

## Quartärmorphologische Untersuchungen an den Küsten der M. Poro-Halbinsel, Westkalabrien

(Beiträge zur regionalen Küstenmorphologie des Mittelmeerraumes III)<sup>1)</sup>

Von DIETER KELLETAT, Berlin

Mit 6 Abbildungen

**Zusammenfassung.** Die M. Poro-Halbinsel zwischen den Golfen von S. Eufemia und Gioia besteht zum großen Teil aus Granit. Eine Pliozänmulde trennt die zentrale 600 m hohe Rumpffläche vom Hinterland. An der W- und N-Abdachung lagern dem Granit miozäne Sande, überwiegend verfestigt, an.

Die SW-Küste zwischen Nicotera und Capo Vaticano ist ein denudativ und marin überprägter altquartärer Bruch. Der exponierte NW-Teil wird gekennzeichnet von bis 100 m hohen Granitklippen mit vorgelagerten Klippen und flach verfüllten Abrasionsbuchten. In der Küstenlandschaft des Westens und Nordens liegen 3 bis 5 hoch hinausgehobene insgesamt pleistozäne, aber bisher nicht näher datierte Abrasionsterrassen. In den beiden flankierenden Ebenen sind 2 altquartäre Transgressionszyklen (Kalabrien unter NN, Sicilien bis + 150 m) nachgewiesen. Ein kleines Tyrrhenvorkommen ist bei Vibo Valentia in 35–40 m ü. M. bekannt, doch fehlen hier Terrassen. In der Nähe des Capo Vaticano wurde auf einer unteren bis 105 m ansteigenden Abrasionsterrasse in 70 m ü.M. eine fossilreiche Strandablagerung (wahrscheinlich Tyrrhen I) gefunden. Tiefer liegt noch eine präflandrische Abrasionsleiste bei 5–6 m ü.M. Drei flandrische Formungsphasen sind um die ganze Halbinsel und an den benachbarten Golfen gleichartig ausgebildet: auf kräftige Kliffbildung folgte eine Verfüllung von Abrasionsbuchten und Glättung der Küstenkontur. Der jüngste noch andauernde Vorgang ist eine Aufzehrung dieser holozänen Terrassen. Der Höchststand der flandrischen Transgression lag in diesem Gebiet nicht wesentlich über dem heutigen Meeresniveau.

Ein nach Osten gerichteter Materialversatz hat im 19. und 20. Jahrh. im Nordteil des M. Poro zu Strandverbreiterung und Versandung von Häfen geführt. Den gegenwärtigen dynamischen Zustand der Halbinselküsten verdeutlichen folgende Zahlen: an 37 % der Küstenstrecke herrscht Abrasion am Festgestein. 63 % bestehen aus Lockermaterial. Davon werden 58 % gegenwärtig abradiert. Etwa 17 % sind wahrscheinlich stabil, ca. 25 % werden akkumulativ verbreitert. Dieser letzte Zustand ist fast ausschließlich auf den Nordosten beschränkt, wo von zwei Seiten durch Verdriftung Material zusammengeführt wird.

**Summary.** The M. Poro-Peninsula between the gulfs of S. Eufemia and Gioia is mostly granitic. A central 600 m-peneplain is separated from mainland Italy by a basin with pliocene sediments. On the northern and western coastal slopes more or less consolidated miocene sandstone covers the granite.

The SW-coast between Nicotera and Capo Vaticano is a denudatively and marin altered early quaternary fault. The exposed northwest is marked by stacks in front of granite cliffs up to 100 m and slightly filled abrasive bays. In the north and west 3 to 5 uplifted marine terraces occur. They are told to be of pleistocene age though the exact dating is not yet possible. The plains of S. Eufemia and Gioia show two early pleistocene transgressive cycles (Calabrian below s. l., Sicilian up to 150 m). A small deposit of tyrrhenian shells is known near Vibo Valentia at 35–40 m a.s.l. but there is no connection to marine terraces.

In the vicinity of Capo Vaticano, at 70 m a.s.l. in the middle of an abrasive terrace ending at 105 m a beach conglomerate containing many shells (probably Tyrrhenian I) was found. There are remnants of an abrasive bench near Tropea at 5–6 m a.s.l. (Pre-Flandrian).

Three morphological phases of the Flandrian occur at the M. Poro-Peninsula and the neighbouring coastal plains: 1. strong abrasion resulting in steep and high cliffs; 2. filling up of abrasive bays and straightening of coastal contours; 3. at present the marine destruction of these small

<sup>1)</sup> Die Teile I (Promontorio del Gargano/Italien) und II (Peloponnes/Griechenland) sind Inhalt einer abgeschlossenen Habilitationsschrift.

and low holocene terraces is continuing. Morphological features do not prove a clearly higher flandrian stillstand.

In the 19<sup>th</sup> and 20<sup>th</sup> centuries longshore-drift to the east had enlarged the sandy beaches and filled up the small harbours at the northern coast. The contemporary dynamic situation of the M. Poro coasts is elucidated by the following dates: 37 % of the coasts show abrasion of granite and sandstone. 63 % consist of mobile sand and pebbles. From these 58 % are now abrasive, 17 % stable and 25 % accumulative. The latter condition is clearly restricted to the northeast, where sediments are accumulated by longshore-drift from two different directions.

### 1. Einführung: Das Untersuchungsgebiet

Die M. Poro-Halbinsel ist ein plumper Küstenvorsprung zwischen den Golfen von S. Eufemia und Gioia, knapp südlich des 39. Breitengrades gelegen und an ihrer Wurzel — auf der Linie Vibo Valentia Marina-Nicotera Marina — rund 25 km breit. Die Untersuchungen des Küstenraumes beschränkten sich auf den Abschnitt zwischen der Angitola-Mündung im Norden und der Mesima-Mündung im Süden (ca. 80 km Küstenlänge).<sup>2)</sup>

Drei Großformenelemente bestimmen das Bild der Halbinsel: eine gut entwickelte zentrale Rumpffläche (Pliozän?) zwischen 600 und 625 m ü. M. mit sanftem Anstieg zum Hauptgipfel M. Poro (710 m), die differenzierter gestalteten Küstenhänge und eine weite Mulde im Osten. In deren Pliozän-Sedimenten berühren sich beinahe die Quellgebiete von Mesima und Angitola, so daß die Halbinsel auch zum Festland hin morphologisch gut abgegrenzt ist. Die Verbreitung des marinen Pliozäns in beiden Tälern belegt zudem eine postpliozäne Hebung um mindestens 400 m.

Der geologische Aufbau der Gesamtregion ist unkompliziert (DE STEFANI 1884, SACCO 1946 u. a.). Das Hauptgerüst bildet eine Granitkuppe, im Nordwesten und Westen teilweise von miozänen Sanden und Sandsteinen verhüllt, die ausdünnend auch auf die Hochfläche übergreifen. Darin finden sich Tonlagen und Schotterbänke sowie Lignitlinsen. Der Reichtum an Fossilien, insbesondere *Clypeaster* und große *Pectiniden*, ist auffallend.

Bei den Untersuchungen ergab sich, daß im Westen unter dem Miozän der Granit stufenförmig, aber im ganzen bruchlos abtaucht. Der Strandkonglomerat-Charakter (fast ausschließlich Granite) der miozänen Schotterbänke, ihre mehrfach übereinander zu findende Korngrößenabfolge von grob im Liegenden zu feiner im Hangenden und die mittleren bis groben, oft splittrigen Sande mit der Mineralzusammensetzung des Granits — einschließlich größerer Glimmerblättchen — belegen, daß bei einer miozänen Transgression bereits weite Abrasionsterrassen dem sich absenkenden Granitkörper aufgeprägt wurden. Bei diesem Vorgang wurden die miozänen Sande und Schotter offenbar als küstennahes Abtragungsprodukt gebildet.

In den nördlichen und südlichen Landbuchten lagert mächtiges Calabrien (PATA 1953) diskordant auf Pliozän. Beide Formationen liegen tiefer als der heutige Meeresspiegel und fallen schwach meerwärts ein. Darauf transgredierte Sicilien, insgesamt dreigeteilt und immer mit *Cyprina islandica*. Am höchsten liegt es im Landesinnern (um 150 m), am niedrigsten (ca. +70 m) nahe der Küste. Die Verbreitung des bisher sicher datierten Calabriens und die Lage der Wasserscheide so nahe der tyrrhenischen Küste weisen nach PATA (1953, 1962) darauf hin, daß die Formen der Westabdachung nicht älter als pleistozän sein können und erst beim postpliozänen Aufsteigen der Halbinsel geschaffen wurden, während sich die benachbarten Landbuchten zunächst noch absenkten.

Die Fluvialerosion (besonders ausgeprägt auf Miozän) wird begünstigt durch ruckweise abkommende, recht hohe Niederschläge. Sie betragen (n. NOCHESI 1959) im Küsten-

<sup>2)</sup> Die dort im Sommer 1970 durchgeführten Feldarbeiten wurden von der Deutschen Forschungsgemeinschaft unterstützt. Dafür sei ihr auch an dieser Stelle gebührend gedankt.

gebiet des M. Poro um 800 mm/Jahr, auf der Hochfläche über 1200 mm/Jahr. Die für die Küstenformung wesentlichsten marinen Formungsfaktoren sind auch im Sommer kräftiger Wellengang aus Westen und Nordwesten (Mittelmeerhandbuch 1952, 45 und 363), Ausläufer des nordgerichteten Gezeitenstromes der Straße von Messina (am Capo Vaticano ca. 0,5 sm/h, im Golf von Gioia bis 3 sm/h) und ein Springtidenhub, der bei Vibo Valentia Marina 0,40 m beträgt.

Eine küstenmorphologische Bearbeitung des M. Poro-Gebietes liegt bisher nicht vor. Etliche Angaben finden sich jedoch in KANTER's großem Werk über Kalabrien (1930). Über einige Aspekte der Quartärmorphologie unterrichten GIGNOUX (1913) und PATA (1947 und 1953), über die Küstenterrassen auch BALDACCI (1951) und GÜNTHER (1941), über junge Veränderungen der Küstenlinie besonders TONIOLO (1931) und ALBANI (1933). Daten zur submarinen Morphologie liefern die Seekarten und das Mittelmeerhandbuch (1952). Bei den Feldarbeiten standen die Blätter der „tavole“ 1 : 25 000 zur Verfügung, später auch durch das freundliche Entgegenkommen von Prof. Dr. K. GÖRLER vom Institut für Geologie der Freien Universität Berlin die ausgezeichneten italienischen Karten 1 : 10 000 und einige Luftbilder der Region Nicotera.

Obwohl im M. Poro-Gebiet die Küstenterrassen mustergültig entwickelt sind, wurde seit der Bemerkung von GIGNOUX (1913), es gebe darauf keine korrelierten Ablagerungen mit deutbaren Fossilien, kein ernsthafter Versuch zu ihrer Datierung unternommen. Im Rahmen einer Gesamtbehandlung der dortigen Küstenformen gehörte demnach diese Frage zu den Hauptproblemen. Gleichzeitig war zu prüfen, wie sich die marinen Terrassen des M. Poro zu den besser bekannten im südlichsten Kalabrien bei Reggio verhalten. Insbesondere die noch weitgehend unbekannt entwickelte Entwicklungsgeschichte der westkalabrischen Küstenformen im Jungpleistozän und Holozän (seit dem Tyrrhen) versprach, Aufschlüsse über den Anteil tektonischer und eustatischer Niveauveränderungen bei der Terrassenbildung zu liefern, und zwar für einen Raum, der als in andauernder kräftiger Hebung befindlich gilt. Wie die Feldarbeiten zeigten, dominieren jedoch in der jüngeren geologischen Vergangenheit eindeutig die nicht endogenen Faktoren der Küstenformung.

## 2. Die pleistozänen Abrasionsterrassen der M. Poro-Halbinsel

(vgl. auch Abb. 1)

Bereits seit fast 100 Jahren sind die gestuften Küstenhänge des M. Poro als Abfolge von Abrasionsterrassen gedeutet worden (u. a. von DE STEFANI 1884, SALMOJRAGHI 1886, CORTESE 1886, 1895, 1909, GIGNOUX 1913). Die Angaben über Zahl und Höhenlage der den Terrassen zugehörigen Meeresniveaus sind jedoch nicht einheitlich. Sie werden meist pauschal für die ganze Halbinsel aufgeführt, obwohl Verstellungen deutlich ausgeprägt sind. Auf etlichen Profilen fehlen darüberhinaus Stufen, die an anderen Stellen ausgebildet sind, so daß auch eine auf Höhenvergleich beruhende Aussage über gleiches Alter nur mit Vorsicht akzeptiert werden kann. KANTER (1930, 235 ff.) hat in verschiedenen Regionen sorgfältig die Terrassenfolgen studiert und kam zu dem Ergebnis, daß unterhalb der gut 600 m hohen Rumpffläche bis zu 5, mindestens jedoch 3 Abrasionsterrassen auftreten. Er unterschied deshalb zwischen Haupt- und Zwischenniveaus. Geländebeobachtungen und die Auswertung der Blätter 1 : 25 000 und 1 : 10 000 bestätigten weitgehend die Angaben von KANTER.

Die unterste Terrasse ist am deutlichsten ausgeprägt (Abb. 2), zwischen 300 und über 1100 m breit und an der gesamten West- und Nordküste zu verfolgen. Das zugehörige Meeresniveau liegt im Nordosten der Halbinsel bei knapp 50 m und steigt fast kontinuierlich zum Capo Vaticano auf etwas mehr als 110 m ü. M. an, nur unterbrochen von einer sanften Aufwölbung bei Parghelia nördlich Tropea. Bei den Höhenangaben ist zu berücksichtigen, daß sie den heute sichtbaren Hangknick am Oberrand der Terrassen bezeichnen. Sie geben deshalb Höchstwerte an, da eine Verschüttung der alten Küstenlinien durch Hangsedimente im Betrag von etlichen Metern vorliegen kann.

Ein 2. Terrassenniveau steigt gleichsinnig nach Süden an, jedoch mit ca. 100 m noch erheblich stärker als das erste. Es liegt im Norden zwischen +130 und +170–180 m und im Süden zwischen +210 und +230 m. Diese Form umgreift auch den steilen ehemaligen Bruchhang im Südwesten als flache Hangwelle und wird um Nicotera über der Ebene von Gioia wieder zu einer breit entwickelten Terrassenfläche. Die beiden unteren Terrassen konvergieren mit den höhergelegenen

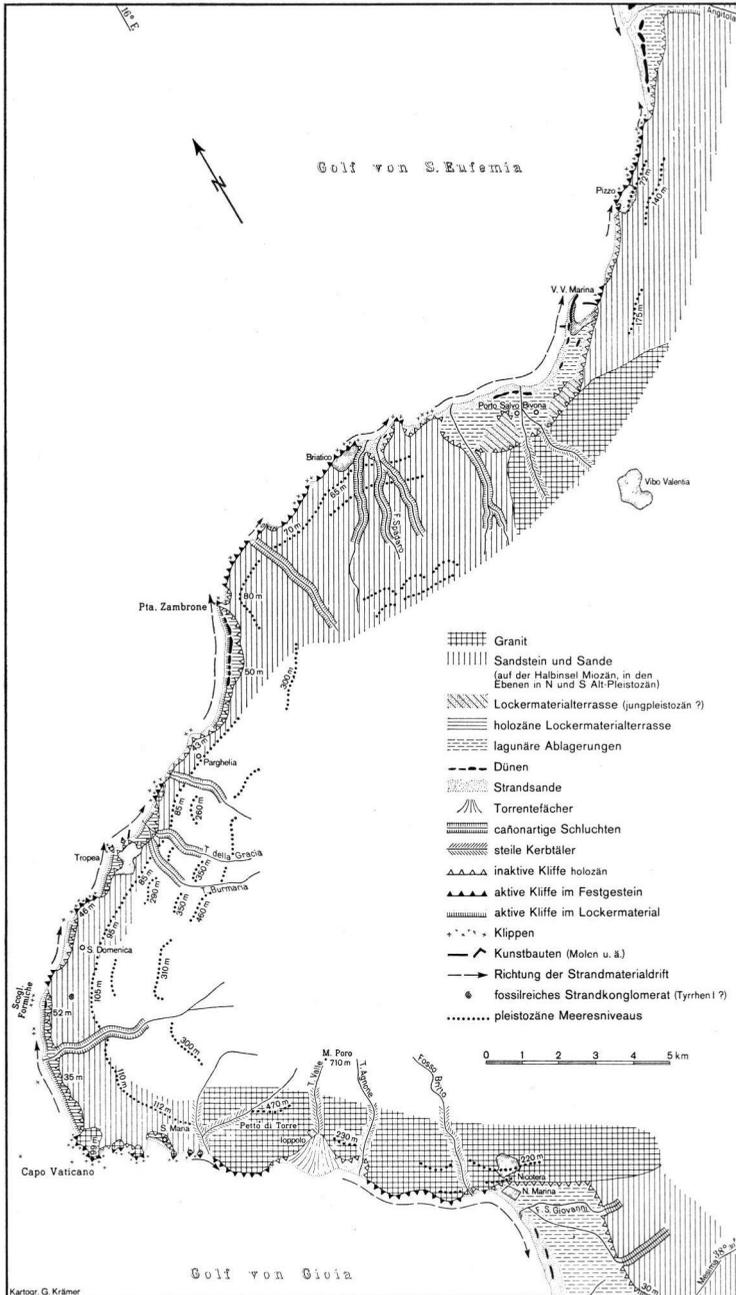


Abb. 1. Die Küstenformen der M. Poro-Halbinsel, Westkalabrien.

nach Süden hin. Das 3. Niveau liegt nämlich recht einheitlich bei +270—310 m, fehlt aber auch auf größeren Strecken. Eine 4. Terrasse grenzt bei 350—380 m ü. M. an einen Steilhang. Schließlich findet sich auf einigen Profilen noch ein 5. Niveau zwischen ca. +440 und 500 m unterhalb des letzten Steilanstieges zur Rumpffläche. Der Terrassenverlauf läßt demnach Kippbewegungen während des Pleistozäns erkennen.

Terrassenflächen und Steilhänge als alte Kliffe greifen über Granit und Miozän hinweg. Mehrfach findet sich eine Anlehnung der Stufenflächen an bereits bei der miozänen Transgression dem Granitkörper aufgeprägte Verebnungen.



Abb. 2. Mustergültig erhaltene unterste pleistozäne Abrasionsterrasse (Tyrrhen I?) auf miozänem Sandstein östl. Tropea. Kliffhöhen um 40 m. Blick nach W. (Aufnahme: Kelletat, Aug. 1970.)

Bei der geschilderten Abfolge der pleistozänen Terrassen handelt es sich sehr wahrscheinlich um nach unten hin immer jüngere Formen, worauf die geringere Zertalung und die bessere Erhaltung von Flächen und Hangknicken der ehemaligen Kliffüße hinweisen. Bezieht man in die Betrachtung auch die Küste und den Unterwasserhang mit ein, so lassen sich einigermaßen sicher bis zu 9 Stufen unterhalb der Rumpffläche erkennen. Zu den 5 hoch hinausgehobenen tritt eine schmale bruchstückhaft erhaltene Leiste (s. u.) sowie die ausgedehnte Plattform um den heutigen Meeresspiegel. Unterhalb von ca. 20 m Wassertiefe liegen Versteilungen bis fast —100 m hinunter. Dort lassen die Lotungen der Seekarten wieder eine Verflachung erkennen. Sehr deutlich ist eine solche Ebenheit bei gut 200 m Wassertiefe ausgebildet. Ein Vergleich der Ausdehnung der verschiedenen Abrasionsflächen legt den Schluß nahe, daß diejenige im heutigen Meeresspiegelniveau nicht allein ein Produkt der flandrischen Hochstände ist, sondern wohl schon im Verlaufe vorhergehender Regressionen, eventuell auch einer letztinterglazialen Transgression, vorgeformt wurde.

Neben den breiten Terrassen gibt es lokal nur noch kleine Reste älterer Küstenformen. Es handelt sich um flache, sicher unter Mitwirkung von Hohlkehlenbildung entstandene Sporne, wie sie oberhalb der rezenten Hohlkehlen bei Tropea auftreten. Um die Klippe l'Isola zieht im Norden und Osten ein 2—5 m breites Gesims im Sandstein, knapp 4 bis gegen 5 m über dem Wasserspiegel. An der exponierten Spitze des benachbarten S. Leonardo-Felsens liegt eine bis 20 m breite Felsplattform mit einem hinteren scharfen Knick um +6 m (Abb. 3). Auch an der Binnenseite gegenüber den hohen Kliffen von Tropea ist ein Teil dieser Plattform erhalten, hier bei fast 10 m ü. M. Es liegt innerhalb des Sandsteinblockes eine nachträgliche, mit schwachen Lagerungsstörungen verbundene Verbiegung vor, die man besonders deutlich an der westlichen Flanke aufgeschlossen sieht.

Auf den ersten Blick scheinen diese Abrasionsleisten gleichaltrig mit den holozänen Verfüllungen der benachbarten Abrasionsbuchten zu sein, da sie in der Höhenlage gut mit deren Oberkanten korrespondieren. Sie müssen jedoch ein um mehrere Meter höheres



Abb. 3. S. Leonardo-Felsen vor Tropea. An der exponierten Spitze über 20 m breite und bis 6 m hohe Brandungsplattform (letztinterglazial). Junge Strandbildung (19.—20. Jahrh.) hat die Klippe an das Festland angeschlossen. (Aufnahme: Kelletat, Aug. 1970.)

Niveau repräsentieren, wenn man berücksichtigt, daß sie in einiger Entfernung meerwärts der inaktiven Holozänkliffe liegen und daß das marine Material der flandrischen Terrassen von einer oft einige Meter mächtigen Schwemmschicht am Kliffuß verhüllt ist. Außerdem bezeichnen die Felsleisten recht genau ein Meeresspiegel (das Hochwasserniveau, wie die rezenten Felsleisten der Umgebung belegen), während die lockeren Terrassensedimente um ca. 2—3 m über einen Meeresspiegel aufgeworfen sein können (so an den rezenten Stränden der Region). Eine mögliche Alterseinordnung der höheren Brandungsleisten bietet der letzte präflandrische Hochstand, d. h. Tyrren III bzw. Monastir II. Damals existierten also bereits l'Isola und S. Leonardo als Inseln. In dieser Phase könnten auch die in die Küstenebene von Bivona hineinreichenden Kliffsporne gebildet worden sein (Abb. 1).

Die unterste ausgedehnte pleistozäne Abrasionsterrasse lieferte durch den Fund einer fossilreichen Strandablagerung einen Ansatz zur Klärung der Altersfrage, aber auch Aufschlüsse über Art und Ausmaß der nachträglichen subaerischen Umformung. Direkt westlich der Bahnbrücke Ponte della Vraccia auf der Höhe der Formiche-Klippen, ca. 4,5 km NNE des Capo Vaticano (Abb. 1) ist in der Mitte einer hier gegen 1 km breiten, von der 52 m hohen Kliffkante bis 105 m ü. M. ansteigenden Stufe durch eine Straße, einen Weg und eine Schlucht eine hart verbackene, aus Sanden, Quarzschottern und zahlreichen Mollusken bestehende Strandablagerung angeschnitten. Sie liegt fast genau bei 70 m ü. M. Verschwemmtes Bodenmaterial hat sie von oben her bräunlich durch und durch verfärbt. Bei dieser Imprägnierung ist offenbar Kalk gelöst und abwärts geführt worden. Bis in mehrere Meter Tiefe wurden dadurch die hier kaum verfestigten liegenden miozänen Sande hart verbacken.

Die Ablagerung bildet einen heute noch 40—50 m breiten, bis 3 m mächtigen und randlich ausdünnenden Saum, diskordant auf dem mit wenigen Grad meerwärts einfallenden Miozän. Hangaufwärts taucht das Strandsediment unter herabgeschwemmten braunen Feinschutt, der miozäne Fossilien enthält, unter (Abb. 4). An der Basis des Schwemmschuttes und von der heutigen Terrassenfläche ist das Strandsediment gekappt. Insgesamt ergeben sich so drei wichtige Winkeldiskordanzen, die über die Abfolge der Formung Aufschluß geben: Die um ca. 5—6° einfallenden Miozänsande werden fast waagrecht (unter 1—2°) durch das marine Sediment geschnitten. Nach dem Trockenfallen wurde die gesamte breite Terrassenfläche überformt, besonders durch vom höheren Gelände herabgeführte Sedimente. Diese verhüllen nun den zugehörigen alten Kliffuß in einer Mächtigkeit von vielen Metern und gleichen ihn dadurch zu konkavem Übergang

aus. Hangabwärts dünnen die Schwemmaterialien auf der Terrasse aus, und zwar zufällig in Höhenlage der beschriebenen Strandlinie, die natürlich nicht den Maximalstand des diese Terrasse geschaffenen Meeres repräsentiert, sondern ein kleines Zwischenstadium während einer nachfolgenden Regression. Unterhalb der Strandlinie wurde die alte flache Abrasionsplattform gekappt und versteilt. Hier liegt demnach eine Art Glacisbildung vor, die bei kräftiger Landhebung und gleichzeitiger Absenkung des Meeresspiegels eine etwas steilere Fußfläche schuf, als sie durch die Abrasion vorgezeichnet war.

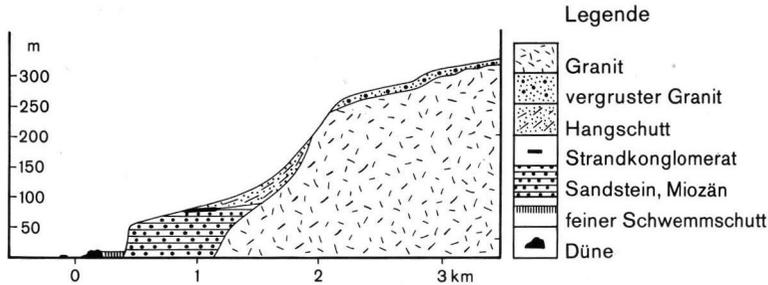


Abb. 4. Profil durch die unterste pleistozäne Abrasionsterrasse bei den Klippen von Formiche mit der Lage des fossilen (Tyrrhen I?) Strandkonglomerates.

Es wird dadurch verständlich, daß bisher auf all den pleistozänen Terrassen keine zugehörigen Fossilien gefunden wurden. Der zugehörige Maximalstand ist in der Regel kräftig verschüttet, tiefer auf der offenen Fläche eventuell abgelagerte Strandsäume sind weitgehend abgetragen. Deshalb ist die Altersbestimmung der hier zufällig noch erhaltenen Sedimente von einiger Wichtigkeit. Weitere Untersuchungen sollten hier folgen, da bisher keine typischen Fossilien für eine eindeutige Datierung gefunden werden konnten. Von den aufgesammelten bzw. herausgeschlagenen Stücken konnten folgende 25 Arten bestimmt werden: *Haliotis lamellosa*, *Leptothyra sanguinea*, *Clanculus corallinus*, *Astraea rugosa*, *Vermetus triquiter*, *Bittium reticulatum*, *Cerithium vulgatum*, *Cerithium rupestre*, *Diodora italica*, *Calliostoma zizyphinum*, *Calliostoma conuloides*, *Fusus rostratus*, *Fusinus pulchellus*, *Rissoa costata*, *Arca barbata*, *Arca lactea*, *Glycimeris violascens*, *Glycimeris glycimeris*, *Lima lima* (*L. squamosa*), *Lima hians*, *Loripes lacteus*, *Pitaria chione*, *Venus multilamella*, *Venus casina*, *Chlamys glabra*.

Alle Arten leben heute noch im Mittelmeer, ein Teil auch im Atlantik (DE HAAS & KNORR 1966, RIEDL 1970, PARENZAN 1970 u. a.); es handelt sich demnach um eine sogenannte „faune banale“. Da eindeutige Indizien für warmes oder kaltes Milieu fehlen, wurde das Artenspektrum mit benachbarten Fundstellen pleistozäner Mollusken verglichen (z. B. RUGGERI 1948 und 1953, GARGALLO 1958—61, MALATESTA 1960/63, COMPAGNONI 1968 u. a.). Der Vergleich ergibt eine sehr gute Übereinstimmung mit den Lebensgemeinschaften sicher datierter Tyrrhenablagerungen, aber einen äußerst schlechten mit solchen des Sicilien und Calabrien. Die relative Häufigkeit von *Haliotis lamellosa*, *Arca barbata* und *Arca lactea*, *Lima* und *Venus multilamella* spricht ebenfalls für ein warmes Milieu. Die Ablagerung wird deshalb für Tyrrhen I (Paläotyrrhen i. S. v. BONIFAY & MARS 1959) gehalten. Alle jüngeren Küstenformen stützen diese Datierung. Auch GORTANI (zit. n. GÜNTHER 1941, 70) hielt die Strandlinien unterhalb von 100 m am Capo Vaticano für sicher jünger als Sicilien. Sollte sich diese Alterseinordnung durch weitere Bestimmungen sichern lassen, so läge ein verbindendes Glied zwischen der eindeutig tyrrhenen *Strombus*-Fundstelle von PATA (1947) in 35—40 m Meereshöhe bei Vibo Valentia im Norden und den bekannten hohen Tyrrhen-Strandlinien bei +120 m im äußersten Süden Kalabriens bei Reggio und Bagnara vor. Das südwärtige Ansteigen

der Terrasse, welche das Material lieferte, macht diese Deutung ebenfalls sehr wahrscheinlich. Es fehlte dann an den M. Poro-Küsten ein Zeugnis für den Eutyrrhen-Stand (falls sich nicht eine noch jüngere Datierung auf dieses Alter ergibt), während das letzte Interglazial (Neotyrrhen bzw. Monastir II) in den schmalen Felsleisten von Tropea bei +5—6 m in Resten erhalten ist. Ohne weitere Fossilfunde, die wenigstens mit Vorsicht Altersangaben zu den höheren Terrassen erlaubten, soll hier über eine Datierung der Gesamtfolge nur soviel gesagt werden, daß sie eine gute Phasenübereinstimmung mit den bekannten pleistozänen Sedimentfolgen der beiden benachbarten Landbuchten aufweist. Die oberen 4 Terrassen entsprechen möglicherweise dem Calabrien und den 3 Sicilienschichten bei S. Eufemia, die unterste dem Tyrrhen I, ein letztinterglazialer Hochstand den weitgehend der Abrasion zum Opfer gefallenen Felsgesimsen von Tropea. Hebung und Kippung der Halbinsel wären dann bereits vor dem Neotyrrhen i. w. erloschen, da sich für die Phasen der letztinterglazialen und flandrischen Transgression keine signifikanten Höhenunterschiede zwischen Nord- und Südteil des M. Pro-Gebietes nachweisen ließen.

### 3. Die holozänen Küstenformen und ihre Genese

In diesem beschränkten Umfange kann die gegenwärtige Küstengestalt der M. Poro-Halbinsel nur in den wichtigsten Grundzügen dargestellt werden (einen Überblick vermittelt die Karte, Abb. 1).

Die die Halbinsel flankierenden Ebenen von S. Eufemia im Norden und Gioia im Süden werden von breiten Sandstränden (z. T. mit weit geschwungenen beach cusps) begleitet. Schwach ausgeprägte Strandwälle und Dünen schließen einen verlandeten und bis einige Kilometer breiten ehemaligen Lagunensaum ab, der landwärts von inaktiven Kliffen in pleistozänen Ablagerungen begrenzt wird. Die Lage des Klifffußes etwa im heutigen Meeresniveau muß nicht bedeuten, daß der altflandrische Meereshochstand den gegenwärtigen nicht überstiegen hat, da wir uns hier in Senkungsräumen befinden.

Die Südwestküste der Halbinsel zwischen Nicotera und dem Capo Vaticano ist gekennzeichnet von Denudationsböschungen im Granit, die im untersten Streifen abrasiv versteilt sind, so daß kleine Talkerben über gezähnten Kliffen hängend enden können. Nur an zwei Stellen haben Torrenten Grobmaterialkegel vorgebaut. Im exponierten Abschnitt sind teils im Granit, teils schon im Miozän-Sandstein Abrasionsbuchten von einigen 100 m Weite eingearbeitet, die im jüngeren Holozän bereits wieder von niedrigen Terrassenkörpern verfüllt wurden. Die Kliffe in diesem Teil erreichen Höhen von nahezu 100 m und werden von zahlreichen Granitklippen begleitet.

Am west- und nordexponierten Küstenabschnitt zwischen dem Capo Vaticano und Briatico sowie noch um Pizzo im Norden herrschen sehr steile, ca. 20 bis über 70 m hohe Kliffe im flach geschichteten miozänen Sandstein vor. Vor Kliffbastionen liegen im Hochwasserniveau gekappte Brandungsreste aus Miozän als Klippenschwärme. Wie die Karte (Abb. 1) des Gebietes erkennen läßt, sind nahezu alle größeren Einbuchtungen an dieser Küstenstrecke von niedrigen Terrassen wieder verfüllt worden, so daß größere Teile der Kliffe fossil wurden (z. B. südlich der Scogl. Formiche, um Tropea und südlich der Punta Zambrone). Durch diese jungen Akkumulationskörper wurde die Küstenlinie weitgehend begradigt. In einigen wenigen Fällen ist der strandnahe Abschnitt dieser Terrassen von niedrigen Dünen besetzt.

Der Aufbau dieser Buchtfüllungen ist fast überall charakteristisch zweigeteilt: im Liegenden befinden sich geschichtete Strandsande und marin aufbereitetes gröberes Material der Torrenten, am Fuße der inaktiven Kliffe kaum jemals über +3 m hinaufreichend. Darauf lagert eine bodenähnliche dunkle Decke feiner verschwemmter Hangsedimente,

die aus dem höheren Hinterland stammen und auch in Form von Schmutztapeten über die steilen Kliffwände herabkommen. Ihre Mächtigkeit auf den Terrassen beträgt bis zu mehreren Metern, so daß deren Flächen — durch Kulturmaßnahmen eingeebnet — zwischen ca. +4 und +8 m hoch liegen. Mit ganz wenigen Ausnahmen werden gegenwärtig diese Buchtfillungen wieder abrasiv aufgezehrt, wobei die Kulturen auf ihnen in zunehmendem Maße der Abtragung zum Opfer fallen (vgl. z. B. Abb. 5). Auch flache und niedrige Torrentefächer (wie nördlich Tropea) werden gegenwärtig in einige Meter hohen Kliffen zurückgeschnitten, die wenigen im Hintergrund der Strände ebenfalls angegriffen (z. B. südlich der Punta Zambrone und bei Formiche).



Abb. 5. Über 50 m hohes holozänes Kliff im Miozän-Sandstein bei den Klippen von Formiche nördl. C. Vaticano. Oberhalb des Strandes abrasive Aufzehrung von Kulturflächen (umgestürzte junge Feigenbäume auf dem Strand) auf einer holozänen Terrasse. (Aufn.: Kelletat, Aug. 1970.)

Der holozäne Formenschatz dieses Küstenstreifens wird bereichert durch einige niedrige Klippenreihen, die im Gegensatz zu den Brandungsresten unmittelbar am Klifffuß bis zu etwa 200 m vom Strand abgesetzt aus ca. 3 m Wassertiefe aufragen. Sie bestehen wenigstens teilweise aus kreuzgeschichteten verfestigten Sanden, so daß es sich um Dünenstreifen aus einer holozänen Regressionsperiode handeln könnte.

Unterhalb der Ortschaft Tropea liegen in großen Sandsteinklippen einige heute inaktive Brandungstunnel sowie bereits teilweise von rezentem Strandmaterial zusedimentierte Hohlkehlenleisten im Hochwasserniveau, die von unzähligen scharfkantigen Näpfen und Graten zisiliert werden. Diese Hohlkehlen gehen ganz wesentlich auf chemisch-biologischen Abtrag durch endolithische Algen und verschiedene Molluskenarten zurück (u. a. *Natica millepunctata* Lk., *Littorina neritoides* L., *Brachydontes (Mytilus) minimus*, *Patella coerulea* L., *Diodora gibberula*). Daneben treten auch durch bewegten Strandsand eingeschliffene und ganz glatte Hohlkehlen bis zu 1 m Unterschneidungstiefe auf.

In der Region Porto Salvo — Bivona begegnet uns wieder eine Formenabfolge, wie sie bereits von den Küstenabschnitten der flankierenden Ebenen beschrieben wurde: vor inaktiven Kliffen dehnen sich teils sumpfige Ebenen innerhalb einer größeren Einbuchtung aus, die zum Strande hin von niedrigen Dünenzügen begleitet werden.

Im gesamten Untersuchungsgebiet lassen sich demnach 3 holozäne Formungsphasen an den Küsten deutlich unterscheiden:

1. Kräftige Abrasion mit Ausbildung von Kliffbuchten im miozänen Sandstein während eines ersten flandrischen Meereshochstandes. Dieser lag hier allenfalls geringfügig über dem heutigen Niveau, denn die Strandsedimente am alten Klifffuß reichen nicht höher als ca. 2—3 m unter einer jüngeren Schwemmschuttedecke hinauf.
2. Umschwung zur Akkumulation und Ausbildung niedriger Terrassen als Füllung der Abrasionsbuchten. Dieser Vorgang wurde durch eine (relative) Meeresspiegel-senkung ausgelöst, wie die zeitgleichen auf ein etwas tieferes Meeresniveau eingestellten jüngsten Torrentenfächer, die Dünenzüge in Strandnähe, welche heute keine vorgelagerten Auswehflächen mehr aufweisen und eventuell die verfestigten, vom Strande abgesetzten Dünen-Klippen belegen.
3. Als jüngster und noch andauernder Vorgang läßt sich eine abrasive Aufzehrung der Terrassenkörper, Torrentenfächer und Dünen beobachten. Sie dürfte auf eine echte Transgression zurückzuführen sein, ist doch der gegenwärtige Anstieg des Meeresspiegels im Betrag von 1,2 bis 1,3 mm/Jahr weitgehend gesichert (CALLEUX 1952, FAIRBRIDGE 1961 u. a.). Durch die gegenwärtig starke abrasive Tendenz am holozänen Lockermaterial wurden und werden an etlichen Stellen der M. Poro-Küsten der longshore-drift erhebliche Materialmengen zur Verfügung gestellt (vgl. Kap. 4).

#### 4. Junge Veränderungen und rezente Dynamik an der Küstenlinie

Für die M. Poro-Küsten finden sich in älteren Quellen nur Hinweise auf Vorgänge an sandigen Strandabschnitten, und zwar für das 19. und 20. Jahrhundert. An zwei Lokalitäten haben belegte Veränderungen das Gesamtbild der betreffenden Küstenteile weitgehend beeinflußt. So wurden erst im 19. Jahrhundert die beiden großen Miozänklippen l'Isola und S. Leonardo vor Tropea durch Strandanlagerung landfest (Abb. 6). Wir wissen dies aus einem Vergleich der auf Triangulation beruhenden Karte von RIZZI ZANNONI von 1808 mit dem heutigen Zustand und aus Berichten der Anwohner (vgl. dazu auch

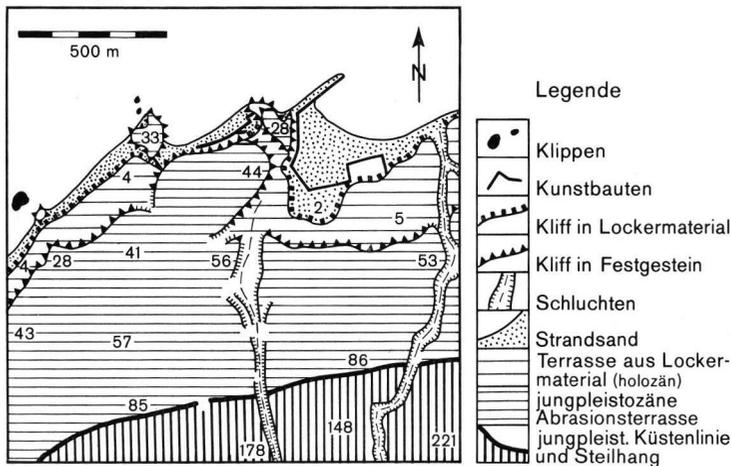


Abb. 6. Marine Terrassen und junge Strandbildungen bei Tropea. Der Ort liegt um Höhe 44 m auf einer Bastion der jungpleistozänen (Tyrrhen I?) Terrasse. Die vorgelagerten Klippen (Höhe 33 m: l'Isola, Höhe 28 m: S. Leonardo) wurden erst im vorigen Jahrh. landfest. Der Hafen, gebaut kurz nach 1920, ist bereits völlig versandet. Die Strandkonturen zeigen einen Materialversatz aus Westen an.

GAMBI 1965, 270). Die Angaben sind sicher zuverlässig, da sich z. B. auf der l'Isola-Klippe eine Benediktinerabtei mit Kirche befindet (die Kirche Madonna dell'Isola ist erhalten), die früher nur mit dem Bott zu erreichen war (Name).

Einen zweiten historischen Beleg für noch stärkere Akkumulationsprozesse finden wir zwischen Briatico und Vibo Valentia Marina. Hier liegt eine kleine Ortschaft mit dem Namen Porto Salvo ohne jede Spur von heutigen Hafenanlagen ca. 500 m vom Meer entfernt in der bereits beschriebenen Küstenebene aus flachen Sandkuppen und ehemaligen Lagunentümpeln. Unmittelbar benachbart liegen die Ruinen des sog. „Castello Baronale“ auf einem niedrigen Sporn. Einst hatte das Kastell Schutzfunktionen für den Hafen Porto Salvo-Bivona, liegt jetzt aber bereits 700—800 m vom Sandstrand entfernt. Heute völlig verfallen, war es noch bis mindestens 1815 in Funktion, als hier J. Murat getötet wurde. Auch gegenwärtig geht an diesem Küstenabschnitt eine kräftige Akkumulation vonstatten, doch dürfte der größte Teil des Landzuwachses, wie bei Tropea, noch in das 19. Jahrhundert fallen.

In Italien sind Veränderungen der Küstenlinie seit den 20er Jahren unseres Jahrhunderts innerhalb des Programms „Ricerche sulle variazioni delle spiagge italiane“ anhand von Karten, Kataster- und Bauplänen und Vergleichsaufnahmen für große Strecken eingehend untersucht worden. Für unser Gebiet besitzen wir Angaben von TONIOLO (1931) und ALBANI (1933). Der von ihnen betrachtete Zeitraum umfaßt die Jahre von 1870 bis 1930. Es konnte ein fast kontinuierliches Wachstum der Strände vor den Golfen von S. Eufemia und Gioia nachgewiesen werden. Für die M. Poro-Küsten ist ähnliches belegt an der Strecke Pizzo-Briatico im Norden. Der kräftige Strandzuwachs wird von ALBANI (1933, 42) auf eine mögliche Hebung dieses Abschnittes zurückgeführt. Auf seinen sehr kleinmaßstäblichen Karten mit dem jeweiligen Küstenzustand für ganz Italien für 1880, 1900 und 1930 wird sogar die ganze Halbinsel als Region mit Strandzuwachs verzeichnet. Das dürfte jedoch nur für den Großteil der Strände nordöstlich Tropea gelten, während die nach Südwesten gelegenen kleinen Strände, abseits von größeren Siedlungen und ohne wirtschaftliches Interesse, wohl nur aus Maßstabsgründen hier mit erscheinen. Der Geländebefund weist sie nämlich als seit längerer Zeit in Aufzehrung begriffen aus.

Beim gegenwärtigen dynamischen Küstenzustand der M. Poro-Halbinsel sind die drei möglichen Varianten abrasiv, akkumulativ und stabil (bzw. indifferent) zu beobachten, wenn auch in sehr unterschiedlicher Ausdehnung. Betrachten wir nur den Halbinselvorsprung, das ist die ca. 60 km lange Küste zwischen Nicotera Marina im Süden und wenig über Pizzo hinaus im Norden, so finden wir auf 37 % Festgestein an der Küste, davon ein Drittel Granit und zwei Drittel Miozän-Sandstein. Hier herrscht natürlich die Abrasion allein. Insgesamt werden am M. Poro 63 % der Küsten aus Lockermaterialien aufgebaut. Immer liegen hier Strände von einiger Breite (über 20 m bis gegen ca. 100 m) vor. In diese Kategorie sind auch einbezogen die an die Strände anschließenden holozänen Buchtfüllungen und einige flache Schwemmkegel.

An mehr als der Hälfte aller Lockermaterialstrecken (58 %) herrscht gegenwärtig Abrasion, also an allen M. Poro-Küsten insgesamt an 74 % (abrasiver Zustand am Festgestein und Lockermaterial zusammen). Am äußeren Teil der Halbinsel ist sie an nahezu allen Strandabschnitten zu konstatieren. Etwa 17 % der Strandabschnitte sind stabil oder weder eindeutig abrasiv noch akkumulativ. Das hängt u. a. damit zusammen, daß ein vorhergehendes Breitenwachstum aufhörte, sobald bei überwiegend küstenparallelen Wellen eine gerade Küstenkontur zwischen zwei vorspringenden Kaps als Ausgleichlinie erreicht wird. Es gilt aber auch für bogige Strände wie in der Region Tropea (Abb. 6), wenn die Wellen unter größerem Winkel auftreffen. Die Strände springen dann in Lee eines Kaps zurück und nähern sich, oft breiter werdend, der Spitze des nächsten Vorsprungs. Ist hier ein Wachstum bis zur Kapspitze erreicht, erlischt es oder ist doch für

längere Zeit stark behindert. Ein Vergleich von Bildmaterial für solche Stellen aus den letzten 25 Jahren belegt hier weitgehende Stabilität, wenn auch eine eng begrenzte Oszillation in Abhängigkeit von jahreszeitlich wechselnden Windstärken und -richtungen und damit der Wellenenergie vorliegen dürfte.

An etwa einem Viertel (25 %) aller M. Poro-Küsten wird gegenwärtig definitiv akkumuliert. Dieser Zustand findet sich fast ausschließlich im Nordosten der Halbinsel, von Briatico an. Das Akkumulationsmaterial stammt z. T. aus den hier zahlreichen Bächen und vom abrasiven Halbinselteil im Westen her. Anzeichen für eine fortdauernde Akkumulation sind z. B. die Eroberung höherer Teile des Strandes durch Vegetation, die Versandung von Häfen, das Auflaufen von Lockermaterial an Molen und Buhnen, die Verfüllung von Brandungstunneln, sowie die Verschüttung von rezent eingefressenen Hohlkehlen, die dadurch nicht mehr weiter gebildet werden.

Am Transport und der Ablagerung von Strandmaterial ist ganz wesentlich ein küstenparalleler Materialversatz beteiligt. Seine dominante Richtung (Abb. 1) läßt sich aus einer ganzen Reihe von Formen erkennen, sie ist aber auch aus Daten über Wind- und Wellenrichtung zu konstruieren. Zu den in diesem Gebiet vertretenen Indizien der longshore-drift gehören besonders die Verschleppung von Bachmündungen, ungleichmäßige Anlage an Kunstbauten, Richtung submariner Sandbänke und Rippelmarken und Versandung der Häfen. Die in Abb. 1 verzeichneten Abschnitte mit küstenparalleler Materialdrift weisen alle eines oder mehrere dieser morphologischen Merkmale auf. Der in den 20er Jahren dieses Jahrhunderts erfolgte Bau und Ausbau der Häfen Tropea, Vibo Valentia Marina und Pizzo hat auf die geschilderten Verhältnisse keine oder nicht ausreichend Rücksicht genommen. Sie versandeten daher rasch, und nur der Hafen S. Venere (V. V. Marina) wird durch ständiges Ausbaggern noch in Funktion gehalten.

Problematisch ist die Frage nach dem Grund für einen zeitlichen Wechsel entgegengesetzter dynamischer Küstenzustände an der gleichen Stelle. In kleinem Umfange kommen hier sicherlich Maßnahmen des Menschen wie Regulierung und Verbauung von Wasserläufen und Kultivierung, die sich auf die Abtragung auswirkt, infrage. Hinzu tritt in Kalabrien in unregelmäßigen Abständen eine starke Materialanlieferung durch von Erdbeben ausgelöste Hangrutschungen. Die drei so deutlich unterschiedlichen holozänen Formungsphasen des westlichen Teiles — Kliffbildung, Verfüllung der Abrasionsbuchten und rezente Aufzehrung dieser Sedimente — müssen jedoch auf Niveauveränderungen zurückgeführt werden. Da die Abfolge der pleistozänen Terrassen ein Nachlassen der Bewegungen des Landes (hier: Hebung) in diesem Raum anzeigen, dürften in der jungen geologischen Vergangenheit eustatische Meeresspiegelschwankungen (erste Spitze der flandrischen Transgression, Regression im Betrag bis etwa 3—4 m und wieder Anstieg bis zum heutigen Niveau) überwiegend die Ursache gewesen sein. Gleichartiges Bewegungsverhalten der ganzen Halbinsel vorausgesetzt (vgl. die konstante Höhenlage der letztinterglazialen Terrassenreste), würde im Nordteil zwischen Briatico und Pizzo die gegenwärtige Transgression durch die hier sehr starke Sedimentansammlung überprägt werden, während sie sich in den sedimentärmeren westlichen Abschnitten in einer aktiven Abrasion äußert.

#### L i t e r a t u r

- ALBANI, D.: Indagine preventiva sulle recenti variazioni della linea di spiaggia delle coste italiane. — Ricerche sulle variazioni delle spiagge italiane, Cons. Nazion. delle Ricerche, Roma 1933.
- BALDACCI, O.: La XVIII escursione geografica interuniversitaria. — Boll. Soc. Geogr. Ital., Ser., 8, 4 (3—4), 178—182, 1951.
- BONIFAY, E. & MARS, P.: Le Tyrrhénien dans le cadre de la chronologie quaternaire méditerranéenne. — Bull. Soc. Géol. de France, 7<sup>e</sup> série, tome I, 62—78, 1959.

- CAILLEUX, A.: Récents variations du niveau des mers et des terres. — Bull. Soc. Géol. de France, 6<sup>e</sup> série, tome **II**, 135—144, 1952.
- COMPAGNONI, B. u. a.: Il Calabriano di Scalea. — Quaternaria, **10**, 95—115, 1968.
- CORTESE, E.: Terrazzi quaternari del litorale tirrenico della Calabria Citra. — Boll. R. Com. Geol. Ital., **XVII**, 480—487, 1886.
- : Descrizione geologica della Calabria. — Mem. Descr. Carta Geol. Ital., **IX**, Roma 1895.
- : Sul terrazzamento delle coste tirrene della Calabria. — Riv. Geogr. Ital., **XVI**, 492—494, 1909.
- DE HAAS, W. & KNORR, F.: Was lebt im Meer an Europas Küsten. — Kosmos Naturführer, 2. Aufl., 1966.
- DE STEFANI, C.: Escursione scientifica nella Calabria. — Rend. Acad. Lincei **XVIII**, 1884.
- FAIRBRIDGE, R. W.: Eustatic Changes in Sea Level. — In: Physics and Chemistry of the Earth, **4**, 99—185, 1961.
- GAMBI, L.: Calabria. — Le Regioni d'Italia, Vol. **XVI**, ed. E. MIGLIORINI, Torino 1965.
- GARGALLO, G.: Reperti malacologico del piano tirreniano nel canale Mussolini. — Quaternaria **V**, 241—256, Roma 1961.
- GIGNOUX, M.: Les formations marines pliocènes et quaternaires de l'Italie du Sud et de la Sicile. — Ann. l'Univ. Lyon, Vol., **36**, 1913.
- GÜNTHER, E.: Die quartären Niveauschwankungen im Mittelmeer unter besonderer Berücksichtigung des Beckens von Alboran. — Jenaische Zeitschr. f. Naturw., **74**. Bd. (NF. **67**. Bd.), 1941.
- KANTER, H.: Kalabrien. — Hamburg 1930.
- MALATESTA, A.: Malacofauna Pleistocenica di Granmichele (Sicilia). — Mem. Descr. Carta Geol. Ital., Vol. **XII**, Parte I & II, Roma 1960 und 1963.
- Mittelmeerhandbuch: IV. Teil: Das Adriatische Meer. — Seehydrographischer Dienst der DDR, 1952.
- NOCHESI, C.: La precipitazioni acquee in Calabria. — Riv. Geogr. Ital., **LXVI**, 3, 242—263, 1959.
- PARENZAN, P.: Carta d'identita delle conchiglie del Mediterraneo. — Vol. **I**: Gasteropodi. Ed. Bios Taras, Taranto 1970.
- PATA, O.: Su di un nuovo giacimento a strombus bubonius Lmk. presso Vibo Valentia. — Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem., **54**, 159—166, 1947.
- : Geomorfologia spiagge e fondali delle coste occidentale della Calabria. — Actes **IV**. Congr. INQUA, Rome-Pise 1953, 961—969, Roma 1956.
- RIEDL, R.: Fauna und Flora der Adria. — Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin 1970.
- RUGGIERI, G.: Il terrazzo marino presiciliano della Penisola di Crotone. — Giornale di Geologia, Ann. Museo Geol. Bologna, ser. **3**, 20, 39—62, 1948.
- : Eta e fauna di un terrazzo marino sulla costa ionica della Calabria. — Giornale di Geologia, Ann. Museo Geol. Bologna, ser. **2**, **23**, 19—168, 1953.
- SACCO, F.: Schema geologico della Calabria. — L'Universo, vol. **26**, 3, 141—165, 1946.
- SALMOJRAGHI, F.: Terrazzi quaternari sul litorale tirreno della Calabria Citra. — Boll. R. Com. Geol. d'Ital., Vol. **XVII**, 1—12, 281—316, 1886.
- TONIOLO, A. R.: Variazioni recenti di spiagge italiane. — Union Géogr. Intern., **III**. Rap. de la Comm. pour l'Etude des Terr. Plioc. et Pleistoc., 112—120, Paris 1931.

Manuskript eingeg. 5. 10. 1972.

Anschrift des Verf.: Dr. Dieter Kelletat, Inst. f. Geogr. der Techn. Univ. Berlin, 1 Berlin 12, Straße des 17. Juni 135.