique d'un système géosynclinal: le secteur Grec des Dinarides (Hellénides). B.S.G.F. (6), VIII, S. 731—748, Paris.

Auboin J. (1959), Contribution à l'étude géologique de la Gréce septentrionale: les confins de l'Epire et de la Thessalie. Ann. Geol. d. Pays Hell. (I), 9, XXVIII + 484 S., Athen.

B.P. Co. Ltd. (1971), The Geological results of Petroleum Exploration in Western Greece. No. 10, Institute for Geology and Subsurface Research. Athens.

Büdel J. (1973), Reliefgenerationen der Poljenbildung im Dinarischen Raum. Erdkundl. Wissen, H. 32 (Geogr. Z., Beihefte), S. 134—140. Wiesbaden.

Cvijić J. (1893), Das Karstphänomen. Penck's Geogr. Abh., Bd. V, H. 3, S. 291—313, Wien.

Fels E. (1951—52), Die ätolisch-akarnanischen Seen in Griechenland. Die Erde, H. 3—4, S. 304—317, Berlin.

Fink M. H. — Verginis S. (1974), Beiträge zur Karstmorphologie von Nord-Akarnanien (Westgriechenland). Die Höhle, 25. Jg., H. 4, S. 116—131, 1 Karte, Wien.

Gams I. (1973), The Terminology of the types of poljes. Slovenska Kraska terminologija. Kraska terminologija Jugoslovanskih narodov. Knjiga I, S. 60—67, Ljubljana.

Kraus F. (1892), Sumpf- und Seebildungen in Griechenland mit besonderer Berücksichtigung der Karsterscheinungen und insbesondere der Katabothren-Seen. Mitt. Geogr. Ges. Wien, 35. Bd., S. 373—417, Wien.

Lehmann H. et al. (1956), Karstmorphologische, geologische und botanische Studien in der Sierra de los Organos auf Cuba. Erdkunde, Bd. X, S. 185—204. Bonn.

Lehmann H. (1959), Studien über Poljen in den Venezianischen Voralpen und im Hochapennin. Erdkunde, Bd. XIII, 4, Bonn.

Philippson A. (1958), Die griechischen Landschaften. Bd. II, Teil 2, S. 368—409, Frankfurt/Main.

Renz C. (1925), Zur Geologie der akarnanischen Küste und Inseln. Verh. d. Naturforsch. Ges., 36. Jg., S. 298—311, Basel.

Die Elephanta Caves in Indien

Von Werner Leuthmetzer (Graz)

Die Insel Elephanta liegt sechs Meilen nordöstlich vom Ufer des Hafens der Stadt Bombay entfernt. Die Insel wird täglich mehrere Male von einem kleinen Ausflugsboot angelaufen, welches im Hafen beim India-Gate abfährt und nach zirka einer Stunde am NW-Ufer der Insel anlegt. Von dort führt ein Treppe mit über 200 Stufen zu den Höhlen hinauf. Die Insel besteht aus sehr hartem vulkanischem Gestein und ist mit einer dünnen Schichte Humus bedeckt, auf der üppiger tropischer Regenwald wächst.

Die Insel und die Elephanta Caves haben ihren Namen einem großen Elefantenkopf aus Stein zu verdanken, der auf der Insel gefunden wurde. Der richtige Name der Insel lautet „Gharapuri".

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Die Höhle

Jahr/Year: 1976

Band/Volume: 027

Autor(en)/Author(s): Fink Max Herbert, Verginis Spiros

Artikel/Article: Karstmorphologische Studien in Mittel-Akarnanien (Westgriechenland) 17-29