

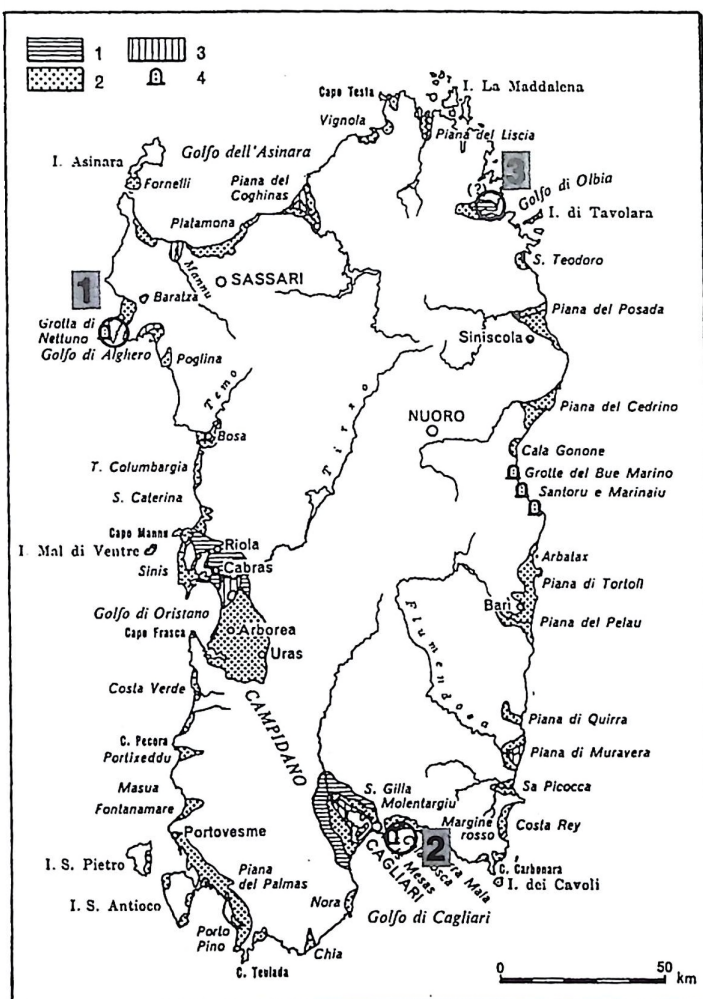


documenta

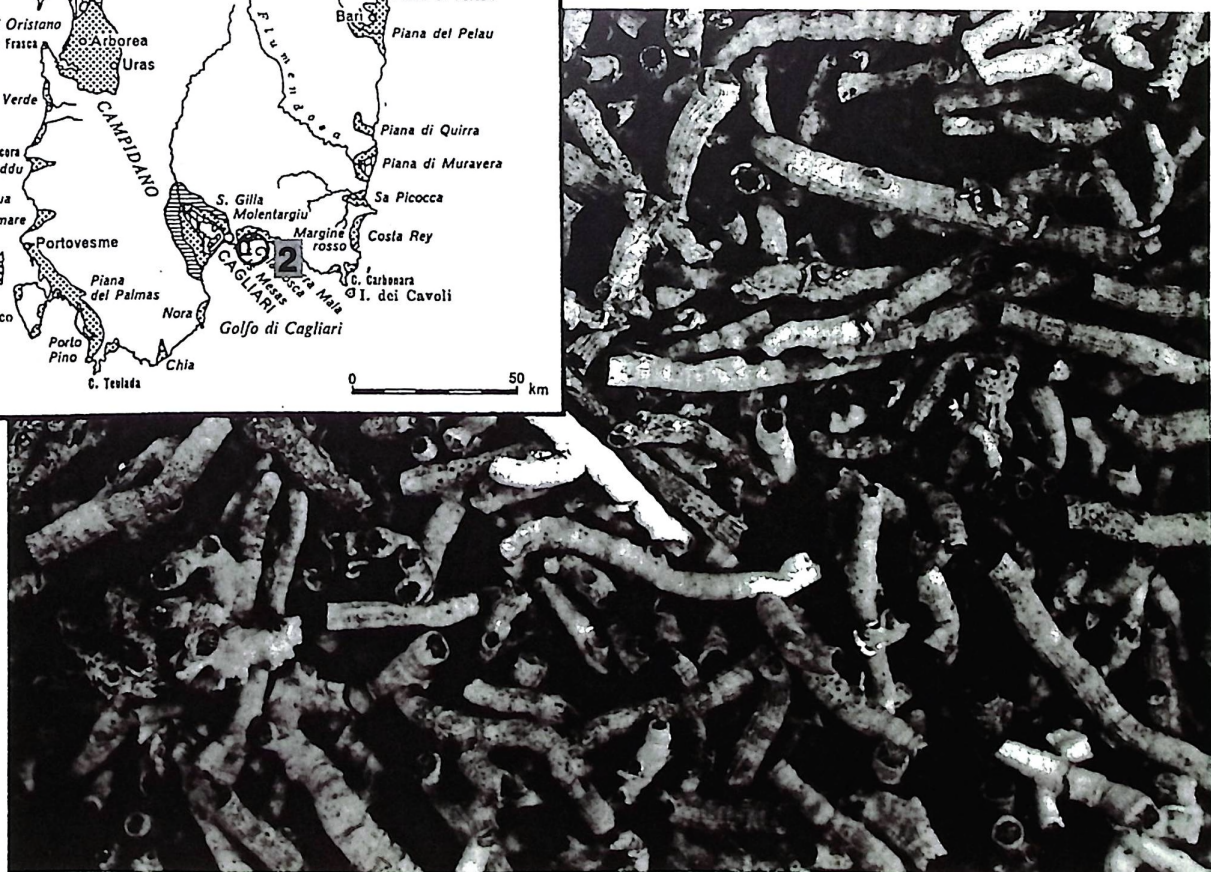
naturae

no. 139

München 2001



Sardinien Pleistozän Invertebraten Faunen Geologie



DOCUMENTA NATURAE

Nr. 139 2001

ISSN 0723-8428

**Herausgeber der Zeitschrift Documenta naturae im
Verlag (Publishing House) Documenta naturae - München (Munich)**

Dr. Hans-Joachim Gregor, Daxerstr. 21, D-82140 Olching

Dr. Heinz J. Unger, Nußbaumstraße 13, D-85435 Altenerding

Priv.-Doz Dr. Diethard H. Storch, Sägematte 2, D-79183 Waldkirch

Die Zeitschrift erscheint in zwangloser Folge mit Themen aus den Gebieten
Geologie, Paläontologie (Lagerstättenkunde, Paläophytologie, Stratigraphie usw.),
Botanik, Anthropologie, Domestikationsforschung, Vor- und Frühgeschichte u.a.

Die Zeitschrift ist Mitteilungsorgan der Paläobotanisch-Biostratigraphischen
Arbeitsgruppe (PBA) im Heimatmuseum Günzburg und im Naturmuseum, Im Thäle
3, D-86152 Augsburg

Die Sonderbände behandeln unterschiedliche Themen aus den Gebieten Kunst,
antike Nahrungsmittel, Natur-Reiseführer oder sind Neuauflagen alter
wissenschaftlicher Werke oder spezielle paläontologische Bestimmungsbände für
ausgewählte Regionen.

Für die einzelnen Beiträge zeichnen die Autoren verantwortlich,
für die Gesamtgestaltung die Herausgeber.

Überweisung des Heftpreises erbeten auf das Konto 1548460 bei der
Sparkasse Fürstenfeldbruck (BLZ 700 530 70) - Inh. H.-J. Gregor.
Bestellungen: bei Buchhandlungen und den Herausgebern (s.o.)

©copyright 2001 Documenta Verlag. Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist
urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb des Urheberrechtsgesetzes
bedarf der Zustimmung des Verlages. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen
jeder Art, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und für Einspeicherungen in
elektronische Systeme.

Gestaltung und Layout: Juliane Gregor und Hans-Joachim Gregor

Umschlagbild von H.-J. Gregor: Korallenstock und Lava-Bomben im Sediment –
sardische Fundorte im Pleistozän

München 2001

Inhalt

Seite

ACHTELIG, M., GREGOR, H.-J. & VIOLANTI, D.: Eine jungpleistozäne und eine rezente Mollusken- und Foraminiferenfauna von NE-Sardinien im Vergleich (Biotop, Stratigraphie, Klima)	1-27
GREGOR, H.-J.: Notizen zu einigen jungpleistozänen Fundpunkten (Tyrrhenium II) auf Sardinien, marine Faunen und geologische Verhältnisse betreffend	29-43

Eine jungpleistozäne und eine rezente Mollusken- und Foraminiferenfauna von NE-Sardinien im Vergleich (Biotop, Stratigraphie, Klima)

M. ACHTELIG, H.-J. GREGOR & D. VIOLANTI

Zusammenfassung

Vom Golfo di Olbia im Nordosten Sardiniens werden zwei Mollusken- und Foraminiferenfaunen verglichen: eine rezente, am Lido del Sole angespült, und eine fossil abgelagerte von Pittulongu. Beide Faunen enthalten reichlich dieselben auffälligen Formen und erscheinen deshalb sehr ähnlich.

Neben der Koralle *Cladocera cespitosa* vermitteln Schnecken wie *Cerithium vulgatum*, *Hexaplex trunculus* oder Muscheln wie *Arca noae*, *Chlamys varia* und *Ostrea edulis* diesen Eindruck. Die genaue Analyse ergibt aber deutliche Unterschiede. Nur knapp ein Drittel aller Molluskenarten ist beiden Faunen gemeinsam.

Die Änderung des Artenspektrums, verbunden mit einer Abnahme der Schneckenarten und Zunahme der Muschelarten ist deutliches Indiz für eine Milieuänderung, die in diesem Küstenabschnitt von einem ehemals felsigen Untergrund mit einigen Sandinseln zu einem posidonienreichen Sand- und Schlickboden mit eingestreuten Felsinseln geführt hat.

Bathymetrisch läßt sich auf küstennahe bzw. strandnahe Ablagerungen schließen, wobei nur wenige Meter Wassertiefe zu postulieren sind.

Auch die benthische Foraminiferenfauna ist unterschiedlich, wobei die rezente auf Posidonia-Wiesen hindeutet, die pleistozäne eher auf marines Flachwasser mit sandiger Fazies.

Biostratigraphische Leitfossilien fehlen, aber aufgrund zweier bisher im Mittelmeer unbekannter Molluskenformen und andererseits dem Fehlen von westafrikanischen Großformen bei den Mollusken kann auf ein relativ junges Alter geschlossen werden – wohl Jungpleistozän (Tyrrhen II oder Würm). Die Mikrofauna von Pittulongu läßt keine stratigraphischen Aussagen zu, nur *Ammonia papillosa* hat eine Pliozän bis Holozän Verbreitung.

Adressen der Autoren:

Dr. Michael Ahtelig und

Dr. Hans-Joachim Gregor,

Naturmuseum, Im Thäle 3, D. 86152 Augsburg, Germany

Dr. Donato Violanti,

Dipartimento delle Scienze della Terra, Univ. Torino, Italia

Abstract

On a trip through Sardinia two places were found, where a rich mollusc fauna together with corals and a microfauna occurred. One place was directly on the beach, at the Lido del Sole east of Olbia (extant) and the other nearby at the main road from Olbia to Golfo Aranci at Pittulongu (Pleistocene-Holocene).

An interpretation of the faunas allows to get the following results:

From the Pleistocene to the Holocene a reduction of taxa number is visible, a reduction of gastropods and expanding bivalves. Ecologically the environment changed from more rocky and sandy to more sandy-clayey conditions.

Recent Sample Lido del Sole beach, Olbia, directly at the water level:

The biogenic residue is abundant and consists of *Posidonia* debris and Echinoids, tests of Ostracods and benthic Foraminifers. The most frequent species are, in order of abundance, *Elphidium macellum*, *E. depressulum*, *E. crispum*, *Rosalina globularis*, *R. macropora*, *Ammonia beccarii* and *Siphonaperta aspera*, *Peneroplis planatus* and *P. pertusus* are common.

The molluscs show 124 taxa with 72 gastropod species and 52 bivalve species with dominant *Cerithium vulgatum*, *Cerastoderma glauca*, *Chlamys varia*, *Nucula*, *Rissoa* div. sp., *Venerupis*, *Venus verrucosus* etc.

Pleistocene Sample Pittulongu, Olbia, some 20 m above sea level :

The biogenic residue is frequent, made by small fragments of Echinoids (very abundant), Anellids, Bryozoans, siliceous Sponges spicules, rare Scafopods, Crustaceans and fishes. Natural colours are preserved in Echinoid spines, and in mother of pearl in many bivalve fragments. Benthic foraminifers are common, planktonic forms are absent. The assemblage is rather diversified, with many porcellaneous taxa. The most frequent species are, in order of abundance, *Adelosina laevigata*, *A. mediterraneensis*, *Ammonia beccarii*, *A. papillosa*, *Triloculina marioni*, *Rosalina globularis*, *Siphonaperta aspera*, *Elphidium translucens*. Only in the fine fraction taxa widespread within pelitic sediments as *Bolivina variabilis*, *Brizalina spathulata* or epiphytic as glabratellids (*Conorbella imperatoria*) have been recovered.

Only *A. papillosa* seems to occur from the Upper Pliocene to the Holocene. Elements for an attribution of Pittulongu sample to a very young age (=Pleistocene or younger) can be the very good preservation of organic pigments and mother of pearl.

The mollusc fauna yields 137 taxa with 99 gastropod and 38 bivalve species. Coralliophile types like *Nassarius coralligenus*, *Emarginula* div. sp. and others allow a reconstruction of more rocky environments with a rich corall fauna, which is presented by abundant *Cladocora cespitosa*. Dominant are furthermore *Arca noae*, *Cerithium vulgatum*, *Chama gryphoides*, *Odostomia* spp. and *Torbonilla* spp.

Schlüsselworte: Sardinien, Olbia, Cladocora, Gastropoda, Bivalvia, Foraminifera, Palökologie, Stratigraphie, Pleistozän, Holozän, Tyrrhenium

Keywords: Sardinia, Olbia, Cladocora, Gastropoda, Bivalvia, Foraminifera, Paleocology, stratigraphy, Pleistocene, Holocene, Tyrrhenian

Inhalt	Seite
Zusammenfassung - Summary	1,2
1 Einleitung	3
2 Die Fundorte und ihre geologischen Bedingungen	3
3 Die Mollusken - Makrofaunen	7
3.1 Die rezente Fauna vom Lido del Sole	7
3.2 Die pleistozäne Fauna von Pittulongu	9
3.3 Unterschiede und Gemeinsamkeiten	11
4 Die Mikrofaunen	15
4.1 Die rezente Mikrofauna vom Lido del Sole	15
4.2 Die pleistozäne Mikrofauna von Pittulongu	16
4.3 Unterschiede und Gemeinsamkeiten	16
5 Interpretation der Befunde	17
5.1 Die Makrofaunen	17
5.2 Die Mikrofaunen	18
6 Literatur	18
Tafeln	19

1 Einleitung

Bedingt durch einige Reisen nach Sardinien, die im Auftrag des Reisebüros OSCAR in Augsburg unternommen wurden, können einige interessante Neufunde von fossilen Fundorten vorgestellt werden. Hat schon der fossile Wald von NW-Sardinien eine Reihe von Wissenschaftlern zusammengebracht (GREGOR et al. 2000), so sind auch hier trotz des kleinen Themas einige Spezialisten am Werk zusammengekommen.

Auf einigen Fahrten zur geologisch-paläontologischen Erkundung der Insel wurde im Nordosten nahe Olbia sowohl eine rezente als auch eine fossile Strandfauna aufgelesen, eingepackt und im Naturmuseum in Augsburg geschlämmt. Die Proben beinhalteten Mollusken und Foraminiferen, sowie sehr schöne ästige Korallenstöckchen. Die Unterschiede in der Komposition der nahe benachbarten Fundorte werden hier mitgeteilt.

Unser Dank gebührt Frau Sonja ERHARD-SWOROWSKI und Herrn Reinhold SWOROWSKI von Oscar-Reisen, die diese Exkursionen ermöglichten und dazu beitrugen, wertvolles wissenschaftliches Material für die Sammlung des Naturmuseums in Augsburg zu gewinnen.

Die Nummer E 820/14 und E 820/30 sind die Exkursionsnummern des Autors Gregor, die Eingangsnummer /1602 des Probenmaterials betrifft die Sammlung des Naturmuseums in Augsburg.

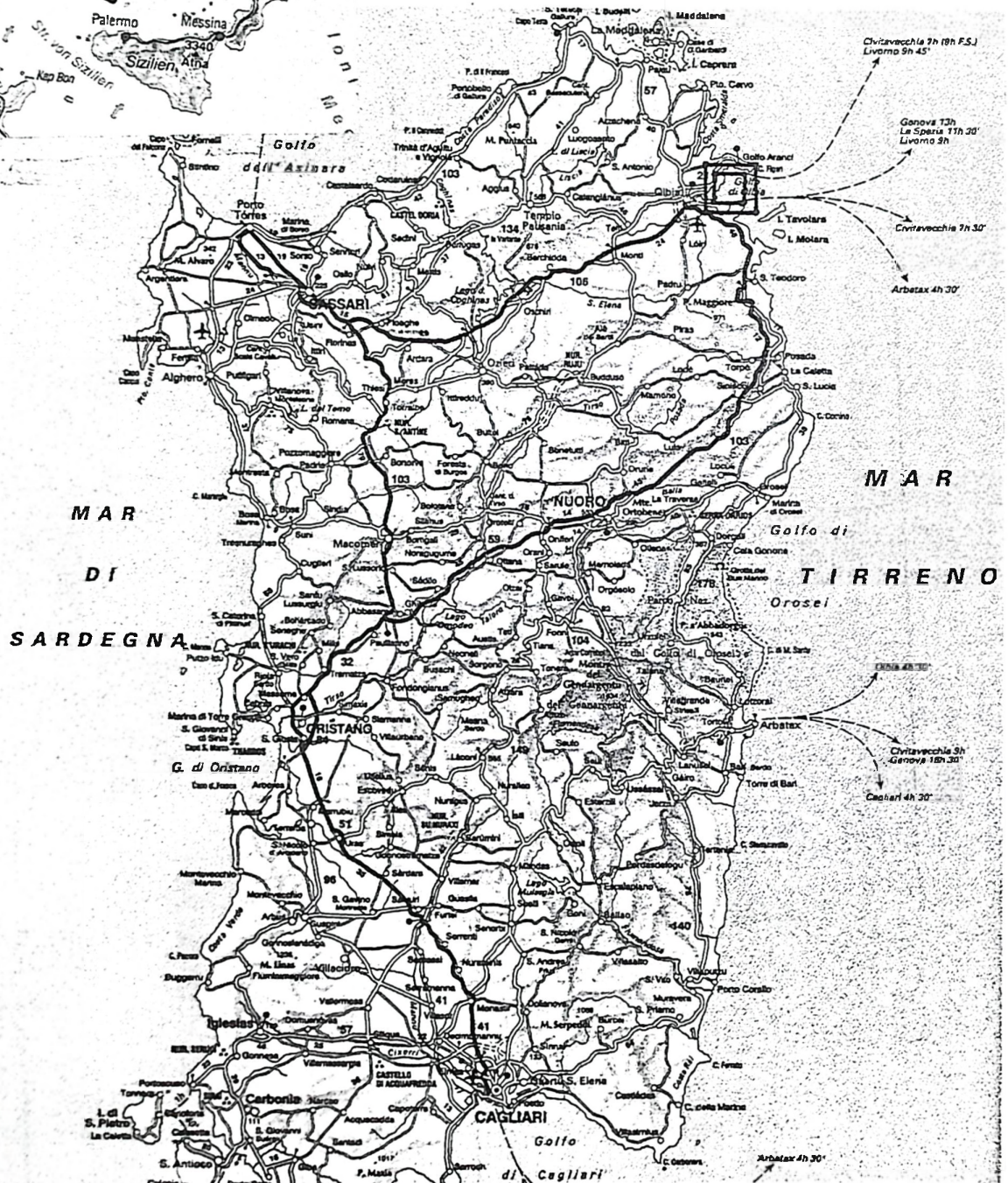
2 Die Fundorte und ihre geologischen Bedingungen

Die Fundorte liegen östlich Olbia am Golfo di Olbia südlich der berühmten Küste Costa Smeralda (Abb.1) auf Sardinien.

Autostrada-Aufschluß Pittulongu: die fossile Fauna lag in tonigen Sedimenten auf metamorphen Gesteinen des Untergrundes auf einem kleinen Parkplatz an der Schnellstraße kurz vor der Ortschaft Lido di Pittulongu (E 820/14, Abb. 2). Die neue Schnellstraße führt nördlich der Schnellstraße Olbia – Golfo Di Olbia an Pittulongu vorbei, es zweigt aber eine Anbindung nach der Ortschaft ab. Kurz vor dieser Kreuzung ist die Fundstelle im Hügelland dort zu sehen Abb. 3).



Abbildung 1: Sardinien (Italien) im Mittelmeergebiet, mit Angabe der Fundregion Olbia im Nordosten der Insel. Der Golfo di Olbia hat mehrfache Sedimente aus dem Pleistozän aufzuweisen.



Es dürfte sich um eine ehemalige Bucht gehandelt haben, die etwa 20 m über dem Meeresniveau von heute lag. Im Pleistozän war die Bucht vermutlich einige Meter unter Wasser, was die Fauna zeigt. Wir hatten also ein vom heutigen verschiedenen Meeresspiegelniveau mit einer Transgression vorliegen.

Lido del Sole - Baia del Sole: der heutige Strand des Lido del Sole (Abb. 2) liegt nur wenige km von Pittulungu entfernt und hat ebenfalls eine reiche Fauna geliefert, die aus sandigen Sedimenten von dort stammt (E 820/30, Abb.3). Der Strand befindet sich ca. 9 km E Olbia östlich

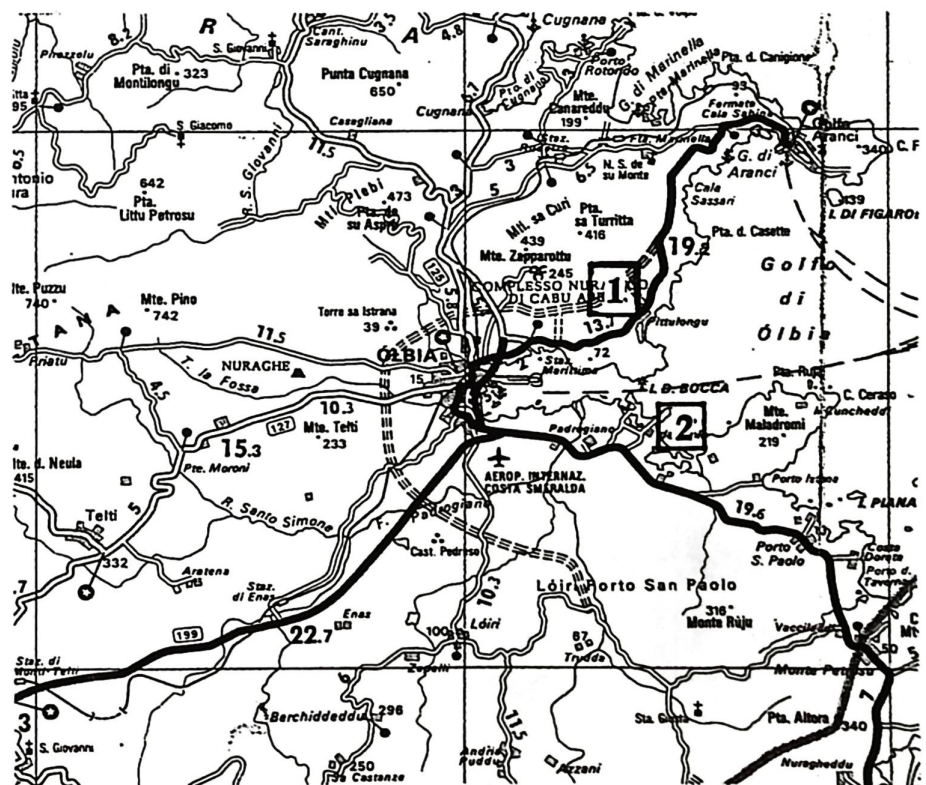
Padrogiano bei der Feriensiedlung Baia del Sole. Das gesamte Areal des ca. 500 m langen Strandes wurde abgesammelt.

Beiden Fundorten sind vor allem Korallen gemeinsam, die im Mittelmeer häufige *Cladocora cespitosa* (L.) (auch als *C. cespitosa* bezeichnet, vgl. dazu RIEDL 1983: 195, Taf. 61).

Zur allgemeinen Geologie von Sardinien vergleiche man EXEL (1986). MAXIA & PECORINI (1973) haben das Pleistozän in Sardinien bearbeitet und stellen fest, daß im „Tirreniano“ die Mollusken *Strombus bubonius* und *Conus testudinarius* vorkommen – was nicht für unsere Fauna gilt. Wir haben eine eher gemäßigte Fauna, gut mit der rezenten vergleichbar und ohne auffällige große Formen. MAXIA & PECCORINI beschreiben (1973: 710) das Tirreniano II mit *Cladocora cespitosa* (L.), was auf unsere Fauna zutreffen könnte.

Aus eigener Anschauung können andere Fundpunkte auf Sardinien, wie z.B. die berühmte Stelle Cala Mosca bei Cagliari oder Tharros an der Westküste aufgrund anderer geologischer Bedingungen nicht ganz mit diesem Komplex verglichen werden (vgl. GREGOR 2001, in diesem Band).

Abbildung 2: Region Golfo di Olbia mit der Ortschaft Pittulungu und dem Fundort der fossilen Fauna (1) und des Lido del Sole mit Angabe des Fundortes der rezenten Fauna (2).



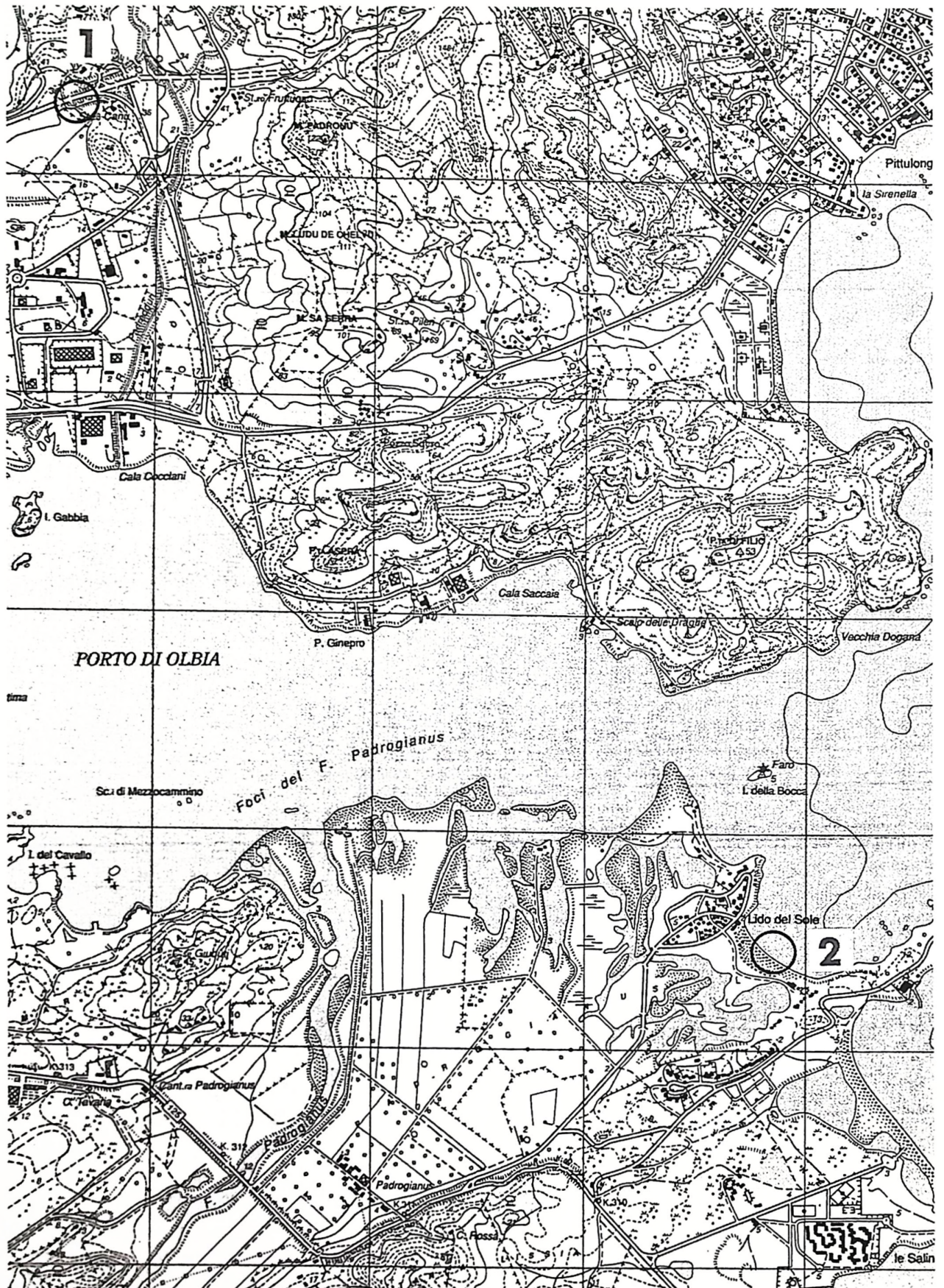


Abb.3: Ausschnitt aus der Carta d'Italia (1: 25 000 Folio No.444, Ser. I, Olbia Est) mit Angabe der fossilen Fundstelle Pittulongu (1) an der neugebauten Autobahn und des heutigen Strandes vom Lido del Sole NE Padrogiano (2)

Aber auch das Riß-Würm-Interglazial käme mit *Cardium edule* und *Tapes diana* zum Vergleich in Frage, ist aber von Olbia noch nicht bekannt. Dort sind auf der geologischen Karte (ibid. Fig. 170) nur Sedimente des Calabrianer bzw. Sizilianer und des Tirrenianer eingetragen. Weitere Untersuchungen könnten die stratigraphischen Probleme klären helfen.

ULZEGA erwähnt (1995: tab. 1) mehrfach *Cladocora* im Pleistozän, z.B. bei 120-130 000 Jahren und rezent. Gerade seine *Glycimeris-Arca*-Vergesellschaftung könnte aber mit unserer von Pittulongu gut vergleichbar sein, die um 100 000 Jahre liegt, also im Tirrenianer II.

Im genannten Museum liegen zu unseren Faunen sehr ähnliche weitere aus Sardinien vor und könnten in Zukunft gut miteinander verglichen werden. Das Tyrrhenium I hat meist großwüchsige Formen und scheidet hier aus, während das Tyrrhenium II für unsere Fauna von Pittulongu durchaus in Frage käme.

Wie die Bearbeitung gezeigt hat, ist vermutlich aber aufgrund der gemäßigten Fauna ohne Exoten auch ein jüngerer Alter, evtl. Würm, nicht ganz auszuschließen (vgl. GREGOR 2001, in diesem Band). Das wahrscheinlichste Alter für unsere Fauna von Pittulongu wird nach der italienischen Nomenklatur also Tyrrhenium II genannt und entspricht unserem Jung-Pleistozän.

3 Die Mollusken - Makrofaunen

Bei beiden Faunen waren auf einen Blick gewisse Ähnlichkeiten, besonders bei den Mollusken, zu beobachten: auffallend waren nämlich die häufigen Korallenbruchstücke, aber auch *Cerithium*-Schnecken und *Arca*-Muscheln. Erst weitere Bestimmungen ergaben doch beträchtliche Unterschiede im Vorkommen der Arten bei den beiden Faunen.

Die rezente Fauna ist wohl nur wenige Jahre/Jahrzehnte alt, während die fossile mit Sicherheit pleistozänen Ursprungs ist. Nach einem ersten Eindruck über Invertebratenfaunen am Museo Lovisato in Cagliari sowie diversen weiteren Unterlagen wurde als Alter das Mittelpleistozän angesehen, die Pittulongu-Fundstelle betreffend.

3.1 Die rezente Fauna vom Lido del Sole

Es wurden einige kg Material vom Strand eingesammelt, wobei die großen Schnecken und Muscheln z.T. handverlesen wurden, um nicht zu viele in die Proben mit Kleinmaterial zu bekommen. Viele isolierte und zerbrochene Ästchen von Korallen der Art *Cladocora cespitosa* ergänzen die folgende Liste. Zu den Bestimmungen vergleiche man z.B. CONSOLADO MACEDO et al. 1998 und D'ANGELO & GARGUILLO 1991.

Tabelle 1: Verzeichnis der Mollusken vom Lido del Sole

GASTROPODA

Buccinidae

Pisania striata

Bullidae

Bulla striata

Calyptraeidae

Calyptraea chinensis

Cerithiidae

Cerithium lividulum

Cerithium rupestre

Cerithium vulgatum

Bittium latreillei

Bittium reticulatum

Bittium jadertinum

Columbellidae

Columbella rustica

Conidae

Conus ventricosus

Costellariidae

Vexillum ebenus

Epitoniidae

Epitonium clathrus

(= *E. communis*)

Epitonium turtoni

Fascioliidae

Fusinus syracusanus

Fusinus parvulus

Fissurellidae

Diodora gibberula
Diodora graeca
Diodora italica
Fissurella nubecula

Hydrobiidae

Hydrobia acuta

Littorinidae

Littorina neritoides

Marginellidae

Granulina clandestina
Gibberula oryza
Volvarina mitrella

Muricidae

Hexaplex trunculus
Muricopsis aradasii
 (= *M. diadema*)
Ocinebrina aciculata
Ocinebrina edwardsi
Typhis sowerbyi

Nassariidae

Cyclope pellucida
Nassarius corniculus
Nassarius cuvieri
Nassarius incrassatus

Naticidae

Euspira pulchella
 (= *Lunatia nitida*)
Natica hebraea
Neverita josephina
Payraudeautia intricata

Neritidae

Smaragdia viridis

Patellidae

Patella caerulea

Pyramidellidae

Kleinella humboldti

Rissoidae

Alvania cancellata

Alvania cimex

Alvania lactea

Pusillina radiata

Rissoa labiosa

Rissoa monodonta

Rissoa variabilis

Rissoa ventricosa

Rissoina bruguieri

Tricoliidae

Tricolia pullus

Tricolia speciosa

Tricolia tenuis

Triphoridae

Triphora sp.

Trochidae

Clanculus cruciatus

Clanculus jussieui

Gibbula adansonii

Gibbula ardens

Gibbula divaricata

Gibbula fanulum

Gibbula guttadauroi

Gibbula turbinoides

Gibbula umbilicaris

Gibbula varia

Jujubinus exasperatus

Jujubinus striatus

Jujubinus sp.

Monodonta turbinata

Turridae

Philbertia indet.

Philbertia indet.

Philbertia „bicolor“

Raphitoma linearis

Bela nebula

BIVALVIAAnomiidae

Anomia ephippium

Arcidae

Arca noae

Barbatia barbata

Striarca lactea

Cardiidae

Acanthocardia

paucicostata

Acanthocardia

tuberculata

Cerastoderma glaucum

Cerastoderma lamarckii

Laevicardium crassum

Parvicardium exiguum

Plagiocardium

papillosum

Carditidae

Cardita calyculata

Glans trapezia

Venericardium antiquata

Chamidae

Chama gryphoides

Corbulidae

Corbula gibba

Donacidae

Donax venustus

Glycymeridae

Glycymeris insubricus

Glycymeris glycymeris

Hiatellidae

Hiatella rugosa

Limidae

Lima inflata

Lucinidae

Anodontia fragilis

Ctena decussata

Loripes lacteus

Lucinella divaricata

Mactridae

Lutraria elongata

Spisula subtruncata

Mesodesmatidae

Donacilla cornea

<u>Mytilidae</u> <i>Gregariella indet.</i> <i>Mytilus galloprovincialis</i>	<u>Solecurtidae</u> <i>Solecurtus strigilatus</i>	(= <i>Psammobia d.</i>) <i>Gastrana fragilis</i> <i>Tellina donacina</i>
<u>Nuculidae</u> <i>Nucula nucleus</i> <i>Nucula indet.</i>	<u>Spondylidae</u> <i>Spondylus gaederupes</i>	<u>Veneridae</u> <i>Chamelea gallina</i> <i>Dosinia exoleta</i> <i>Dosinia lupulinus</i> <i>Gouldia minima</i> <i>Pitar rudis</i> <i>Venerupis aurea</i> (= <i>Paphia a.</i>) <i>Venerupis rhomboides</i> (= <i>Paphia r.</i>) <i>Venus verrucosus</i>
<u>Ostreidae</u> <i>Ostrea edulis</i>	<u>Tellinidae</u> <i>Arcopagia balaustina</i> (= <i>Tellina a.</i>) <i>Gari fervensis</i> (= <i>Psammobia f.</i>) <i>Gari costulata</i> (= <i>Psammobia c.</i>) <i>Gari depressa</i>	
<u>Pectinidae</u> <i>Chlamys glabra</i> <i>Chlamys opercularis</i> <i>Chlamys varia</i>		

3.2 Die pleistozäne Fauna von Pittulongu

Die Probennahme erfolgte im Unterschied zu der der rezenten Formen so, daß alle Brocken mit Faunenresten wahllos in Tüten eingesackt wurde, um keine Verluste bei der Bergung zu machen. Da die großen Reste keineswegs so häufig waren, wie am Strand bei der rezenten Fauna, wurden möglichst alle vorhandenen Exemplare eingesteckt.

Aus den grauen tonigen Ablagerungen konnten nun folgende Formen gewonnen werden, ergänzt durch Funde der z.T. noch als Stöckchen vorliegenden *Cladocora cespitosa* (ähnlich dem Material im Museo di Geologia e Paleontologia „D. Lovisato“ in Cagliari).

Tabelle 2: Verzeichnis der Mollusken vom Autostrada-Aufschluß Pittulongu

GASTROPODA	<u>Calyptraeidae</u> <i>Crepidula unguiformis</i>	<u>Costellariidae</u> <i>Mitrella broderipi</i>
<u>Aplysiidae</u> <i>Aplysiidae indet.</i>	<u>Cerithiidae</u> <i>Cerithium vulgatum</i> <i>Bittium latreillei</i> <i>Bittium reticulatum</i>	<u>Eulimidae</u> <i>Melanella</i> sp. (cf. <i>M. spiridioni</i>) <i>Vitreolina</i> sp. (cf. <i>V. incurva</i>)
<u>Aporrhaidae</u> <i>Aporrhais pespelicani</i> <i>Aporrhais</i> sp.	<u>Cerithiopsidae</u> <i>Cerithiopsis</i> sp.	<u>Fascioliariidae</u> <i>Fusinus rusticulus</i>
<u>Assimineidae</u> <i>Paludinella littorina</i>	<u>Cocculinidae</u> <i>Copulabyssia</i> sp.	<u>Fissurellidae</u> <i>Diodora gibberula</i> <i>Diodora graeca</i> <i>Emarginula octacviana</i> <i>Emarginula pustula</i> <i>Emarginula</i> cf. <i>solidula</i>
<u>Buccinidae</u> <i>Chauvetia affinis</i>	<u>Conidae</u> <i>Conus ventricosus</i>	<u>Haminoeidae</u> <i>Haminoea</i> cf. <i>hydatidis</i>
<u>Caecidae</u> <i>Caecum auriculatum</i> <i>Caecum trachea</i> ssp.	<u>Coralliophilidae</u> <i>Coralliophila</i> sp.	

Weinkauffia sp.1
Weinkauffia sp.2

Marginellidae

Granulina clandestina
Gibberula philippii
Gibberula caelata
Gibberula miliaria

Muricidae

Hexaplex trunculus
Muricopsis cristatus
Ocenebra sp.

Nassariidae

Nassarius corniculus
Nassarius coralligenus
Nassarius incrassatus
Nassarius pygmaeus
Nassarius reticulatus

Naticidae

Euspira macilenta
Natica sp.
Naticidae indet.

Philinidae

Laona sp.
Philine catena

Pyramidellidae

Chrysallida brusinai
Chrysallida doliolum
Chrysallida obtusa
Clathrella clathrata
Eulimella cf. *praelonga*
Folinella excavata
Odostomia sp.1
Odostomia plicata
Odostomia sp.2
Odostomia unidentata
Odostomia cf. *unidentata*
Odostomia sp.3
Odostomia cf. *sicula*
Ordina sp.
Torbonilla striatula
Torbonilla sp.1
Torbonilla sp.2
Torbonilla sp.3

Retusidae

Cylichnina sp.
Retusa cf. *obtusa*
Retusa pellucida
Retusa truncatula
Volvulella acuminata

Rissoidae

Alvania cancellata
Alvania cimex
Alvania mammillata
Alvania geryonia
Alvania minor (ssp. *cimex*)
Alvania discors
Alvania hirta
Alvania (*Setia*) *tenera*
Alvania (*Setia*) *semistriata*
Manzonella crassa
Rissoina bruguieri

Tricoliidae

Tricolia tenuis

Triphoridae

Triphora sp.
Marshallora adversa

Trochidae

Clanculus sp.
Clanculus corallinus
Clanculus jussieui
Gibbula ardens
Gibbula divaricata
Gibbula turbinoides
Gibbula varia
Jujubinus striatus

Turbinidae

Turbinidae indet.
 (Operculum)

Turridae

Bela brachystoma
Mangelia sp.
Mangelia attenuata
Mangelia unifasciata
Philbertia cordieri
Philbertia philberti
Raphitoma echinata

Raphitoma linearis

BIVALVIA

Anomiidae

Anomia ephippium
Pododesmus squamula

Arcidae

Arca noae
Barbatia sp.
Striarca lactea

Cardiidae

Acanthocardia paucicostata
Parvicardium exiguum
Plagiocardium papillosum

Carditidae

Venericardia antiquata

Chamidae

Chama gryphoides
Pseudochama gryphina

Corbulidae

Corbula gibba

Gastrochaena

Gastrochaena dubia

Hiatellidae

Hiatella arctica

Limidae

Lima inflata

Lucinidae

Anodontia fragilis
Loripes lacteus
Lucinella divaricata

Mesodesmatidae

Donacilla cornea

Montacutidae

Mysella bidentata

Mytilidae

Mytilaster solidus
Modiolus adriaticus
Musculus costulatus

Nuculidae

Nucula sp. 1
Nucula sulcata
Nuculana pella

Ostreidae

Ostrea edulis
Ostrea sp.

Pectinidae

Chlamys varia
Lissopecten hyalinus

Semelidae

Abra sp.
Abra alba
Abra prysmatica

Solecurtidae

Azorinus chamaesolen

Tellinidae

Tellina distorta
Tellina sp.

Veneridae

Gouldia minima
Venus casina

3.3 Unterschiede und Gemeinsamkeiten

Die beiden Faunen werden in Tab.3 zusammengestellt, um die Unterschiede und Gemeinsamkeiten in der Verteilung sehen zu können.

Eine Interpretation der Ergebnisse läßt folgende Schlüsse zu (vgl. Tab. 3):

Tabelle 3: Vergleich der Taxa der Mollusken der beiden besprochenen Fundorte Lido del Sole und Pittulongu.

Artenfolge Gastropoda	Fossile Taxa	Rezente Taxa
<i>Alvania (Setia) semistriata</i>	+	
<i>Alvania (Setia) tenera</i>	+	
<i>Alvania cancellata</i>	+	+
<i>Alvania cimex</i>	+	+
<i>Alvania discors</i>	+	
<i>Alvania geryonia</i>	+	
<i>Alvania hirta</i>	+	
<i>Alvania lactea</i>		+
<i>Alvania mammillata</i>	+	
<i>Alvania minor (ssp. cimex)</i>	+	
<i>Aplysiidae indet.</i>	+	
<i>Aporrhais pespelicani</i>	+	
<i>Aporrhais sp.</i>	+	
<i>Bela brachystoma</i>	+	
<i>Bela nebula</i>		+
<i>Bittium jadertinum</i>		+
<i>Bittium latreillei</i>	+	+
<i>Bittium reticulatum</i>	+	+
<i>Bulla striata</i>		+
<i>Caecum auriculatum</i>	+	
<i>Caecum trachea ssp.</i>	+	
<i>Calyptrea chinensis</i>		+
<i>Cerithiopsis sp.</i>	+	
<i>Cerithium lividulum</i>		+
<i>Cerithium rupestre</i>		+
<i>Cerithium vulgatum</i>	+	+
<i>Chauvetia affinis</i>	+	
<i>Chrysallida brusinai</i>	+	
<i>Chrysallida doliolum</i>	+	
<i>Chrysallida obtusa</i>	+	
<i>Clanculus corallinus</i>	+	

<i>Clanculus cruciatus</i>		+
<i>Clanculus jussieui</i>	+	+
<i>Clanculus</i> sp. (rezent nicht im Mittelmeer)	+	
<i>Clathrella clathrata</i>	+	
<i>Columbella rustica</i>		+
<i>Conus ventricosus</i>	+	+
<i>Copulabyssia</i> sp.	+	
<i>Coralliophila</i> sp.	+	
<i>Crepidula unguiformis</i>	+	
<i>Cyclope pellucida</i>		+
<i>Cylichnina</i> sp.	+	
<i>Diodora gibberula</i>	+	+
<i>Diodora graeca</i>	+	+
<i>Diodora italica</i>		+
<i>Emarginula</i> cf. <i>solidula</i>	+	
<i>Emarginula octacviana</i>	+	
<i>Emarginula pustula</i>	+	
<i>Epitonium clathrus</i>		+
<i>Epitonium turtoni</i>		+
<i>Eulimella</i> cf. <i>praelonga</i>	+	
<i>Euspira macilenta</i>	+	
<i>Euspira pulchella</i>		+
<i>Fissurella nubecula</i>		+
<i>Folinella excavata</i>	+	
<i>Fusinus parvulus</i>		+
<i>Fusinus rusticulus</i>	+	
<i>Fusinus syracusanus</i>		+
<i>Gibberula caelata</i>	+	
<i>Gibberula miliaria</i>	+	
<i>Gibberula oryza</i>		+
<i>Gibberula philippii</i>	+	
<i>Gibbula adansonii</i>		+
<i>Gibbula ardens</i>	±	±
<i>Gibbula divaricata</i>	±	±
<i>Gibbula fanulum</i>		+
<i>Gibbula guttadauroi</i>		+
<i>Gibbula turbinoides</i>	±	±
<i>Gibbula umbilicaris</i>		+
<i>Gibbula varia</i>	+	±
<i>Granulina clandestina</i>	+	±
<i>Haminoea</i> cf. <i>hydatis</i>	+	
<i>Hexaplex trunculus</i>	±	±
<i>Hydrobia acuta</i>		+
<i>Jujubinus striatus</i>	±	±
<i>Jujubinus exasperatus</i>		+
<i>Jujubinus</i> sp.		+
<i>Kleinella humboldti</i>		+
<i>Laona</i> sp.	+	
<i>Littorina neritoides</i>		+
<i>Mangelia attenuata</i>	+	
<i>Mangelia</i> sp.	+	
<i>Mangelia unifasciata</i>	+	
<i>Manzonina crassa</i>	+	
<i>Marshallora adversa</i>	+	
<i>Melanella</i> sp. (cf. <i>M. spiridioni</i>)	+	
<i>Mitrella broderipi</i>	+	
<i>Monodonta turbinata</i>		+
<i>Muricopsis aradasii</i>		+

<i>Muricopsis cristatus</i>	+	
<i>Nassarius coralligenus</i>	+	
<i>Nassarius corniculatus</i>	+	+
<i>Nassarius cuvieri</i>		+
<i>Nassarius incrassatus</i>	+	+
<i>Nassarius pygmaeus</i>	+	
<i>Nassarius reticulatus</i>	+	
<i>Natica hebraea</i>		+
<i>Natica</i> sp.	+	
<i>Naticidae</i> indet.	+	
<i>Neverita josephina</i>		+
<i>Ocenebra</i> sp.	+	
<i>Ocenebrina aciculata</i>		+
<i>Ocenebrina edwardsii</i>		+
<i>Odostomia</i> cf. <i>sicula</i>	+	
<i>Odostomia unidentata</i>	+	
<i>Odostomia plicata</i>	+	
<i>Odostomia</i> sp.1	+	
<i>Odostomia</i> sp.2	+	
<i>Odostomia</i> sp.3	+	
<i>Odostomia unidentata</i>	+	
<i>Ondina</i> sp.	+	
<i>Paludinella littorina</i>	+	
<i>Patella caerulea</i>		+
<i>Payraudeautia intricata</i>		+
<i>Philbertia „bicolor“</i>		+
<i>Philbertia cordieri</i>	+	
<i>Philbertia</i> indet.		+
<i>Philbertia philberti</i>	+	
<i>Philine catena</i>	+	
<i>Pisania striata</i>		+
<i>Pusillina radiata</i>		+
<i>Raphitoma echinata</i>	+	
<i>Raphitoma linearis</i>	+	+
<i>Retusa</i> cf. <i>obtusa</i>	+	
<i>Retusa pellucida</i>	+	
<i>Retusa truncatula</i>	+	
<i>Rissoa labiosa</i>		+
<i>Rissoa monodonta</i>		+
<i>Rissoa variabilis</i>		+
<i>Rissoa ventricosa</i>		+
<i>Rissoina-brugueri</i>	+	+
<i>Smaragdia viridis</i>		+
<i>Turbonilla</i> sp.1	+	
<i>Turbonilla</i> sp.2	+	
<i>Turbonilla</i> sp.3	+	
<i>Turbonilla striatula</i>	+	
<i>Tricolia pullus</i>		+
<i>Tricolia speciosa</i>		+
<i>Tricolia tenuis</i>	+	+
<i>Triphora</i> sp.	+	
<i>Triphora</i> sp.		+
<i>Triphora viridis</i>		+
<i>Turbinidae</i> indet.	+	
<i>Typhis sowerbyi</i>		+
<i>Vexillum ebenus</i>		+
<i>Vitreolina</i> sp. (cf. <i>V. incurva</i>)	+	

<i>Volvarina mitrella</i>		+
<i>Volvulella acuminata</i>	+	
<i>Weinkauffia</i> sp.1	+	
<i>Weinkauffia</i> sp.2	+	

Artenfolge Bivalvia	Fossile Formen	Rezente Formen
<i>Abra alba</i>	+	
<i>Abra prysmatica</i>	+	
<i>Abra</i> sp.	+	
<i>Acanthocardia paucicostata</i>	+	+
<i>Acanthocardia tuberculata</i>		+
<i>Anodontia fragilis</i>	+	+
<i>Anomia ephippium</i>	+	+
<i>Arca noae</i>	+	+
<i>Arcopagia balaustina</i>		+
<i>Azorinus chamaesolen</i>	+	
<i>Barbatia barbata</i>		+
<i>Barbatia</i> sp.	+	
<i>Cardita calyculata</i>		+
<i>Cerastoderma glaucum</i>		+
<i>Cerastoderma lamarckii</i>		+
<i>Chama gryphoides</i>	+	+
<i>Chamelea gallina</i>		+
<i>Chlamys glabra</i>		+
<i>Chlamys opercularis</i>		+
<i>Chlamys varia</i>	+	+
<i>Corbula gibba</i>	+	+
<i>Ctena decussata</i>		+
<i>Donacilla cornea</i>	+	+
<i>Donax venustus</i>		+
<i>Dosinia exoleta</i>		+
<i>Dosinia lupulinus</i>		+
<i>Gari costulata</i>		+
<i>Gari depressa</i>		+
<i>Gari fervensis</i>		+
<i>Gastrana fragilis</i>		+
<i>Gastrochaena dubia</i>	+	
<i>Glans trapezia</i>		+
<i>Glycymeris glycymeris</i>		+
<i>Glycymeris insubricus</i>		+
<i>Gouldia minima</i>	+	+
<i>Gregariella indet.</i>		+
<i>Hiatella arctica</i>	+	
<i>Hiatella rugosa</i>		+
<i>Laevicardium crassum</i>		+
<i>Lima inflata</i>	+	+
<i>Lissopecten hyalinus</i>	+	
<i>Loripes lacteus</i>	+	+
<i>Lucinella divaricata</i>	+	+
<i>Lutraria elongata</i>		+
<i>Modiolus adriaticus</i>	+	
<i>Musculus costulatus</i>	+	
<i>Mysella bidentata</i>	+	
<i>Mytilaster solidus</i>	+	
<i>Mytilus galloprovincialis</i>		+
<i>Nucula indet.</i>		+
<i>Nucula nucleus</i>		+

<i>Nucula sulcata</i>	+	
<i>Nucula sp. 1</i>	+	
<i>Nuculana pella</i>	+	
<i>Ostrea edulis</i>	+	+
<i>Ostrea sp.</i>	+	
<i>Parvicardium exiguum</i>	+	+
<i>Pitar rudis</i>		+
<i>Plagiocardium papillosum</i>	+	+
<i>Pododesmus squamula</i>	+	
<i>Pseudochama gryphina</i>	+	
<i>Solecurtus strigilatus</i>		+
<i>Spisula subtruncata</i>		+
<i>Spondylus gaederupes</i>		+
<i>Striarca lactea</i>	+	+
<i>Tellina distorta</i>	+	
<i>Tellina donacina</i>		+
<i>Tellina sp.</i>	+	
<i>Venericardia antiquata</i>	+	+
<i>Venerupis aurea</i>		+
<i>Venerupis rhomboides</i>		+
<i>Venus casina</i>	+	
<i>Venus verrucosus</i>		+

Gesamttaxazahl 223	davon 137 hier	davon 124 hier
Gesamttaxazahl Gastropoden 150	davon 99 hier	davon 72 hier
Gesamttaxazahl Bivalven 73	davon 38 hier	davon 52 hier
Gemeinsame Arten Gastropoden 21	ca. 21 %	ca. 29 %
Gemeinsame Arten Bivalven 17	ca. 45 %	ca. 33 %
Von 100 Gastropoden sind	66 fossil	48 rezent
Von 100 Bivalven sind	52 fossil	71 rezent

Es ist bei der Verteilung der Arten zeitlich ein leichter Rückgang festzustellen, wobei die Anzahl der Gastropodenarten unwesentlich vermindert, der der Bivalvenarten entsprechend vermehrt wird.

Die gemeinsamen Arten erweitern sich von 20 auf fast 30 Prozent bei den Schnecken und vermindern sich von fast 45 auf fast 25 Prozent bei den Muscheln.

4 Die Mikrofaunen

4.1 Die pleistozäne Mikrofauna von Pittulongu

Die Probe aus siltigem Sand wurde mit Wasser und Peroxid aufbereitet, gewaschen und gesiebt und in drei Fraktionen zerlegt, die extra untersucht wurden: >250µm, 250-125µm und 125-63µm.

Es fand sich überwiegend inorganischer Debris (Quarz, Gesteinsteilchen, Glimmer und gräuliche Aggregate von vermutlich verwitterter Tephra).

Der biogene Rest ist deutlich und wird durch kleine Splitter, Fragmente und Teile von Bivalven, Echinoiden (sehr häufig), Anneliden, Bryozoen, Kieselschwamm-Spiculen, wenigen Scaphopoden, Crustaceen oder Fischen gebildet.

Natürliche Farben finden sich in Seeigelstacheln und im Perlmutter in vielen Muschelfragmenten.

Benthische Foraminiferen sind häufig, planktonische Formen abwesend. Auch die Testa der meisten Foraminiferen zeigt Abrasions- oder Bruchspuren. Die Vergesellschaftung ist ziemlich verschieden und hat viele porzellanartige Formen. Die Arten werden in der Reihenfolge ihrer Häufigkeit aufgelistet:

Adelosina laevigata, *A. mediterraneensis*, *Ammonia beccarii*, *A. papillosa*, *Triloculina marioni*, *Rosalina globularis*, *Siphonaperta aspera*, *Elphidium translucens*.

Nur in der Feinfraktion (125-63µm) wurden Taxa, weitverbreitet in pelitischen Sedimenten wie *Bolivina variabilis*, *Brizalina spathulata* oder epiphytische wie die Glabratelliden (*Conorbella imperatoria*) aufgefunden.

4.2 Die rezente Mikrofauna vom Lido del Sole

Biogene Überreste sind in der Probe dominant und bestehen aus Posidonia-Resten, Mollusken- und Echonoidenresten, Ostrakodenschalen und benthischen Foraminiferen (vgl. zu letzteren Tab. 4).

Die häufigsten Arten sind, in der Reihenfolge der Häufigkeit:

Elphidium macellum, *E. depressulum*, *E. crispum*, *Rosalina globularis*, *R. macropora*, *Ammonia beccarii* und *Siphonaperta aspera*, *Peneroplis planatus* und *P. pertusus* sind häufig.

4.3 Unterschiede und Gemeinsamkeiten

Man sieht deutlich bei einem Überblicksvergleich, daß ein Teil der Taxa gemeinsam sind und die Faunen doch stratigraphisch und ökologisch in gewisser Beziehung unterschieden werden können (vgl. Tab. 4):

Tabelle 4: Foraminiferentaxa von Pittulongu und Lido del Sole

Artenfolge Foraminifera	Fossile Taxa	Rezente Taxa
<i>Adelosina cliarensis</i>		+
<i>Adelosina laevigata</i>	+	+
<i>Adelosina mediterraneensis</i>	+	
<i>Ammonia beccarii</i>	+	+
<i>Ammonia papillosa</i>	+	
<i>Ammonia parkinsoniana</i>	+	
<i>Asterigerinata mamilla</i>	+	+
<i>Astrononion stelligerum</i>		+
<i>Bolivina variabilis</i>	+	
<i>Brizalina spathulata</i>	+	
<i>Buccella granulata</i>		+
<i>Bulimina</i> sp.	+	
<i>Cibicides variabilis</i>	+	+
<i>Cibicides lobatulus</i>		+
<i>Cibicides refulgens</i>		+
<i>Conorbella imperatoria</i>	+	
<i>Conorbella</i> sp.	+	
<i>Criboelphidium semistriatum</i>		+
<i>Cycloforina colomi</i>	+	
<i>Cycloforina confortia</i>	+	+
<i>Cycloforina villafranca</i>	+	
<i>Elphidium advenum</i>		+
<i>Elphidium crispum</i>	+	+
<i>Elphidium depressulum</i>	+	+
<i>Elphidium macellum</i>	+	+
<i>Elphidium translucens</i>	+	+
<i>Eponides</i> sp.		+
<i>Florilus boueamum</i>	+	
<i>Massilina secans</i>	+	+
<i>Millolinella subrotunda</i>	+	
<i>Nubecularia lucifuga</i>		+
<i>Nubecularia massutiniana</i>		+
<i>Peneroplis pertusus</i>	+	+
<i>Peneroplis planatus</i>	+	+

<i>Planorbulina mediterraneensis</i>	+	+
<i>Polymorphina</i> sp.	+	
<i>Protelphidium granosum</i>	+	+
<i>Pseudotriloculina laevigata</i>		+
<i>Quinqueloculina disparilis</i>	+	
<i>Quinqueloculina limbata</i>	+	
<i>Quinqueloculina milleti</i>	+	
<i>Quinqueloculina rugosa</i>	±	±
<i>Quinqueloculina seminulum</i>	±	±
<i>Quinqueloculina stelligera</i>	+	
<i>Rosalina bradyi</i>	+	±
<i>Rosalina globularis</i>	+	±
<i>Rosalina macropora</i>	+	±
<i>Sigmoilinata costata</i>	+	
<i>Siphonaperta aspera</i>	+	+
<i>Sphaerogypsina globula</i>	+	
<i>Spiroloculina excavata</i>	+	
<i>Triloculina marioni</i>	+	
<i>Triloculina oblonga</i>	+	
<i>Triloculina plicata</i>	+	
<i>Triloculina trigonula</i>	+	±
Gesamttaxa	44	32
Gemeinsame Arten 20	45, 4 %	62,5 %

Ähnlich wie bei der Molluskenverteilung ist beiden Faunen nur ein Teil gemeinsam, der im Mittel bei runden 50 % liegt, was wiederum sowohl stratigraphische als auch ökologische Gründe haben kann.

5 Interpretation der Befunde

5.1 Die Makrofaunen

Alle bis zur Art bestimmten bzw. bestimmbar Mollusken aus der fossilen Probe (Pittulongu) sind auch gegenwärtig im Mittelmeer heimisch. Zwei Arten, *Clanculus* sp. und *Aporrhais* sp. gibt es heute wohl nicht mehr, jedenfalls nicht in europäischen Meeren.

Die Gesamtzahl der Arten ist mit 137 (fossil) und 124 (rezent) nur unwesentlich verschieden, aber das Artenspektrum unterscheidet sich in beiden Proben erheblich, denn unter den 137 fossilen sind nur 38 auch in der rezenten Probe enthalten. Das ist mit 27,7 % nicht einmal ein Drittel.

Eine beachtenswerte Veränderung fällt auch im Verhältnis der Artenzahlen zwischen Gastropoden und Bivalven auf. Der Anteil der Bivalvenarten steigt nämlich von 27,7 % bei den fossilen auf 42 % bei den rezenten an. Berücksichtigt man die natürliche Artenverteilung zwischen den beiden Gruppen (z. Zt. ca. 400 mediterrane Muschel- und 1100 mediterrane beschalte Schneckenarten), dann errechnet sich für die Pittulonga-Fauna zwischen Bivalven und Gastropoden ein Verhältnis von nahezu 1:1, bei der Bai del Sole-Fauna aber von 2:1. In Pittulongu wurden 9 % der heutigen 1100 Schneckenarten abgelagert und 9,5 % der 400 rezenten Muschelarten, bei Olbia vergleichsweise aber nur 6 % der Gastropoden, dafür aber 13 % der Bivalvier.

Bei einem so offensichtlichen Unterschied in der Molluskenfauna müssen wir fragen, was vor diesem Küstenabschnitt Sardinien früher anders war als heute. Eine deutlich andere Wassertemperatur als heute können wir für die damalige Zeit ausschließen, weil alle Arten aus Pittulongu auch heute im Mittelmeer vorkommen.

Ebenso wenig deutet auf eine andere Wassertiefe als heute hin. Kein Zweifel aber kann daran bestehen, daß in dem fraglichen Küstenabschnitt zur Zeit der Fossilablagerungen wesentlich weniger Weichböden mit Sand oder Schlick vorhanden waren als heute. Hierfür spricht der im Vergleich zur Gegenwart viel geringere Anteil an Muschelarten. Daß sich geologisch die

eher felsige Küste in jüngeren Zeiten zu einer Sand-Schlick-Fazies verändert hat, belegen nicht nur die Sedimente, sondern auch die für Weichböden typischen Sand- und Schlickbewohner, vor allem die große Menge rezenter Herzmuscheln (*Cerastoderma glauca*). Die Zusammensetzung der rezenten Schneckenfauna zwingt zu einer ähnlichen Schlußfolgerung, denn der Anteil der als Algen- oder Aasfresser oder als Sand- und Schlickbewohner nicht an Felsgründe gebundenen Arten ist mit über 80 % (mehr als 40 von 51 Arten) besonders hoch.

Eine erwähnenswerte Besonderheit aus dem Pleistozän von Pittulongu sind die auffallend vielen Korallenbruchstücke. Daß sie Zeugen eines vermutlich weiträumigeren korallenreichen Ökosystems sind, zeigen die nicht wenigen corallophilen Gastropoden an: sehr häufig die rezent nur sehr seltene *Nassarius coralligenus*, sodann die *Emarginula*-Arten, *Coralliophila*, *Laona*, *Philine catena*, *Cylichnina* und andere Korallen liebende, aber nicht unbedingt an sie gebundene Arten wie z.B. *Granulina clandestina*, *Cerithiopsis* und *Caecum trachea*.

Da nur zwei Arten von Pittulongu heute nicht mehr im Mittelmeer vorkommen und typische westafrikanische Warmelemente, sonst typisch für das Tyrrhen, fehlen, kann nur ein jüngeres Alter vermutet werden, also Tyrrhen II oder Würm.

5.2 Die Mikrofaunen

Die Probe vom Lido del Sole läßt folgendes aussagen: besonders die Milioliden sind zerbrochen oder erodiert, planktonische Taxa fehlen. Die hier erwähnten Arten sind schon öfters aus inneren neritischen Sanden und Posidonia-Wiesen der mediterranen Region beschrieben worden (vgl. BLANC-VERNET, 1969; COLOM, 1974; CIMERMAN & LANGER, 1991).

Darüber hinaus zeigt die Vergesellschaftung vom Lido del Sole eine ähnliche Komposition zu der, wie sie von Posidonia-Blättern und -Rhizomen von Flachstränden der Insel Vulcano (Tyrrhenisches Meer) beschrieben wurden (vgl. LANGER, 1988).

Die pleistozäne Vergesellschaftung von Pittulongu ist typisch für marines Flachwasser mit häufiger sandiger Fraktion – bewohnt durch *Ammonia beccarii* und *Elphidium* spp., und mit Pflanzenresten, die das Substrat für sessile epiphytische Taxa wie *Cibicides lobatulus*, *Rosalina globularis* oder *Conorbella* spp. bilden konnten. Seegräser bieten auch Schutz für vagile Formen wie *Adelosina* spp., *Elphidium* spp. oder *Quinqueloculina* spp. Auf Blättern und Rhizomen gab es Microstandorte für kleinwüchsige Formen der Infauna (*Bolivina variabilis*, *Brizalina spathulata*) im Sediment zwischen den Blattbasen (LANGER, 1988). Unglücklicherweise gibt es bei all diesen Flachwasserformen der Foraminiferen keine biostratigraphischen Leitfossilien. Alle Taxa sind rezent vertreten und viele haben eine lange stratigraphische Verteilung. Nur *A. papillosa* scheint auf eine Verteilung vom Oberpliozän bis rezent hinzuweisen (AGIP, 1982).

Merkmale, die Probe von Pittulongu einem sehr jungen Alter zuzuweisen (Pleistozän oder jünger) können die sehr gute Erhaltung der organischen Pigmente und des Perlmutter sein. Des weiteren zeigt nur das Vorkommen von *Peneroplis* spp. warmes oder warmtemperiertes Wasser an (MURRAY, 1991), während die anderen Taxa eine Temperaturabhängigkeit nicht klar genug erkennen lassen.

Zusammenfassend kann über die Foraminiferenfauna folgendes ausgesagt werden: eine Korrelation mit pleistozänen Fundorten, die nahebei aufgeschlossen sind (MAXIA & PECORINI, 1973; ULZEGA, 1995) ist möglich, nicht mit dem Tirreniano I, während die mit dem Tirreniano II möglich wäre, ebenfalls eine mit jüngeren Zwischeneiszeiten oder dem auslaufenden Würm.

6 Literatur

- AGIP (1982) – Foraminiferi Padani, 52 tav., S. Donato Milanese
- BLANC-VERNET L. (1969) – Contribution a l'étude des foraminifères de la Méditerranée.- Extr. Rec Trav. Stat. Mar Endoume, 64, 48 : 1-315, Marseille
- CHERCHI, A. (1995) :
- CIMERMAN F. & LANGER M.R. (1991) Mediterranean Foraminifera.- Slov. Akad. Znan. Umetn., 30: 1-118, 93 pls., Ljubljana
- COLOM G. (1974) – Foraminíferos Ibèrics Introducció al estudio de las especies bentónicas recientes".- Investigaciones Pesqueras, 38,1 : 1-245, Barcelona
- CONSOLADO MECEDO, M. C. & M. I. & BORGER, J. P. (1998): Conchas Marinhas de Portugal.- 516 S., Ed. Verbo, Lisboa
- D'ANGELO, G. & GARGUILLO, ST. (1991): Guida alle conchiglie mediterranee – conoscerle, cercarle, collezionarle.- 224 S., viele z.T. farb. Abb., Fabbri Editori, Milano
- EXEL, R. (1986): Sardinien – Geologie, Mineralogie, Lagerstätten, Bergbau, in: Sammlung Geologischer Führer, 80: 1-177, 70 Abb., Gebr. Bornträger, Stuttgart
- GREGOR, H.-J. (2001): Notizen zu einigen jungpleistozänen Fundpunkten (Tyrrhenium) auf Sardinien, marine Fauna und geologische Verhältnisse betreffend.- Documenta naturae, 139: 29-43, 2 Abb., 4 Taf., München
- GREGOR, H.-J., EXEL, R., HOLLEIS, P., MOUSSAVIAN, E., SPANO, C. & THEWALT, U. (2000): Der "fossile Wald" auf Sardinien (Tertiär, Italien) - Kritische Würdigung und neue Erkenntnisse zur Entstehung und Genese eines Phänomens.- Flora Tertiaria Mediterranea, V, 4: 1-117, 9 Abb., 4 Tab., 35 Taf., München
- LANGER M. (1988) – Recent epiphytic foraminifera from Vulcano (Mediterranean Sea).- Rev. Paléobiol., Vol. Spec. 2: 827-832, Genève
- MAXIA C. & PECORINI G. (1973) Sardegna, in: DESIO, A., (Ed.) Geologia dell'Italia, Pleistocene marino.- pp. 709-712, Torino
- MURRAY J. W. (1991) – Ecology and Paleoecology of Benthic Foraminifera.- 397 pp., Longman Scientific & Technical, New York
- RIEDL, R. (1983): Fauna und Flora des Mittelmeeres.- 836 S., 3512 Abb., 163 farb. Tafeln, 98 Ktn., 3.Aufl., Paul Parey Verl., Hamburg
- ULZEGA. A. (1995) Geomorphology and stratigraphy of Late Quaternary.- in: A. CHERCHI, Sardinia 95 (Guide-book 6th Paleobenthos Internat. Symp., Oct. 1995, Cagliari Univ.), Rend. Semin. Fac. Sci. Univ. Cagliari, Suppl. Vol. 65: 11-15, Cagliari

Tafeln

Alle Bilder stammen von Autor GREGOR und wurden von ihm im Gelände (E (820/14) oder im Labor aufgenommen. Die Eingangs-Nummer des Materials im Naturmuseum Augsburg ist /1602

Tafel 1

Die Fundstelle am Strand von Lido del Sole nordöstlich Padrogiano nahe Olbia (E 820/30), mit Bungalows des Gebietes Baia del Sole im Hintergrund

Fig.1: Der Strandwall mit Schillsäumen und massenhafter Anreicherung von Mollusken

Fig.2: Verstreutes Mollusken- und Korallenmaterial vom Strand (Fig.1) mit Mollusken-Schill und Seebällen

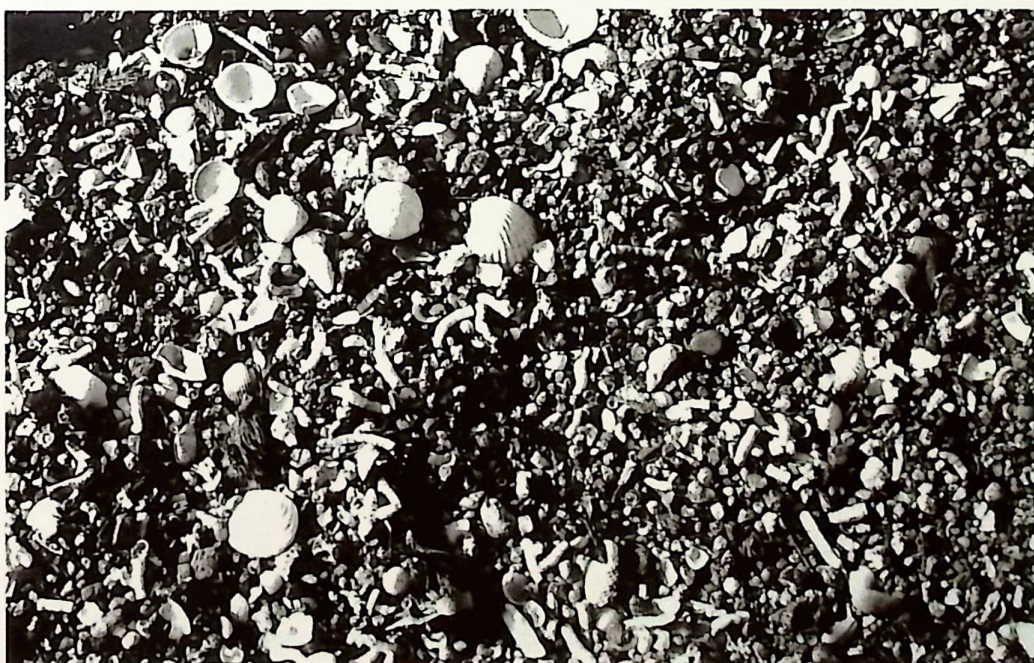
Fig. 3: Steiniges Sediment mit abgerollten Perlmutterfragmenten, *Cladocora*-Korallenbruch und Muscheln (*Venus*, *Cardita*)



1



2



3

Tafel 2

Bilder der fossilen Fundstelle Pittulongu auf Sardinien mit weißgefärbten fossilen Mollusken in Originalfundlage (E 820/14) in der Bodenbedeckung und Probenutüte

Fig. 1: Die Fundstelle mit Sand und Schill sowie grauem Ton eingeschwemmt

Fig. 2: Detailbild mit dominant Korallen und Geologenhammer

Fig. 3: weißgefärbte, fossile Massen von *Cladocora cespitosa* im Sediment



1



2



3

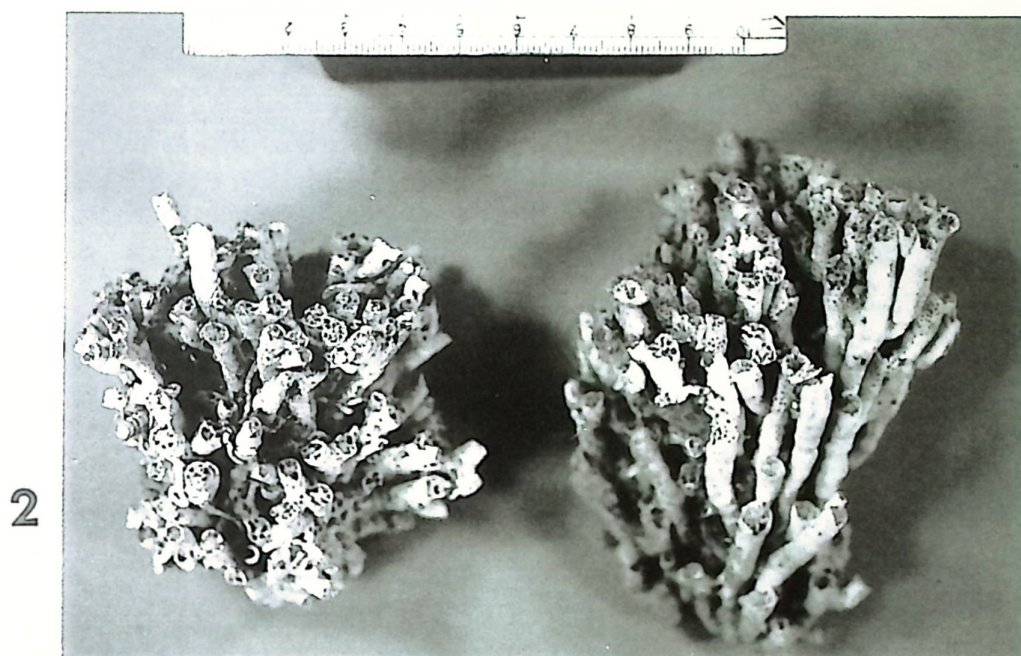
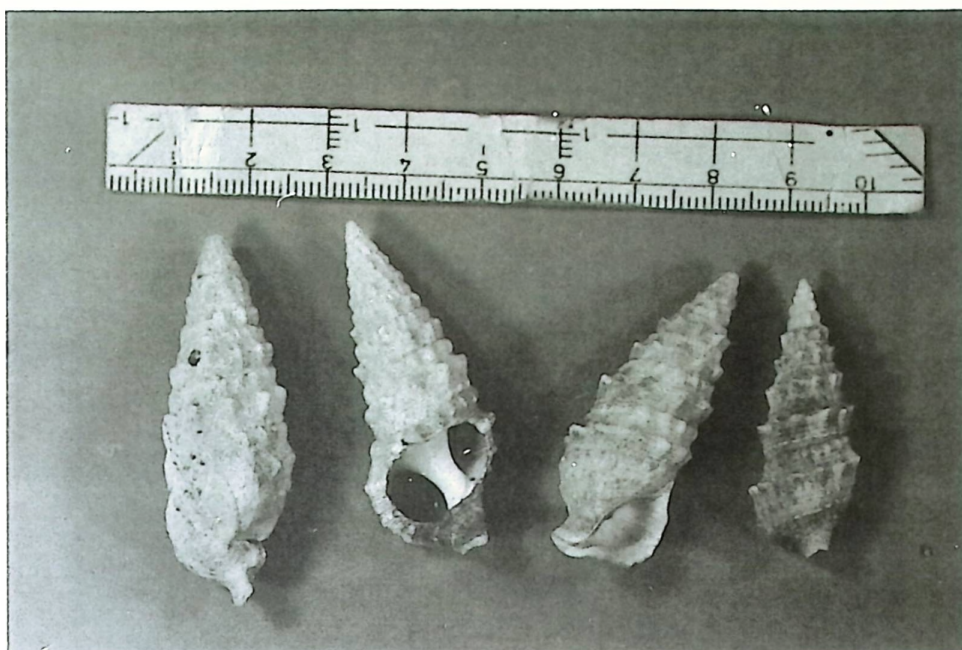
Tafel 3

Alle Funde stammen aus Sardinien, aus dem jüngeren Pleistozän (Tyrrhenium II?) von Pittulongu; (E 820/14 bei GREGOR); Eingangsnummer Naturmuseum Augsburg /1602

Fig. 1: Vier Exemplare von *Cerithium vulgatum* (Inv.Nr. NMA 1999-800/1602)

Fig. 2: Zwei Stöckchen von *Cladocora cespitosa* (Inv.Nr. NMA 1999-801/1602)

Fig. 3: massenhaft zerbrochene Ästchen von *Cladocora cespitosa* (Inv.Nr. NMA 1999-802/1602)



Tafel 4

Alle Funde stammen aus Sardinien, aus dem rezenten Strandmaterial vom Lido del Sole (E 820/14 bei GREGOR); Eingangsnummer Naturmuseum Augsburg /1602

Fig. 1: Strandvergesellschaftung mit *Arca noae*, *Cardita* und *Venus*-Muscheln

Fig. 2: Stöckchen und Ästchen von *Cladocora cespitosa* (Inv.Nr. NMA 1999-803/1602)

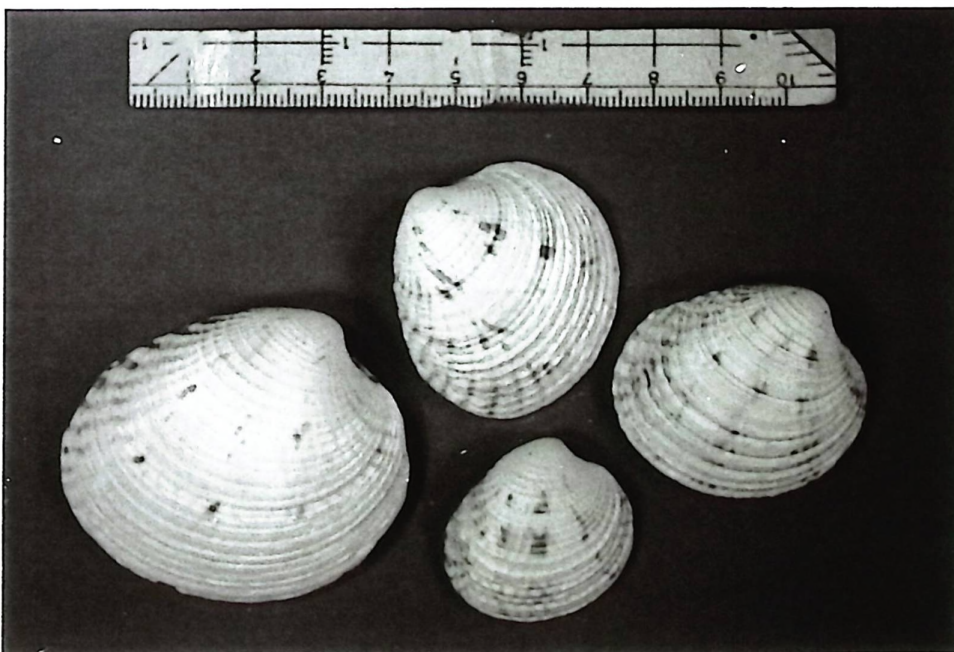
Fig. 3: vier Exemplare von *Venus verrucosa* (Inv.Nr. NMA 1999-804/1602)



1



2



3

Notizen zu einigen jungpleistozänen Fundpunkten (Tyrrhenium II) auf Sardinien, marine Faunen und geologische Verhältnisse betreffend.

H.-J. GREGOR

Zusammenfassung

Es werden drei jungpleistozäne Fundorte aus Sardinien vorgestellt:

1. Tharros im Golf von Oristano mit vulkanischen Bomben in korallenstockführenden Kalkareniten
2. Cala Mosca bei Cagliari mit Strandfauna und Fund eines Seeohrs (*Haliotis*)
3. Pittulongu am Golf von Olbia mit reicher Molluskenfauna und massenhaft vorkommenden *Cladocora cespitosa*-Korallen

Es werden kurz Altersfragen diskutiert.

Summary

Three Pleistocene fossil sites are under discussion, especially in respect of their age:

1. Tharros in the gulf of Oristano with volcanic bombs in coralligene limestonearenites.
2. Cala Mosca at Cagliari with beachfauna and a fossil *haliotis*
3. Pittulongu at the gulf of Olbia with a rich mollusc fauna and abundant corals of *Cladocora cespitosa*-type

Schlüsselworte: Sardinien, Fauna, Mollusken, Korallen, Pleistozän, Tyrrhenium

Keywords: Sardinia, fauna, molluscs, coralls, Pleistocene, Tyrrhenian

Adresse des Autors:

Dr. Hans-Joachim Gregor, Daxerstr. 21, D-82140 Olching, Germany

e-mail. H.-J.Gregor@t-online.de

1. Einleitung und Danksagung

Bei einem Besuch auf Sardinien, zusammen mit Gruppen von Oscar-Reisen (Augsburg) fanden einige Teilnehmer interessante Objekte von diversen Fundstellen, die hier vorgestellt werden sollen.

Aufgrund dieser Befunde und wechselnder Fundbedingungen werden hier diese kurzen Notizen gebracht, wobei die Exkursionsunterlagen von Author GREGOR verwendet wurden. Es handelt sich um die Tagebücher XXXVII, XLIII und XLIV mit den Exkursionen E 746/35, E 784/10 und 26, E 808/ 65b und 70a sowie E 820/14, 30 und 41. Sie sind im Naturmuseum in Augsburg, zusammen mit den Diapositiven, aufbewahrt.

2 Die Fundorte und ihre Besonderheiten

2.1 Der Fundpunkt Tharros (Oristano, W-Sardinien) mit vulkanischen Bomben und Korallenstöcken in situ.

Frau I. Dörner fand bei Tharros eine Fundstelle mit einer erstaunlichen Komposition geologisch-paläontologischer Objekte in situ in marinen Kalkareniten.

Die Fundstelle liegt bei Tharros auf der südlichen kleinen Halbinsel, ca. 1 km südlich der archäologischen Stätte, benachbart dem alten Hafen von Tharros, auf dem östlichen felsigen Küstenstreifen. Einige km weiter südlich liegt Capo San Marco, die Südspitze der Halbinsel. Manchmal liegt das Profil schön frei, während bei stürmischem Wetter die Fundstelle weit im Spritzwasserbereich liegt, überdeckt von Massen losgerissener Seegrasbüschel. Zur Ergänzung sei erwähnt, daß auf dem gegenüberliegenden westlichen Küstenstreifen Reste der römischen Nekropole in Form von verstürzten Steinsärgen zu finden sind, zusammen mit großen verlagerten Basaltbrocken mit typischen Spuren von Salzverwitterung (Taf. 3, Fig. 3)).

Geologisch haben wir am nördlichen Rand des Golfo di Oristano, auf der Halbinsel Tharros nicht nur eine der schönsten archäologischen Stätten der Insel, sondern auch eine Abfolge von Kalkareniten pleistozäner Herkunft, südwärts unterlagert von neogenen Vulkaniten, speziell Tuffiten.

Letztere sind überlagert durch in jüngeren Zeiten austretenden Laven basaltischer Art, die z.T. dicke Bänke im scharfen Kontakt zu den unterlagernden Tuffiten bilden (Tafel 3, Fig. 1, 2). Südlich davon waren die Basalte nicht mehr abgeflossen, sondern liegen als Bomben vor, die wohl im Flug bis zum Ablagerungsort transportiert wurden. Abkühlungszonen um die kopfgroßen Gebilde belegen, daß sie in den feuchten Kalkschlamm damals eingedrungen sind und sofort durch marinen Detritus, Kalkalgen und andere Organismen zusedimentiert wurden (Tafel 2, Fig. 1, 2). Korallenstöcke, ebenfalls fußballgroß (Tafel 2, Fig. 3), liegen in denselben Horizonten und lassen ein Szenario folgender Art rekonstruieren:

Eine flache Meeresbucht mit ruhigem Ablagerungsmilieu wurde im jüngeren Pleistozän durch ein vulkanisches Ereignis, einen Magmenausbruch gestört, wobei heiße Basaltbrocken in das flache Wasser einschlugen und sich neben die Korallenstöcke und Molluskenlagen ein Bett suchten. Konzentrische Schlieren und oberflächliche Verflachungen auf den Bomben zeigen schnelle Abkühlungstendenzen, wie es logischerweise beim Eintritt glühender Massen in Wasser zu erwarten ist (Tafel 2, Fig. 1).

Es lassen sich keine Zerstörungen im eigentlichen Sinne finden, d.h. die Fauna und Flora wurde kaum vom Ereignis berührt. Kurze Zeit später ist allerdings das Profil unterbrochen und es scheint zu einem Stillstand der Sedimentation gekommen zu sein, was aber durchaus an eustatischen Meeresspiegelschwankungen dieser Zeit liegen kann oder an einer Hebung der Halbinsel um einige Meter, wie es auch beim vorhergehenden Artikel gezeigt wird (ACHTELG, GREGOR & VIOLANTI 2001).

Zur Geologie ist nur kurz zu erwähnen, dass MAXIA & PECCORINI (1968, Fig. 170) an dem erwähnten Fundpunkt Sedimente des sog. Tirreniano aufgezeichnet haben. Aufgrund der fehlenden Großmollusken wie *Conus*, *Strombus* u.a. kann wohl als Zeitspanne für diese Vorgänge das Tyrrhenium II, bzw. vielleicht sog. Würm – also Jung-Pleistozän angegeben werden. ULZEGA hat (1995: 15) die Ablagerungen von San Giovanni de Sinis bei Tharros bereits als Neotyrrhen bezeichnet (Alter ca. 95 000 Jahre, vgl. dazu Abb. 2).

EXEL (1986: 78) erwähnt plio-pleistozäne Vulkanite im Monte-Ferro-Massiv, die die liegenden oligozän-neogenen Vulkanite durchschlagen und überlagern.

2.2 Der Fundpunkt Cala Mosca (Cagliari, S-Sardinien) mit einem Fund eines fossilen Seeohrs

Herr W. EICKENSCHIEDT konnte bei einem Besuch des Profils von Cala Mosca eine Faunula bergen, die u.a. Korallen des Typs *Cladocora cespitosa* und eine sehr schön erhaltene Schale eines kleinen Seeohrs (Tafel 1, Fig. 4) zeigte.

Cala Mosca liegt südöstlich Cagliari im Süden der Insel. Die Fundstelle heißt genau Capo Sant' Elia.

Cala Mosca ist eine berühmte Fundstelle, deren Geologie ausgiebig von EXEL 1968: 83,84 bearbeitet und dargestellt wurde. Es soll nur kurz erwähnt werden, daß dort im klassischen Aufschluß eine Tyrrhen-Strandterrasse zu finden ist. Allerdings dürfte es sich um ein auslaufendes Eutyrrhen handeln, wie ULZEGA (1995: 15, tab. 1) andeutet, also altersmässig etwa 110 000 Jahre (vgl. Abb. 2).

Die liegenden miozänen Biokalkarenite zeigen extrem schöne und große Grabbauten, wohl von Krebsen (Tafel 1, Fig. 1). Konkordant überlagert werden diese von massigen Kalken. Die diskordant überlagernden und eingetieften Konglomerate mit reicher Molluskenfauna gehören dem Tyrrhen an (Tafel 1, Fig. 2,3), wobei eine Erosionsoberfläche in 4 m über Meeresspiegelniveau Bohrmuschellöcher zeigt. Aus diesem Horizont stammt der Fund von *Haliotis tuberculata* (L.) fossilis, den Herr W. EICKENSCHIEDT (Krailling bei München) tätigte und der freundlicherweise ein Foto zur Verfügung stellte. Vergesellschaftet mit dem Seeohr waren diverse Schnecken, darunter vor allem *Turbo*- und *Conus*-Arten, aber auch *Cardium*-Muscheln (, Angaben nach W. EICKENSCHIEDT, vgl. auch Tafel 1, Fig. 3).

CHERCI hat (1995:13, Fig. 2) sich näher mit Cala Mosca beschäftigt und Transgressionslinien, Sedimente und Fauna bearbeitet.

Ergänzungshalber sei erwähnt, daß ein sehr schön aufgeschlossener rezenter Hangschutt die Serie geologisch abschließt.

Die Fauna wurde bereits von SPANO 1980 näher beschrieben (vgl. auch CONSOLADO MECEDO et al. 1998 und RIEDL 1983).

2.3 Der Fundpunkt Pittulongu mit einer reichen Molluskenfauna und Korallen

Wie im Bericht vorher (siehe ACHTELIG, GREGOR & VIOLANTI 2001) schon ausführlich erwähnt, ist diese Fundstelle wegen ihrer geologischen Fundsituation recht interessant. Sie liegt ca. 30 m über dem Meeresspiegel und läßt eine erste stratigraphische Einengung in das jüngere Pleistozän vermuten. Da die großwüchsigen Arten der *Strombus*- und *Conus*-Schnecken des Tyrrheniums I nicht vorhanden sind, läßt sich eine Einstufung vom Tyrrhen II

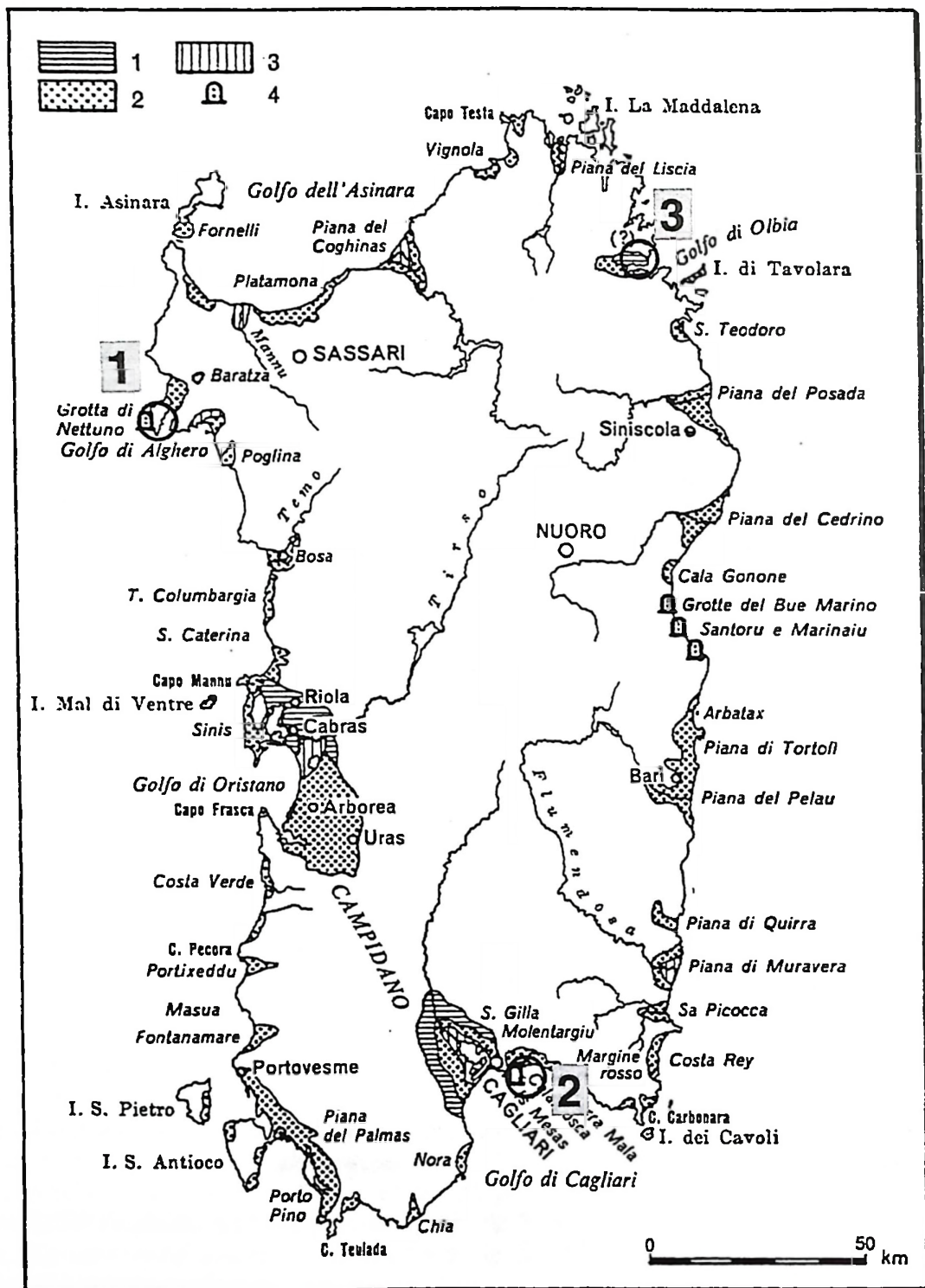


Abb.1: Geographische Lage der genannten Fundpunkte auf Sardinien mit der Angabe der pleistozänen Vorkommen (verändert nach MAXIA & PECCORINI 1968: Fig. 170).

Große Zahlen, 1: Tharros, 2: Cala Mosca, 3: Pittulongu

Geologische Signaturen: 1 = Calabrian oder Sizilian, 2 = Tirrenian, 3 = Flandrian, 4 = Grotten

an vermuten, wobei sehr viel jüngere Zeiträume wohl wegen der andersgelagerten Fauna (ibid.) kaum nicht in Frage kommen, z.B. das Flandrium (vgl. zu allem Abb.2).

Im Gegensatz zu den anderen Fundstellen liegt hier auch eine Foraminiferenfauna vor, die von VIOLANTI (in ACHTELIG et al. 2001: 15-17) näher dargestellt wurde. Leider gestattet diese ebenfalls keine nähere stratigraphische Einstufung, da es sich um Durchläufer oder Ubiquisten handelt.

Geographisch liegt der Fundpunkt an der Straße nach Pittulongu, am Parkplatz und zeigt eine Unmasse Fossilien in einem hügeligen Gelände, der früheren Meeresbucht (Taf. 4, Fig. 2,3).

Alle weiteren Daten vergleiche man in der oben genannten Publikation in diesem Band.

Literatur:

- ACHTELIG, M., GREGOR, H.-J. & VIOLANTI, D. (2001): Eine jungpleistozäne und eine rezente Mollusken- und Foraminiferenfauna von NE-Sardinien im Vergleich (Biotop, Stratigraphie, Klima).- *Documenta naturae*, 139: 1-27, 3 Abb., 4 Tab., 4 Taf., München
- CONSOLADO MECEDO, M. C. & M. I. & BORGER, J. P. (1998): *Conchas Marinhas de Portugal*.- 516 S., Ed. Verbo, Lisboa
- D'ANGELO, G. & GARGUILLO, ST. (1991): Guida alle conchiglie mediterranee – conoscerle, cercarle, collezionarle.- 224 S., viele z.T. farb. Abb., Fabbri Editori, Milano
- EXEL, R. (1986): Sardinien – Geologie, Mineralogie, Lagerstätten, Bergbau, in: Sammlung Geologischer Führer, 80: 1-177, 70 Abb., Gebr. Bornträger, Stuttgart
- GREGOR, H.-J., EXEL, R., HOLLEIS, P., MOUSSAVIAN, E., SPANO, C. & THEWALT, U. (2000): Der "fossile Wald" auf Sardinien (Tertiär, Italien) - Kritische Würdigung und neue Erkenntnisse zur Entstehung und Genese eines Phänomens.- *Flora Tertiaria Mediterranea*, V, 4: 1-117, 9 Abb., 4 Tab., 35 Taf., München
- MAXIA C. & PECORINI G. (1973) Sardegna, in: DESIO, A., (Ed.) *Geologia dell'Italia, Pleistocene marino*.- pp. 709-712, Torino
- POMEROL, CH. (1982): *The Cenozoic Era Tertiary and Quaternary*. - 272 pp., many figs., E. Horwood, Chichester.
- RIEDL, R. (1983): *Fauna und Flora des Mittelmeeres*.- 836 S., 3512 Abb., 163 farb. Tafeln, 98 Ktn., 3.Aufl., Paul Parey Verl., Hamburg
- SPANO, C. (1980): *Fauna del Tirreniano-tipo di Is Mestas-Calamosca (Sardegna meridionale)*.- *INQUA, Comptes-rendus exkursion-table Tyrrhenian de Sardaigne*, S. 65-101, Cagliari
- ULZEGA, A. (1995) *Geomorphology and stratigraphy of Late Quaternary*.- in: A. CHERCHI, *Sardinia 95 (Guide-book 6th Paleobenthos Internat. Symp., Oct. 1995, Cagliari Univ.)*, *Rend. Semin. Fac. Sci. Univ. Cagliari, Suppl. Vol. 65*: 11-15, Cagliari

ADDENDUM: Leider konnte bei einem neuerlichen Besuch der Insel die Fundstelle Pittulongu wegen Autobahnarbeiten nicht mehr weiter untersucht werden – sie ist durch Mauern eingeebnet.

Tafeln

Alle Fotos stammen von Autor GREGOR und wurden auf verschiedenen Exkursionen aufgenommen (E-Nummern). Der meist beiliegende Maßstab, ein Taschenmesser, ist 8 cm lang.

Tafel 1

Alle Bilder von Cala Mosca bei Cagliari, Tyrrhenium

Fig. 1: Basis der pleistozänen Ablagerungen, bioturbate siltige Arenite aus dem Miozän, Ausschnitt aus Fig. 2 (E 746/35)

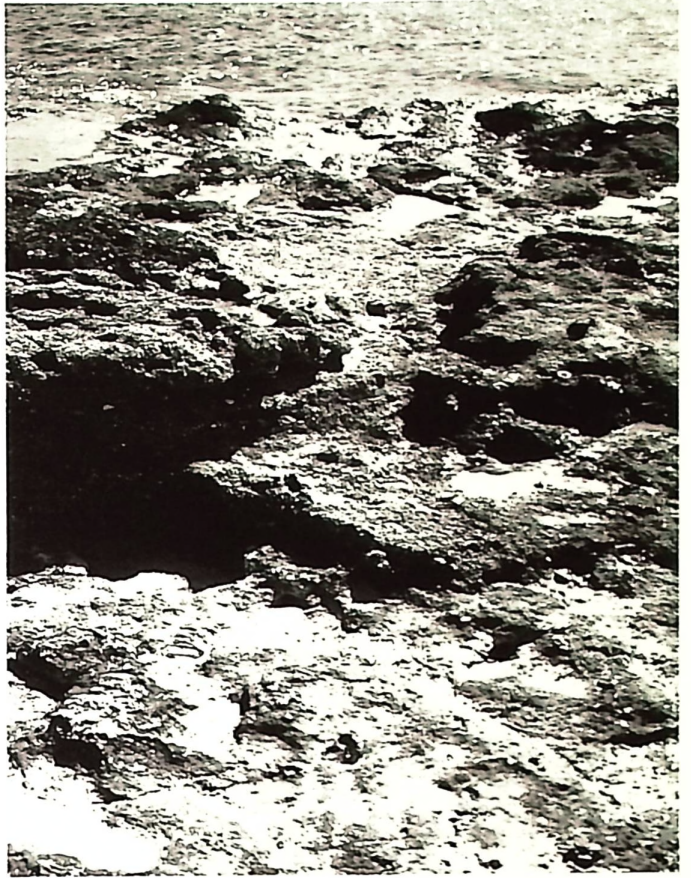
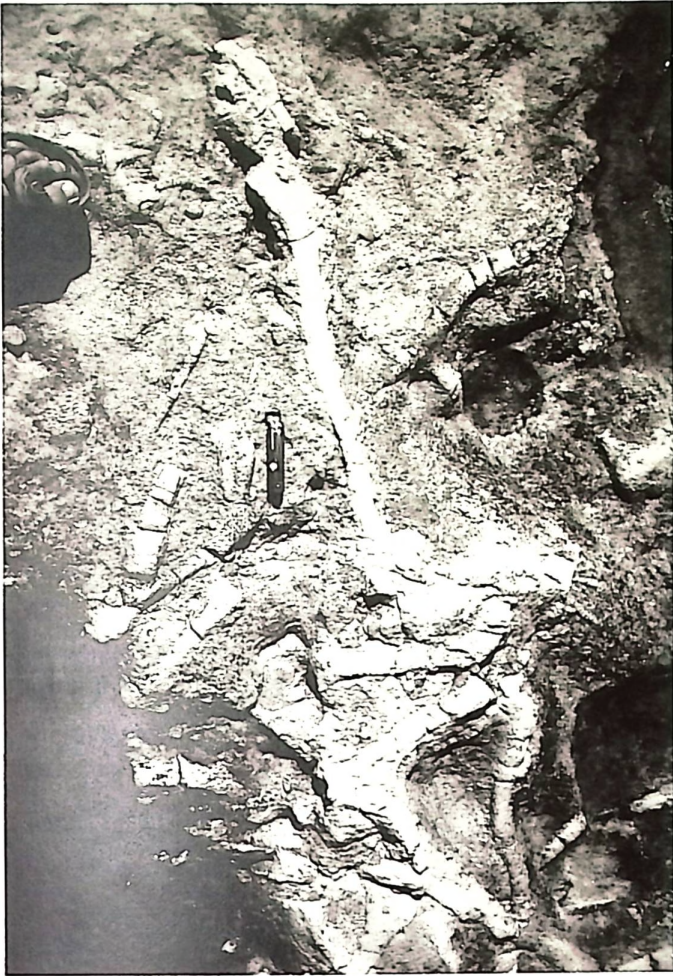
Fig. 2: Kleinprofil an der Küstenlinie mit liegendem Miozän und unregelmäßig erodiertem Mollusken-Schill aus dem Tyrrhen im oberen Bildteil, vom Wasser überspült

Fig. 3: Konglomerat und Mollusken-Schill mit deutlichen *Cardium*- und *Turbo*-Resten (E 784/10)

Fig. 4: *Haliotis tuberculata* (L.) foss. – ein fossiles Seeohr aus dem Tyrrhen von Cala Mosca (Coll. EICKENSCHIEDT, Länge des Fossils 1,7 cm) (E 808/69b)

1

2



3

4



Tafel 2**Alle Bilder von Tharros im Golf von Oristano**

Fig. 1: Lava-Bombe mit abgeplattetem Saum in kleingrusigem Mollusken-Schill eingebettet

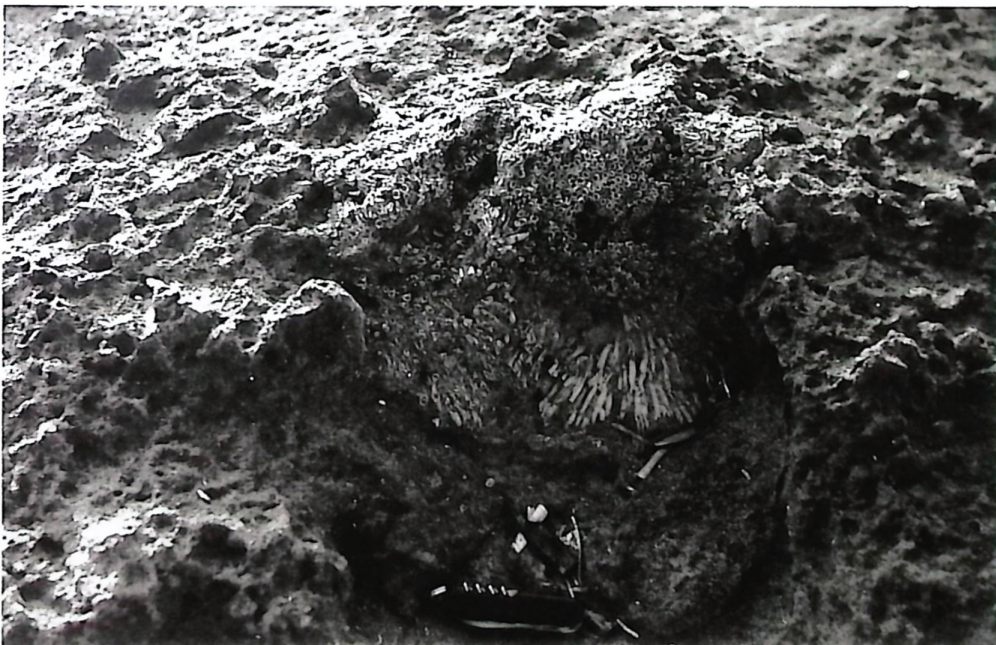
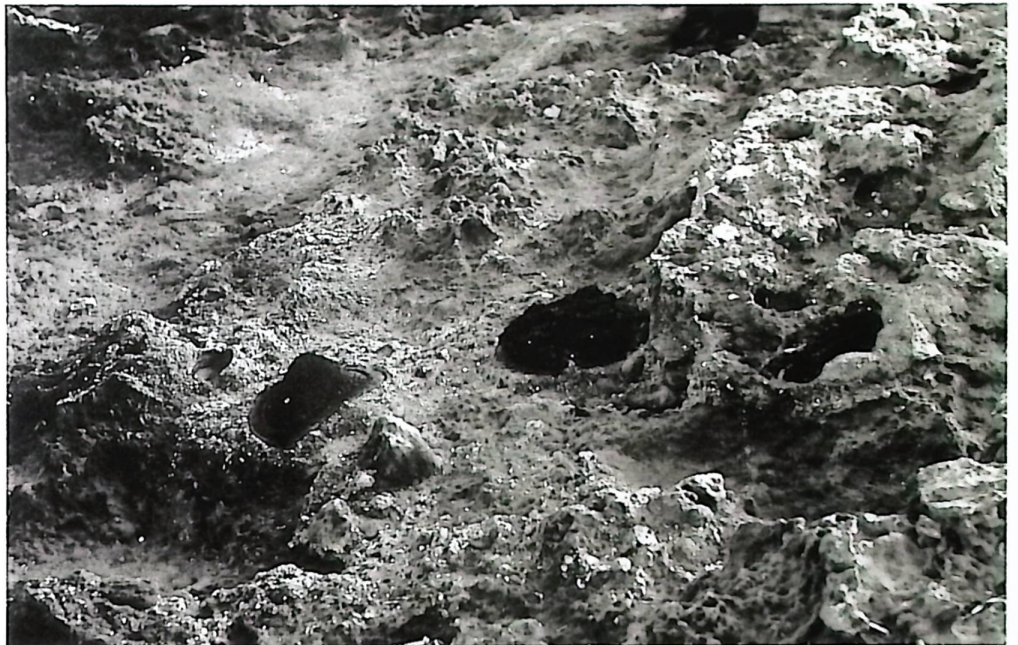
Fig. 2: Fossilreiche Kalkarenite mit Mollusken-Schill, Korallen und 3 Lava-Bomben in situ

Fig. 3: Korallenstock von *Cladocora cespitosa* aus dem Thyrrhen von Tharros



1

2



3

Tafel 3

Alle Bilder von Tharros im Golf von Oristano, Tyrrhenium

Fig. 1: In Wollsackform verwitternde Basalte von der Südspitze der Halbinsel Tharros, Tyrrhen (E 784/46b)

Fig. 2: Profil auf der Südspitze der Insel mit weißlich liegenden Jungtertiärablagerungen (Tuffite) und den hangenden rötlichen Basalten (Fig. 1), die erstere durchschlagen haben (E 784/46b)

Fig. 3: Durch Salzverwitterung angenagter Basaltblock auf der Ostseite der Halbinsel Tharros gegenüber der Fundstelle mit den Lava-Bomben (E 784/26c)

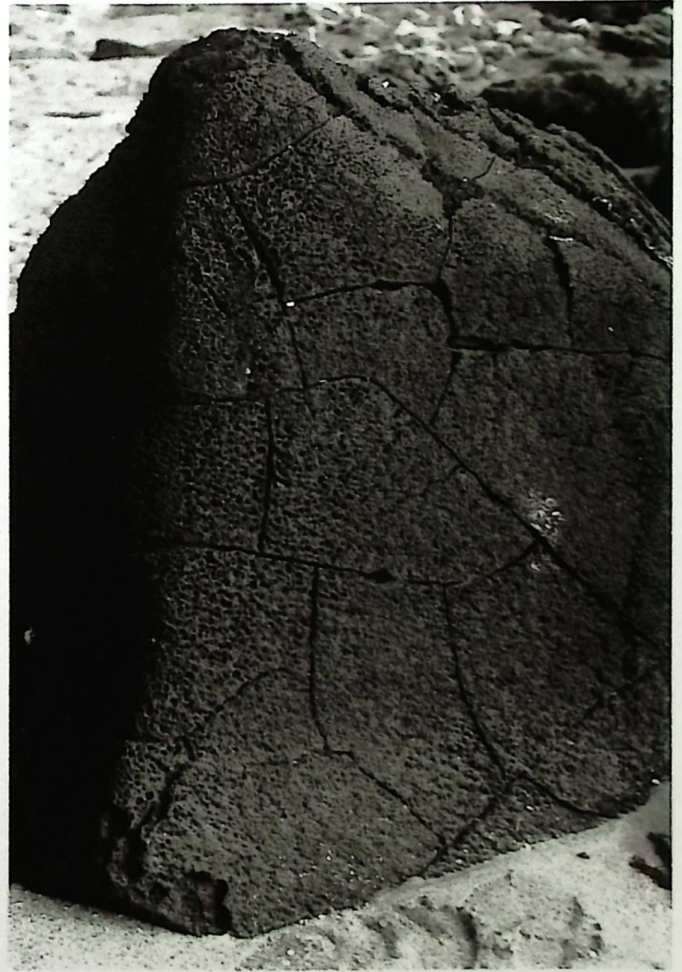
Tafel 3



2



3



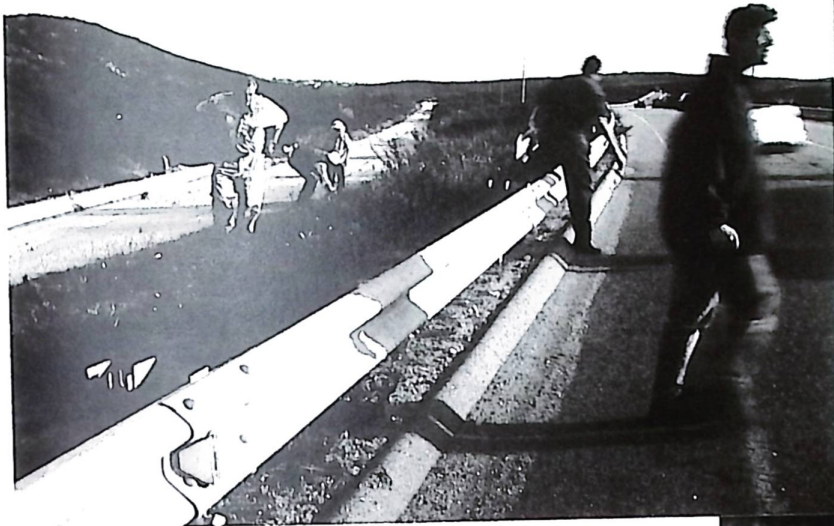
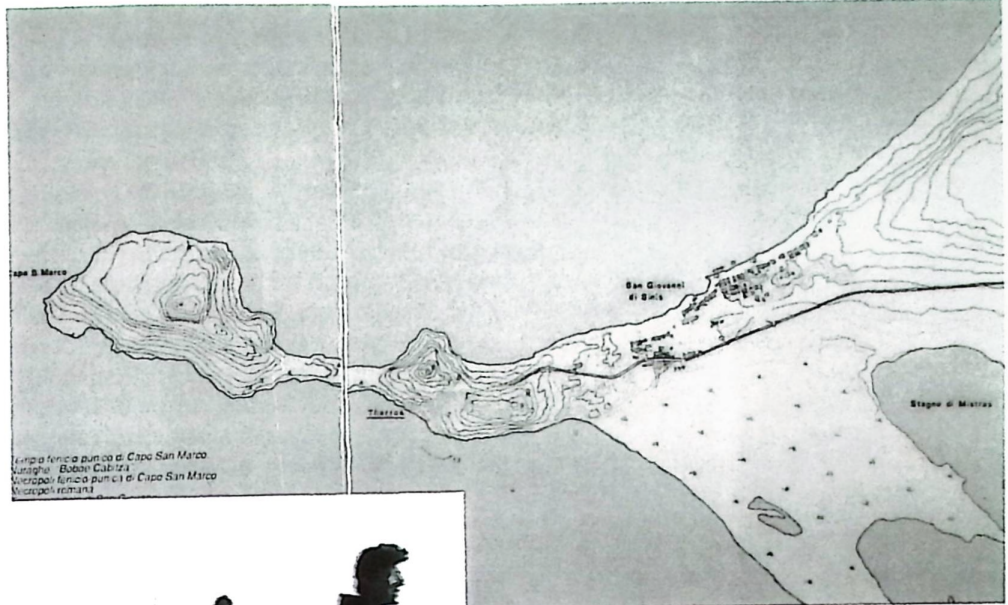
Tafel 4

Fig. 1: Foto der Ansichtstafel bei der archäologischen Ausgrabung Tharros mit Plan der Halbinsel und Angabe der Fundstelle mit Bomben und Korallen (1), der salzverwitterten Lavablöcke (2) und des miozän-pleistozänen Profils mit Basalten über Tuffiten (3)

Fig. 2: Die Fundstelle Pittulongu – Ansicht des Fossilareals mit Hintergrund, die hügelige Landschaft bei Pittulongu – Blick nach Süden (E 820/14 – Foto U. TOBLER)

Fig. 3: Die Fundstelle Pittulongu von der Straße aus gesehen – Blick nach Osten (E 820/14 – Foto U. TOBLER)

1



2



3