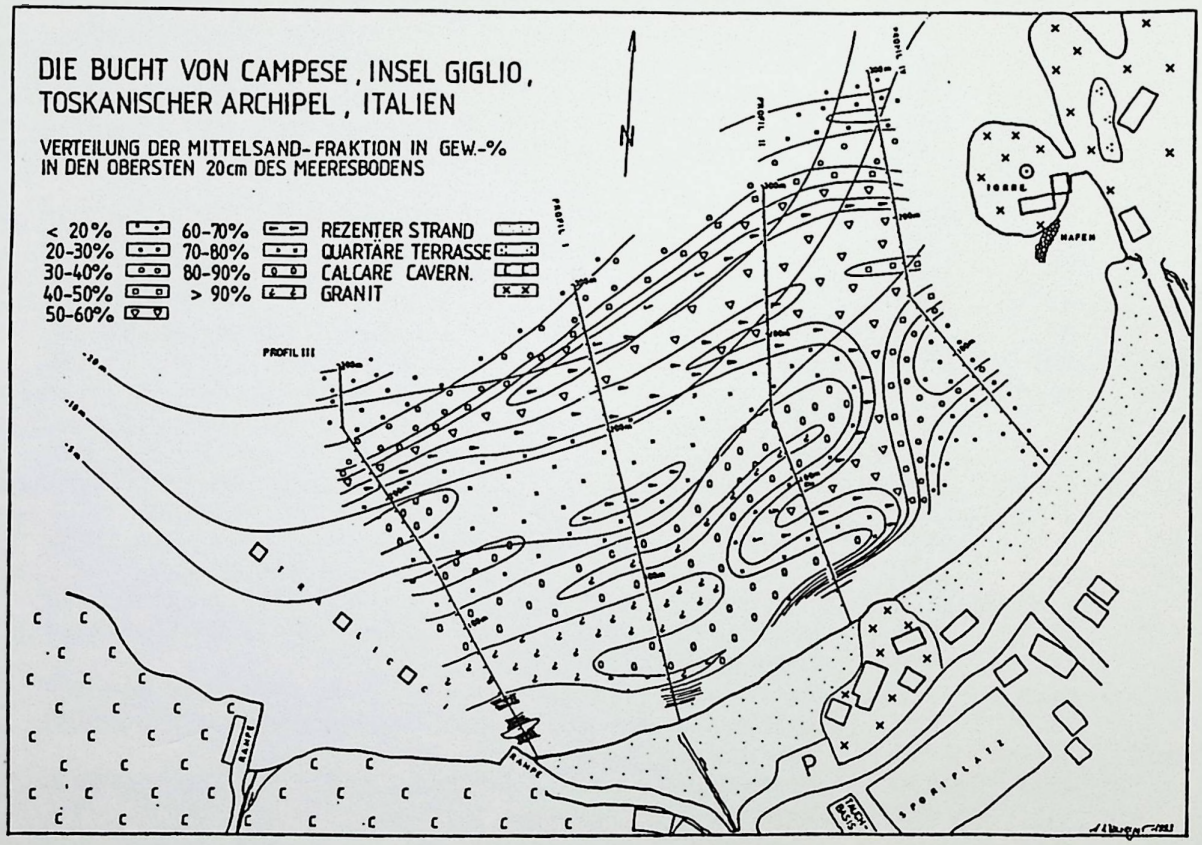
documenta
naturae
No. 82
MÜNCHEN 1993



Die rezenten Sedimente der Bucht von Campese (Insel Giglio, toskanischer Archipel, Italien) sowie Bemerkungen zum geologischen Umfeld

Teil I

Vorbemerkungen und die submarinen Profile

DOCUMENTA NATURAE

Nr. 82 1993

ISSN 0723-8428

Herausgeber:
Dr. Hans-Joachim Gregor, Palsweiserstr. 5m, D-82140 Olching
Dr. Heinz J. Unger, Nußbaumstraße 13, D-85435 Altenerding

Die Zeitschriftenreihe erscheint in zwangloser Folge mit Themen aus den Gebieten Geologie, Paläontologie, Botanik, Anthropologie, Vor- und Früh- geschichte, Domestikationsforschung, Stratigraphie, Lagerstättenkunde usw.

Die Zeitschriftenreihe ist auch Mitteilungsorgan der Paläobotanisch-Biostratigraphischen Arbeitsgruppe (PBA).

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

Überweisung der Schutzgebühr erbeten auf das Konto 6410317280 bei der Bayerischen Hypotheken- und Wechselbank München (BLZ 700 200 01) - Inh. H.- J. Gregor

Bestellungen bei Buchhandlungen und den Herausgebern.

Copyright: bei Verlag und Autoren

Umschlagbild: H.-J. Gregor und Autor(en)

I N H A L T Seite

Die rezenten Sedimente der Bucht von Campese (Insel Giglio, toskanischer Archipel, Italien) sowie Bemerkungen zum geologischen Umfeld

Teil I
Vorbemerkungen und die submarinen Profile 1-53

Meiner lieben Petra gewidmet

DOCUMENTA naturae	83	S.1-53	20 Abb.	7 Taf.	München 1993

Die rezenten Sedimente der Bucht von Campese (Insel Giglio, toskanischer Archipel, Italien) sowie Bemerkungen zum geologischen Umfeld

Teil I

Vorbemerkungen und die submarinen Profile

Adelbert H.B. Niemeyer

Anschrift des Verfassers:
Dr. Adelbert, H.B. Niemeyer, Vincenz-Statz-Strasse 10, 50933 Köln

Inhaltsübersicht

Kurzfassung, Abstract

Vorwort

1. Einleitung

1.1. Zielvorgaben
1.2. Arbeitsmethodik

2. Das Untersuchungsgebiet

2.1. Geographische Lage, ozeanographische und klimatische Gegebenheiten
2.2. Zur Geologie der Insel Giglio
2.2.1. Ältere Arbeiten und geologisch-tektonischer Überblick
2.2.2. Detailkartierung
2.2.3. Die Gesteine
2.2.3.1. Der Granit
2.2.3.2. Die triassischen Serien
2.2.3.3. Die Gesteine der Kontaktzone
2.2.3.4. Die Grüngesteine
2.2.3.5. Die jungen Sedimente
2.2.4. Geomorphologie
2.2.5. Verwitterung und Sedimentbildung
2.2.6. Der Strand

3. Die submarinen Profile

3.1. Lage und Anzahl der Profile
3.2. Korngrößenuntersuchungen
3.3. Kornkomponenten
3.4. Schwermineralbestand
3.5. Fazieszonierungen

4. Literaturverzeichnis

5. Anhang

5.1. Karten und Profile
5.2. Fototafeln

Vorwort

Eine Unterwasserkartierung küstennaher rezenter Meeresböden war schon seit langer Zeit mein Traum. Zufällig erfuhr ich vom *Institut für Marine Biologie Dr. C. Valentin* auf der Insel Giglio und den Möglichkeiten dort an meeresbiologischen Kursen teilzunehmen. Hierbei stellte sich heraus, daß nicht nur die Bucht von Campese auf der Insel Giglio biologisch Interessantes bot, sondern auch die rezenten Sedimente dieser Bucht untersuchenswert schienen. Über diese Sedimente lagen bisher keine Arbeiten vor, obwohl sie Teil des Lebensraumes der Fauna und Flora, den die Biologen studieren, darstellen. Ich beschloß, an einem meeresbiologischen Kurs in Giglio teilzunehmen und bereitete mich parallel dazu auch auf eine Beprobung der Sedimente vor. Leider standen für die Feldarbeit vor Ort nur acht Tage zur Verfügung.

Glücklicherweise war unter den an der Station arbeitenden Meeresbiologen Wiebke Ziebis (MPI,Bremen), die über die Lebensgewohnheiten von *Callianassa spec.* arbeitet und die ich für meine Idee begeistern konnte. Wiebke Ziebis gilt mein besonderer Dank für die hervorragende Zusammenarbeit, für all die kräftezehrenden gemeinsamen Tauchgänge, die vielen Anregungen und Diskussionen sowie für die erneute Beprobung eines Teils der Profile im März 1993. Ohne Wiebke wäre die Arbeit in dieser Form nicht zu erstellen gewesen.
Ebenso gilt mein Dank Thomas Pillen (Giglio,Italien), der unsere Arbeit tatkräftig unterstützte und stets auf unsere Sicherheit beim Tauchen bedacht war. In Thomas und Wiebke habe ich gute Freunde gefunden.
An der Vorbereitung und an der Auswertung der Ergebnisse waren mit Rat und Tat Dr.Heinz-Josef Unger, Dr.Hans Risch und Dr. Ullrich Rast (alle GLA, München) in dankenswerter Weise beteiligt. Von Dr. Rast stammen die grundlegenden Ideen und Gedanken zu den Schwermineralen.
Mein Dank gilt auch Dr. C.Valentin und Martina Übel sowie allen auf der Station weilenden Biologen für diverse Anregungen.
Mein größter Dank gilt aber meiner lieben Frau, deren Geduld ich zeitweise sehr strapazierte, wenn unsere Küche über mehrere Wochen zum Sedimentlabor umfunktioniert wurde. Ihr Verständnis und die gezeigte Toleranz während der Vorbereitungszeit, meiner Abwesenheit von Köln und während der Ausarbeitungsphase war die wichtigste Voraussetzung für das Gelingen dieser Arbeit. Deswegen ist die vorliegende Arbeit ihr gewidmet.

Kurzfassung

Im Herbst 1992 wurden in der Bucht von Campese, Insel Giglio, toskanischer Archipel, Italien entlang von vier Profilen Proben der rezenten Sedimente des Meeresbodens im Taucheinsatz mit Hilfe eines Handstechrohres gezogen und anschließend untersucht. Wesentlicher Bestandteil dieser vorliegenden Arbeit (Teil I) ist die Korngrößenanalyse, die mit anderen Beobachtungen und Ergebnissen unter Wasser sowie im Labor (Fauna, Flora, Strömungsindikatoren, Kornparameter und Schwerminerale) ermöglicht, eine grobe Faziesverteilungskarte für die Bucht zu skizzieren. Hierbei zeigt sich die deutliche Abhängigkeit der Korngrößenverteilung und der Kornsortierung von den Strömungsverhältnissen. Ein Vergleich älterer und jüngerer Ansichten der Bucht sowie über die Jahre gemachte Beobachtungen durch PILLEN lassen erahnen, welche Sedimentmassen bewegt werden.

Die Geologie der Umgebung der Bucht ist zwar hinreichend bekannt, bedarf aber im Hinblick auf weiterführende Untersuchungen der Liefergebiete der Verwitterungs- und Abtragungsprodukte insbesondere der in den rezenten Sedimenten gefundenen Schwerminerale noch einer genaueren Detailaufnahme des Geländes mit spezifischen Fragestellungen. Die Ergebnisse der Probennahme spiegeln eine Momentaufnahme wider. Klimaeinflüsse, wie Starkwinde und heftige Niederschläge, zeigen sich in Form von Korngrößenverschiebungen an den einzelnen Stationen, wie dies ZIEBIS mit einer Beprobung im Frühjahr 1993 nachweisen konnte.

Abstract

In 1992 sediment samples were taken along four underwater-profiles in the bay of CAMPESE, Island of GIGLIO, ITALY by scuba diving using a handcore device. Most important part of the analysis is the grainsize distribution. Together with other observations and results underwater and in the laboratory (faunistic & floristic observations, currentindicators, grainparameters and heavy minerals) a first sketch of fazies distribution could be designed. The currents show the greatest influence to grainsize distribution and sorting. A comparison between elder and younger pictures of the bay as well as onsite observations by PILLEN indicate the huge volume of sediments to be moved within the bay.

The general geological situation of the island of Giglio is roughly known but is not sufficiant for more detailed analysis of the marine sediments. Due to the climatic influenced changes of the seabottom sediment distribution the results of the sampling in october 1992 bear only a momentary character. Samples taken by ZIEBIS in spring 1993 show clearly that for example the grainsize distribution changes in comparison with the the samples taken in autumn 1992.

1. Einleitung

1.1. Zielvorgaben

Giglio, die nach Elba zweitgrößte Insel im toskanischen Archipel, liegt etwa 13 km westlich des Monte Argentario. Sie gehört wie die anderen Inseln zum Schelfbereich des westlichen italienischen Stiefels und liegt auf Höhe der 200 m- und 50 m- Isobathe (Abb.1).
Giglio hat einen Küstenumfang von 28 km und eine Fläche von ca. 21 qkm. Bis auf eine im Westen gelegene Halbinsel zeigt Giglio eine längsovale Form, deren Längsachse sich von NNW nach SSE erstreckt. Geologisch baut sich die Insel aus einem freigelegten postorogenetischen, granitischen Intrusionskörper pliozänen Alters auf. Nach BORSI et al. (1967) ist dieser mit 5 + 0,15 Mio. Jahren noch jünger als der etwa 7 Mio. Jahre alte auf West-Elba vorkommende "Monte-Capanne-Granit".
Die Halbinsel im Westen ("Il Franco") besteht aus mittel- bis obertriassischen Sedimenten, die teilweise kontaktmetamorph überprägt wurden. Die Grenze zwischen den alten Sedimenten und dem Granit verläuft in etwa Nord-Süd zwischen der Ortschaft Campese und der Cala dell' Alume.

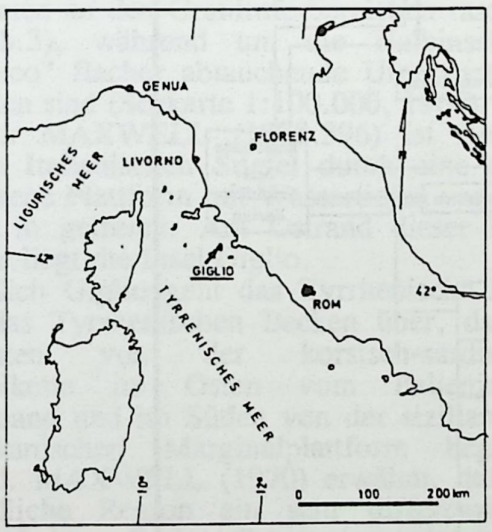


Abb.1: Geographische Lage der Insel Giglio

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, eine erste Bestandsaufnahme über und unter Wasser vorzunehmen, wobei schwerpunktsmäßig eine geologische Kartierung der Umgebung der Bucht und die Beprobung der Meeresbodensedimente geplant waren. Die Zielvorgabe war, festzustellen, ob und wie detailliert die in mehreren Profilen beprobten submarinen Sedimente den einzelnen Liefergebieten auf der Insel zugeordnet werden können und welche Schlußfolgerungen sich aus dem Transport von Erosionsmaterial vom obertägig Anstehenden bis zur Küstenlinie, sowie dem folgenden subaquatischen Transport bis zur Sedimentation in der Bucht von Campese gezogen werden können.
Die bei WALDECK (1986: 189) publizierte geologische Skizze der Insel Giglio verdeutlicht, daß die Bucht von Campese ideal für Studien an den marinen Sedimenten sein dürfte, da in unmittelbarer Umgebung von Campese etwa zwischen dem "Punta Faraglione" und dem "Punta Sparavieri" im NE nahezu alle auf Giglio vorkommenden Gesteinstypen anzutreffen sind, deren Abtragungsprodukte in die Bucht gelangen, was sich in den Schwermineralen widerspiegeln sollte. Bezüglich der Umweltverschmutzung wird berichtet (RIEDL,R.,1989,), daß sich Verunreinigungen submarin eher an das Feinkorn binden. Um Aussagen zur Kontamination strandnaher Sedimente machen zu können, müssen folglich deren Korngrößenverteilungen bekannt sein, eine mittel bis langfristige Zielvorgabe dieser Arbeit.

1.2. Arbeitsmethodik

Die geologische Karte der Insel Giglio (BORGIA et al., 1969) und die bereits erwähnte geologische Skizze von WALDECK (1986), die eine vereinfachte Skizze der Kartierung von BORGIA et al.(1969) darstellt, sowie eine bei FEI (1989: 80) abgebildete geologische Skizze der Halbinsel "Il Franco" wurden in eine Ausschnittsvergrößerung der italienischen Seekarte 119 (Isola del Giglio 1:20.000, 1977) als Vorbereitung für eine Detailkartierung der Bucht und ihrer näheren Umgebung übertragen. Die obertägig anstehenden Gesteine wurden als Handstücke und ihr Verwitterungsgrus wurde, soweit dies die Wettersituation erlaubte, in Tälern und Flußläufen beprobt. Es sollte untersucht werden, welche petrographischen Bestandteile während der Verwitterung und während des Transportes verloren gehen, oder gegenüber dem Ausgangsgestein eine Anreicherung erfahren und welche Komponenten letztendlich im marinen Milieu zur Sedimentation gelangen. Letztere Zielvorgabe soll einer der nächsten Kampagnen zugrundegelegt werden.

Die in der vorliegenden Arbeit untersuchten Profile im Strand- und Vorstrandbereich sind so positioniert, daß sie die Bucht einigermaßen gleichmäßig abdecken. Sie sind anhand der Karten (siehe auch Anhang) jederzeit wieder zu finden.
Alle submarinen Profile wurden im Taucheinsatz beprobt. Sie beginnen am Übergang vom feuchten Strand zum Wasser und enden in einer Tiefe von etwa 27 - 30 m. Die sich daraus ergebende maximale Profillänge beträgt bei jedem Profil 300 m. Der Abstand der Proben ist aus den Profilplänen zu entnehmen. Im Normalfall wurde alle 10 m eine Probe gezogen. Die im Unterwassereinsatz gewonnenen Sedimentproben sind immer den obersten 20 Zentimetern der Bodensedimente entnommen. Sie stellen also eine Mischprobe dar. Zur Probenahme wurde ein Plexiglasrohr mit einem Durchmesser von etwa 75 mm verwendet, welches an der oberen Öffnung einen Gummistopfen mit Ventil besaß.

Dieses wurde während des Stoßvorganges geöffnet und bei erreichter Tiefe von 20 cm geschlossen. Dadurch baute sich beim Herausziehen des Rohres ein Vakuum auf, welches den Sedimentkern im Rohr hielt ("Taucherstechrohr").
Die Probenbeschreibung und -analytik umfaßt die Unterwasserbeobachtungen bezüglich des angetroffenen Substrates und - soweit erkennbar - der Sedimentgefüge, Siebanalysen, Schwermineralanalysen, mikroskopische Auswertungen insbesondere hinsichtlich biogener Anteile, die Untersuchung der Rundungsgrade nach PETTIJOHN (1973), die Feststellung der Korngrößenparameter nach TRASK (1939) und die gesamtpetrographische Zusammensetzung der Probe. Die Einzelergebnisse jeder Probe finden sich auf den Formblättern im Anhang wieder.
Durch den seitlichen Abstand der Profillinien I-IV von nur 100 - 170m wird eine insge

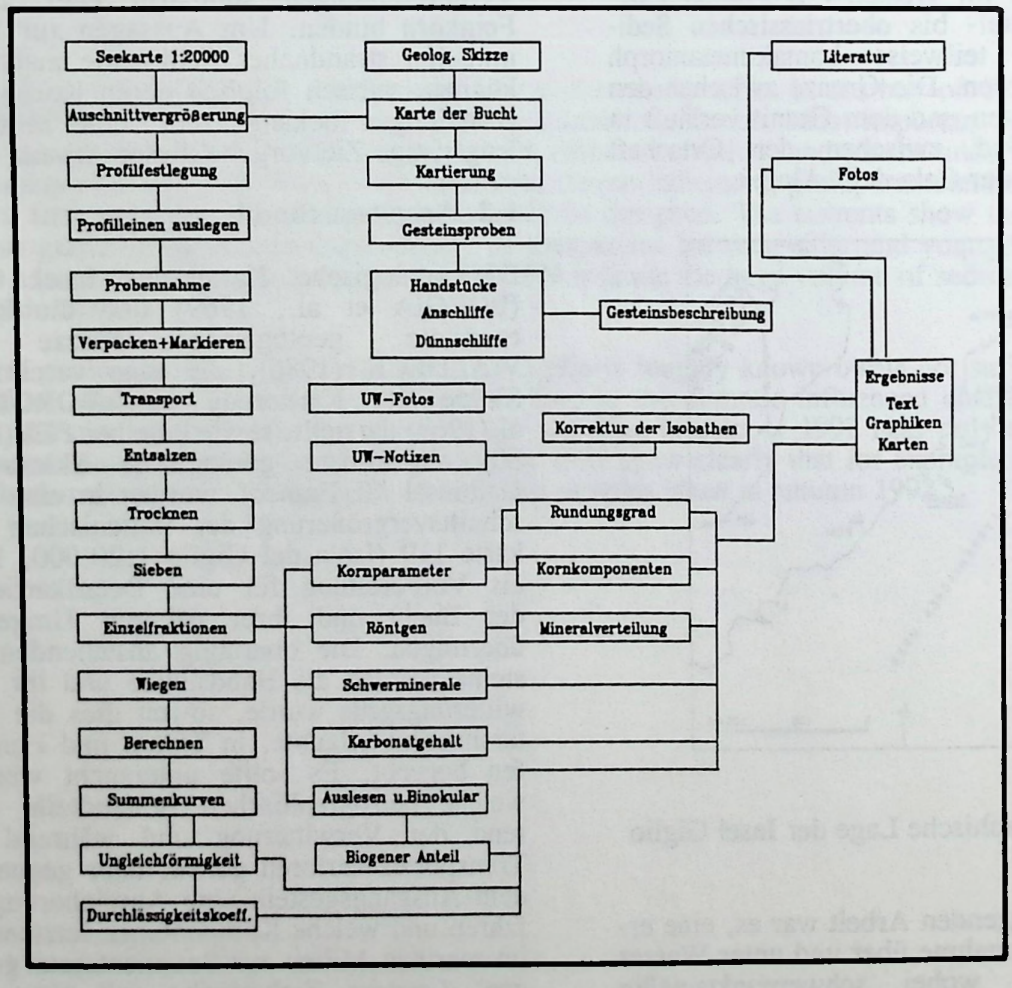


Abb.2: Arbeitsschritte der Vorbereitung, Feldarbeit und Auswertung

samt hohe Probendichte im kartierten Areal erreicht. Zusätzlich entnommene Proben erhöhen abschnittsweise noch einmal die Probendichte.

2. Das Untersuchungsgebiet

2.1. Geographische Lage, ozeanographische und klimatische Gegebenheiten

Giglio ist eine der südlichen Inseln des Toskanischen Archipels. Sie liegt im Tyrrhenischen Meer, etwa zwischen 42° 19' und 42° 24' nördlicher Breite und 1° 31' und 1° 35' westlicher Länge. Die Entfernung zwischen der Insel Giglio und dem Festland, dem Monte Argentario beträgt etwa 8 sm (Abb.1 und 3).
Die Insel ist durch ihre knapp 500 m hohen Berge weithin sichtbar. Auf grund der geologischen Verhältnisse liegt eine klare geomorphologische Trennung der Insel in zwei Teile vor: in den östlichen, größeren Teil der Insel, der durch den Granit charakterisiert ist und den westlichen, kleineren Teil, der sich aus älteren Gesteinen aufbaut und den Charakter einer Halbinsel hat.
Giglio liegt auf dem Schelf, d.h. oberhalb der 200 m - Tiefenlinie. Die Wassertiefen nehmen an den Granituferbereichen rasch zu (Abb.3), während um die Halbinsel "Il Franco" flacher abtauchende Ufer zu beobachten sind (Seekarte 1:100.000, 1966).
Nach MAXWELL (1970:396) ist Korsika vom Italienischen Stiefel durch eine abgesunkene Plattform mit Wassertiefen von 500-600 m getrennt. Am Ostrand dieser Plattform liegt die Insel Giglio.
Südlich Giglio geht das Tyrrhenische Meer in das Tyrrhenischen Becken über, das im Westen von der korsisch-sardischen Inselkette im Osten vom italienischen Festland und im Süden von der sizilianisch-afrikanischen Marginalplattform begrenzt wird. MAXWELL (1970) erwähnt, daß die nördliche Region ein sehr differenziertes Relief hat: flache Gebiete, in denen die toskanischen Inseln liegen, wechseln dabei mit tiefen Trögen ab.
Das europäische Mittelmeer hat insgesamt eine Fläche von etwa 2.965.000 km², ist nahezu gezeitenfrei und seine Wassertiefen liegen zum größten Teil über 200 m. Ursache für den geringen Tidenhub ist nach DIETRICH et al.(1975) das Nadelöhr der Straße von Gibraltar.

Das Mittelmeer ist durch eine submarine Schwelle zwischen Tunesien und Sizilien (Sizilische Schwelle) in einen westlichen und einen östlichen Teil unterteilt, was sich auch z.T.an der etwas andersartigen Fauna und Flora dokumentiert. Das Tyrrhenische Meer gehört zum westlichen Abschnitt. Einige seiner Becken, wie etwa das Tyrrhenische Bekken südlich des toskanischen Archipels erreichen dabei Tiefen von über 3000 m.

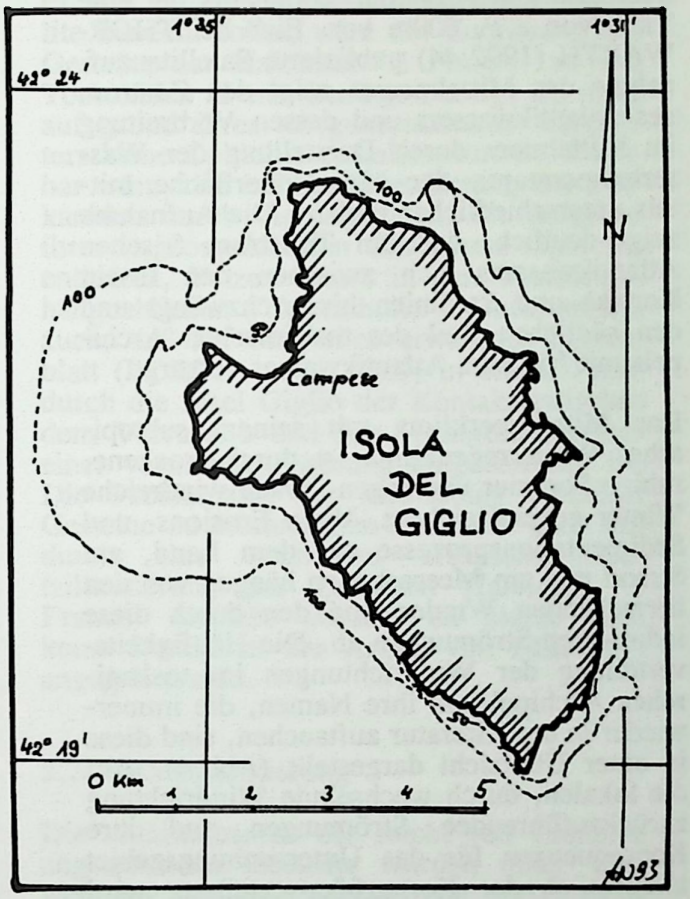
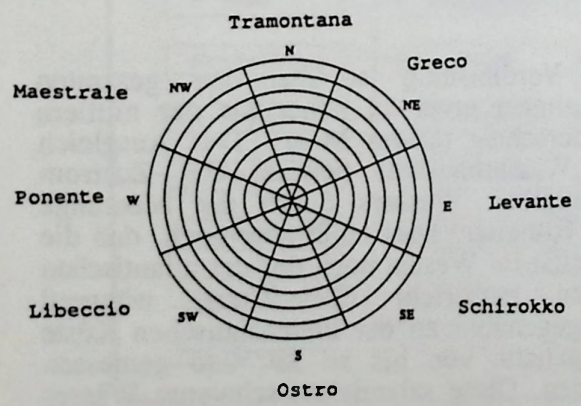


Abb.3: Unterschiedliche Zunahme der Wassertiefe rund um die Insel Giglio

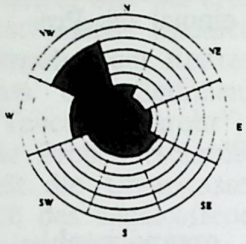
Die Verdunstung ist über dem gesamten Mittelmeer etwa 3x höher als der mittlere Niederschlag (arides Meer). Den Ausgleich im Wasserhaushalt bewirkt der Zustrom atlantischen Wassers durch die Meerenge von Gibraltar. Dies heißt aber auch, daß die Salinität im Westen noch der des atlantischen Ozean entspricht (37 °/oo), während demgegenüber an der kleinasiatischen Küste Salzgehalte von bis zu 39 °/oo gemessen werden. Diese salzreichen schweren Wässer sinken ab, strömen entlang des Meeresbodens zurück in Richtung Gibraltar und verlassen das Mittelmeer wieder.Nach dem DEUTSCHEN HYDRO-

GRAPHISCHEN INSTITUT (1959) und dem U.S.NAV.OCEANOGRAPHIC OFFICE. (1967) beträgt der mittlere Salzgehalt an der Meeresoberfläche im Bereich von Giglio etwa 38°/oo.
Giglio liegt demnach am Rand eines Bereiches um Korsika mit einem mittleren Salzgehalt von unter 38 °/oo.
Das ganze Jahr über herrscht im Mittelmeer eine meist gute vertikale Vermischung des Seewassers der oberen 200m bis in eine Tiefe von z.T. 600m vor. Eine bei THORWARTH (1992:44) publizierte Satellitenaufnahme des Mittelmeeres zeigt den Zustrom des Atlantikwassers und dessen Verbreitung im Mittelmeer durch Darstellung der Wassertemperaturen der Meeresoberfläche mittels unterschiedlicher Farben. Die Aufnahme zeigt deutlich, daß ein Teilstrom frischen Atlantikwassers sich zwischen den Inseln Korsika und Sardinien hindurchzwängt und den südlichen Teil des toskanischen Archipels mit frischem Atlantikwasser versorgt.

Das Mittelmeerklima mit seinem subtopisches Winterregenklima ist durch trockene, ruhige Sommer und regen- sowie windreiche Winter gekennzeichnet. Viele Erosions- und Sedimentationsprozesse auf dem Land, am Strand und am Meeresboden hängen von den herrschenden Winden und den durch diese induzierten Strömungen ab. Die Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen im toskanischen Archipel und ihre Namen, die immerwieder in der Literatur auftauchen, sind diese in einer Übersicht dargestellt (Abb.4). Auf die lokalen, durch wechselnde Windrichtung zurückzuführenden Strömungen und ihre Konsequenzen für das Untersuchungsgebiet hinsichtlich der Korngrößenverteilung wird bei der Diskussion der Korngrößen eingegangen.



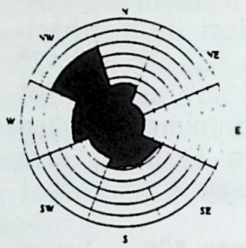
Mai



Mai

Beauf.:1-3= 66%
4-5= 18%
6-7= 4%
8-12= 0%
Windstille: 12%

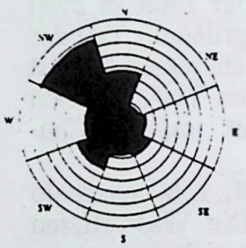
Juni



Juni

Beauf.:1-3= 69%
4-5= 15%
6-7= 4%
8-12= 0%
Windstille: 12%

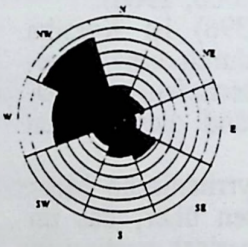
Juli



Juli

Beauf.:1-3= 70%
4-5= 14%
6-7= 0%
8-12= 0%
Windstille: 16%

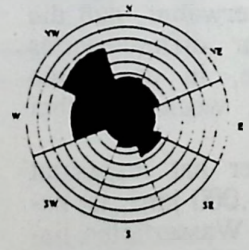
August



August

Beauf.:1-3= 66%
4-5= 16%
6-7= 4%
8-12= 0%
Windstille: 14%

September



September

Beauf.:1-3= 64%
4-5= 18%
6-7= 4%
8-12= 0%
Windstille: 14%

Abb.4: Namen der Winde und Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen im Toskanischen Archipel nach Angaben der KREUZER ABTEILUNG des DSV (1978)

2.2.Zur Geologie der Insel Giglio

2.2.1. Ältere Arbeiten und geologisch-tektonischer Überblick

Nach SEGRE (1958) ist im ganzen nördlichen tyrrhenischen Gebiet die Morphologie durch die Strukturleitlinien der etruskischen Bögen vorgegeben. Diese Strukturleitlinien können auch noch weit bis ins Meer hinein beobachtet werden. Laut SEGRE grenzt im Osten an den mitteltyrrhenischen Rücken, ein" kompliziertes Bergsystem,dessen pennidische Serie (Trias-Kalkketten) noch unvollständig erforscht ist. Im Kern dieses Systems befindet sich ein granitischer Pluton, dessen Apophysen auf den toskanischen Inseln und dem Festland anstehen."
"Das topographische Antlitz dieser unterseeischen Landschaft,welches mit den toskanischen Inseln emportaucht zeigt ausgeprägt kontinentalen Charakter und ist sehr jung". SEGRE (1958: 220ff) bringt eine geotektonische Übersicht des tyrrhenischen Gebietes, welche die großräumige Geologie der Umgebung erläutert. Hierbei verweist SEGRE unter anderem auf den "synorogenen tyrrhenischen Granitpluton (Untermiozän)" des "tuskischen Gebietes" unter Verweis auf den Monte Capanne (Insel Elba) und die Inseln Monte Cristo und Giglio etc.
Nach BODECHTEL (1969.b) liegt Giglio nordwestlich der RIETI-LATINA-Störung. Eine von NW nach SE verlaufende Störung im Osten von Giglio verläuft nahezu parallel zur Längsachse der Insel und damit auch in etwa parallel zur Kontaktzone zwischen dem Granit und den Sedimenten im Westen zur Halbinsel "Il Franco".
Nach DALAN NARDI et al.(1971) liegt der Monte Argentario und die Insel Giglio in der "Zona autoctona delle Apuane". Die Toskaniden II, zu denen die Gesteine der Halbinsel "Il Franco" gezählt werden, entstammen einem miogeosynklinalen Bereich und sind gegenüber den Toskaniden I allochthon (BALDACCI, 1967 und REUTTER, 1968).
Die Toskaniden beinhalten nach GÜNTHER (1973) Gesteine obertriadischen (Calcare Cavernoso) bis oligozänen (Macignio-Serie) Alters unter Ausklammerung der Metamorphite.
Innerhalb der Toskaniden wird eine "Toscana ridotta"- Serie beschrieben,bei der es sich nach GÜNTHER (1973) um eine "komplizierte sedimentäre Anlage infolge orogenetischer Bewegungen in der mittleren Kreide zu handeln scheint."

Betrachtet man sich die geologische Karte von Italien, Blatt 142, so erkennt man, daß in der Legende sowohl die Calcari cavernose als auch der Verrucano Grüngesteine enthalten. Im Calcare cavernoso ist nach dieser Legende Gabbro enthalten, welcher als schiefrig, chlorithaltig und amphibolithaltig beschrieben wird. Die im Verrucano vorkommenden Grüngesteine sollen aus Gabbro, Prasiniten und Ophicalziten bestehen. Wenn es sich bei diesen Grüngesteinen um Ophiolite handeln sollte, wäre die Zuordnung der Gesteine der Halbinsel "Il Franco" zu den Toskaniden II nur bedingt richtig, da diese auf grund ihres miogeosynklinalen Charakters keine Ophiolite enthalten dürften. Denkbar wäre, daß bei der Überfahrung der Toskaniden durch die Liguriden, die aufgrund ihres eugeosynklinalen Charakters Ophiolite enthalten, Fetzen dieser in den Toskaniden hängenblieben ("Spurscholle"). Dafür spricht auch, daß auf dem oben erwähnten Kartenblatt (BORGIA et al.,1969) in einem Profil durch die Insel Giglio der Kontakt zwischen dem Verrucano und den Grüngesteinen mit einer vermuteten Störung eingezeichnet ist. Die Problematik der Zuordnung einzelner Gesteine zu tektonischen Einheiten kann nur durch eine noch zu erstellende Detailkartierung der gesamten Halbinsel "Il Franco" erreicht werden, da hierzu auch keine Details in der Arbeit von FEI(1989) angegeben sind.

2.2.2. Detailkartierung

Die unmittelbar an die Bucht von Campese angrenzenden Gesteine wurden unter Verwendung der Kartenskizze von WALDECK (1986) und der Geologischen Karte von Italien Nr.142 detailkartiert und beprobt.
Ziel der Kartierung war die Klärung petrographischer Fragen. Einige Bereiche konnten bereits sehr genau kartiert werden, während die Grenzbereiche zwischen Granit und Mylonit und Verrucano im Areal des alten Pyritbergbaus, oder der Übergang vom Calcare cavernoso zum Verrucano, sowie die oben erwähnte tektonische Stellung der Grüngesteine noch nicht detailliert aufgenommen werden konnten.

2.2.3. Die Gesteinstypen

Die nun folgende Beschreibung der einzelnen vorkommenden Gesteine beruht auf eigener petrographischer Auswertung und auf

Angaben aus der Literatur (insb. BORGIA 1969 und WALDECK, H.1986).

Da es nicht Ziel der Untersuchungen war, die Petrographie der auf der Insel Giglio anstehenden Gesteine zu studieren, es aber dennoch unerläßlich ist, die die Bucht von Campese umgebenden Gesteine als potentielle Sedimentlieferanten zu untersuchen, soll im folgenden ein Compendium aus eigenen Beobachtungen und früheren Arbeiten vorgelegt werden.

2.2.3.1. Der Granit

Plutonische und vulkanische Gesteine, die im toskanischen Archipel auf den Inseln Capraia, Elba, Montecristo und Giglio zu beobachten sind, repräsentieren den toskanischen Magmatismus. Das Alter der relativ kleinen granitischen und granodioritischen Stocks nimmt dabei von Westen nach Osten ab (7 Mio. Jahre auf Elba und 2,3 Mio. Jahre bei Roccastrada, toskanisches Festland).

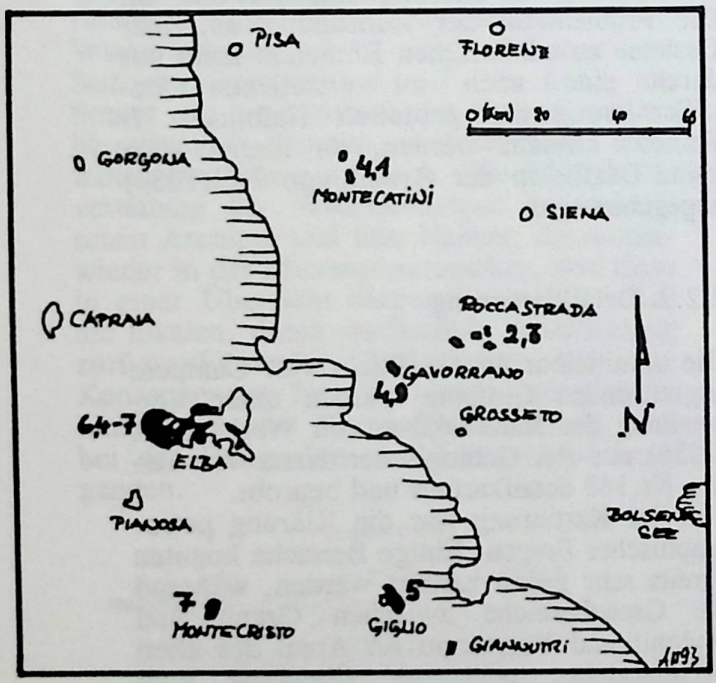


Abb.5: Lage und Alter (in Mio.J.) der wichtigsten Intrusivgesteine der Toskana (nach BORTOLOTTI et al.,1970)

Eine knappe Zusammenfassung zur Petrographie der auf Giglio vorkommenden Granittypen bringt WALDECK (1986). Er bezieht sich weitgehend auf die Autoren LOTTI (1883), MILLOSEVICH (1916), ROSSONI (1934), COCCO (1959) und BORGIA et al.(1969).

"BORGIA et al (1969). kartieren im Gelände voneinander abgrenzbare granitische Gesteinsvarietäten:

a) Weitaus häufigstes, annähernd die gesamte Insel aufbauendes, mittelkörniges Gestein mit makroskopisch erkennbaren Hauptgemengteilen ($\tau\delta$). Es ist durchzogen von zahllosen aplitischen Gängchen (z.B. im Bereich von Giglio Castello - Poggio della Pagana), kaum mächtiger als 10 - 15 cm. Dieser "Normalgranit" erscheint über weite Strecken gleichkörnig; doch begegnet man auch größeren idiomorphen Alkalifeldspateinsprenglingen - allerdings seltener als auf Elba. Vorherrschend dunkler Gemengteil ist Biotit. Seine gleichmäßige Verteilung vermittelt einen homogenen Gesamteindruck, abgesehen von den rundlich-ovalen, mafitreicheren Gesteinseinschlüssen nicht aufgeschmolzener Anteile. Mit beginnender Verwitterung bleichen die schwarzbraunen - rotbraunen Biotitkristalle aus, Umwandlungsprodukt ist blaßgrüner, nur noch schwach pleochroitischer Chlorit. Hinzu tritt Turmalin (schwarzer Schörl) in kleinkörnigen, büscheligen oder radialstrahligen Aggregaten, aber auch in prismatischen, mehrere Millimeter messenden Kristallen mit gut entwickelten Endflächen. Übergemengteile sind Apatit, Zirkon (als Einschluß im Biotit die typischen pleochroitischen Höfe bildend; vgl. hierzu LONGINELLI et al.1965), Beryll, Rutil und Magnetit, ausnahmsweise auch etwas Pyrit und in pegmatitischen Partien Muskovittafeln.

Die mittlere chemische Zusammensetzung des Giglio-Granits läßt keine auffallenden Unterschiede zu anderen granitischen Gesteinen (wie etwa zum West-Elbagranit) erkennen.

b) Gegenüber der "facies normale" hellere, feinkörnige bis mikrokristalline Gesteinspartien ($\tau\delta\alpha$) - bestehend aus einer Häufung aplitischer Gänge von z.T. erheblicher Mächtigkeit z.B. in der Cala Lazzaretti und der Cala Sparavieri).

Vorherrschende Gemengteile sind Quarz, saure Plagioklase und Alkalifeldspat. Biotit kommt kaum vor, in vielen Schliffen fehlt er völlig. Gehäuft, das Gestein durchschwärmend und dann den Biotit ersetzend finden wir Turmalin. Hieraus erklären sich die gebietsweise beachtlichen Unterschiede im Borgehalt des Giglio-Granits:Variationsbreite 25 - 8000 ppm B_2O_3, Häufigkeitsmaxima bei 80 und 1800 ppm B_2O_3, Mittelwert 580

ppm B_2O_3 (TONNANI,1957, 1958; COCCO, 1959).
c) In der Umgebung des Poggio della Chiusa auftretender Gesteinstyp mit gneisähnlicher Paralleltextur ($\Gamma\delta g$) entstanden durch Umkristallisation und Blastese: subparallel orientierte, strähnig aneinandergereihte Biotittafeln begrenzen die linsenförmig aggregierten hellen Gemengteile (blasto-granitisches Gefüge). Im Schliff ist eine durch Druckerhöhung verursachte mechanische Beanspruchung des Gesteins zu beobachten; dabei entstehen zunächst feine Risse, schließlich zerbrechen einzelne Mineralkörner in kleinere Bruchstücke (Kataklase). Chemisch und im Mineralbestand besteht kaum ein Unterschied zum "Normalgranit" ($\tau\delta$), außer einer Tendenz zu granodioritischer Zusammensetzung."

2.2.3.2. Die triassische Serien

a) Verrucano

PICHLER (1970,S.11,Abb.26) zeigt, daß der Verrucano im Bereich der Toskaniden dem Altkristallin aufliegt, altersmäßig im Perm beginnt und etwa bis zur Mitte der Trias reicht. Er wird von Calcare cavernoso überlagert. Nach NEUMANN (1976) reicht der Verrucano bis in die Mitte des Karns.
Die Mächtigkeit des Verrucano erreicht nach WALDECK (1986) etwa 200 m . Petrographisch besteht der Verrucano aus Quarziten, Quarzitschiefern und Quarzkonglomeraten. Neben dem Hauptgemengteil Quarz tritt Serizit sowie untergeordnet etwas Feldspat auf. Die braungelbe Färbung erhält der Quarzit durch die Beimengungen von Brauneisen.
Nach GASPERI & GELMINI (1973), die den Verrucano im Bereich des Monte Argentario und der Ucelliner Berge untersucht haben, bauen Konglomeratserien, Grauwacken und Schiefertone mit Mergellagen den Verrucano auf, die zwischen dem Oberkarbon und der Trias abgelagert wurden. Lokal ist er schiefrig mit viel Glimmer ausgebildet, hat einen sandig-rauhen Habitus und ist teilweise phyllitisiert. Im Phyllit sind dann meist Quarzbänkchen erhalten. Auftretende Sandsteine sind z.T. linsig ausgequetscht. Falten sind bis in den Millimeter-Bereich hinein erkennbar.

b) Calcare cavernoso

REUTTER (1968) ordnet den Calcare cavernoso aus tektonischer Sicht den Toskaniden II zu (siehe auch GÜNTHER 1973). In Reutter's Skizze liegt der Calcare cavernoso konkordant auf Quarzphylliten, Prasiniten und Marmoren der unteren und mittleren Trias und wird der oberen Trias zugeordnet. Das Hangende bildet Rhätkalk.
Nach WALDECK (1986) liegen die Calcari cavernosi auf der Nachbarinsel Elba transgressiv über dem Verrucano. WALDECK beschreibt diese hellgrauen, zellig-löchrigen Kalke und Dolomite von etwa 150 m Mächtigkeit unter dem Begriff "Rauchwacke". Sie entstammen dem Nor und Rhät (Funde von *Avicula contorta* PORTLOCK) und weisen zwischengeschaltete Mergelkalke auf. "Die zellige Ausbildung geht mit zunehmender Metamorphose (Kontaktmetamorphose durch den Granit auf Giglio!) verloren " und wird dann zu einem "Dolomitmarmor mit granoblastischem Gefüge".
Es ist denkbar, daß der Calcare cavernoso einer evaporitischen Fazies entstammt und sedimentär bereits brecziiert wurde, wobei anschließend eine Verkieselung der Klüfte und teilweise Auflösung des Kalkes stattfand. Die entstandenen Hohlräume wurden vermutlich mit Gips aus dem Liegenden Paläozoikum über Porenwässer aufgefüllt. Dieser Gips ist heute wieder ausgeschwemmt und aufgelöst. Daß Gips auf der Insel Giglio vorkommt, zeigt z.B. das Wort "Punta del Gesso".
In der Bucht von Campese tritt der Calcare cavernoso als massiger Kalk mit brekziösen Partien z.B. hinter den Ferienwohnungen im Westen von Campese auf, geht dann im Liegenden nach Nordwesten in eine mehr plattige Ausbildung über und erreicht bei der "Faraglione" wieder massigen Charakter (Tafel 6,Fig 14).
Füllmaterial aus Klüften muß noch einer genaueren Untersuchung unterzogen werden, um möglicherweise über eine Altersbestimmung der Schlottenfüllungen eine Aussage über das Alter der Kluftbildung zu erhalten.

Die Proben 14102 und 14104 zeigen, daß Kluftfüllungen in den Calcari cavernosi reich an Quarz und Pyrit sind. Denkbar ist, daß solche Klüfte während der Granitintrusionen durch tektonische Beanspruchung entstanden und über hydrothermale Lösungszufuhr die oben genannten Kluftfüllungen erhielten.

2.2.3.3. Die Gesteine der Kontaktzone

Von der Bucht von Campese bis zur Cala dell'Allume erstreckt sich etwa in Nord-Süd-Richtung die Kontaktzone zwischen den Gesteinen der Halbinsel "Il Franco" und dem Granit. Diese Zone - nach WALDECK (1986) größtenteils mylonitisiert - weist zahlreiche Vererzungen auf (Pyrit, Hämatit, Magnetit, Markasit und Magnetkies). In Gangfüllungen sind ferner zu finden: Pyrolusit, Zinkblende, Kupferkies, Quarz, Calzit und Fluorit. Nach WALDECK stellen Limonit, Copiapit und Alunit typische Verwitterungsprodukte der in dieser Zone vorkommenden Gesteine dar.
Ein Bergbau, der bis ?1961 betrieben wurde, förderte hauptsächlich Pyrit, der in der Bucht von Campese auf Schiffe verladen wurde. Von diesen Bergbauaktivitäten sind heute noch die Rampe und die Betonsockel der Fördereinrichtungen ("Tralicci") im Westteil der Bucht von Campese zu sehen (FEI,1989). Außerdem sind hohe Pyritgehalte in den submarinen Sedimenten (Profil III) anzutreffen.
BARBIERI (1964) vermerkt in einer Übersichtskarte der Minerallagerstätten der Toskana eine Pyritlagerstätte auf der Insel Giglio.

2.2.3.4. Die Grüngesteine

Nach WALDECK (1986) handelt es sich hierbei um chlorit- und amphibolithführende Grüngesteine, die aus basischen Eruptivgesteinen hervorgegangen sind. FEI (1989) untergliedert die auskartierten Grüngesteine in Prasinite und ophiolitischen Detritus (siehe Abb.13). BORGIA (1969) bezeichnet die in der Legende der geolog. Karte von Italien (142) auch bei WALDECK aufgeführten Grüngesteine als der schiefrigen, chlorit- und amphibolithaltigen Gabbro. Genauere petrographische Studien an Handstücken wurden für die vorliegende Arbeit nicht angefertigt. Grüngesteine stehen nicht direkt in der Bucht von Campese an, liegen jedoch nach der Kartierung von BORGIA im Einzugsgebiet der Abtragungsprodukte in die Bucht.

2.2.3.5. Die jüngeren Sedimente

Unter jüngeren Sedimenten werden hier insbesondere die Sedimente einer teils verfestigten quartären (?) Strandterrasse und die im Strandbereich anstehenden halbverfestigten, tonig gebundenen Sande und Kiese verstanden . Rezente Strandsedimente und anthropogen beeinflußte Sedimente werden an späterer Stelle behandelt.

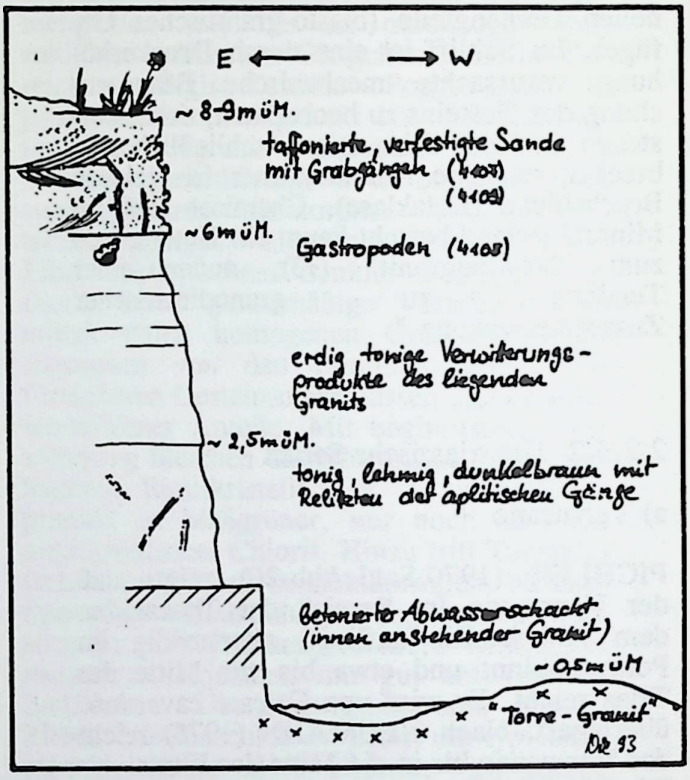


Abb.6: Aufbau der fossilen Strandterrasse in der Nähe des "Torre"

Die Strandterrasse beim "Torre di Campese":

Östlich des Torre liegt etwa 10 m über dem Meeresspiegel eine fossile Strandterrasse, deren Bestandteile von WALDECK (1986) als "quartäre,z.T. fossilführende Küstensedimente der Campeser Bucht" bezeichnet werden. Diese verfestigten Strandsande liegen über tonigen Verwitterungsprodukten des darunterliegenden Torre-Granits, in denen noch Relikte der aplitischen Gänge zu sehen sind (Tafel 2,Fig.6). Diese tonigen Schichten gehen über in mergelige Lagen, die zum Hangenden hin Fossilien (Gastropoden) enthalten (siehe unten). Über diesen Mergeln liegt eine ca. 2m mächtige Strandsand-Lage die im liegenden Bereich eine horizontale Schichtung aufweist (ca. 30-40 cm mächtig). Darüber folgt eine Lage mit

Schrägschichtungen, die durchsetzt ist mit Grabgängen (Tafel 4,Fig.12).
Nach DEL BONO (1969) gehören diese teilverfestigten Sande einer alten Strandterrasse an, deren zeitliche Einstufung mit Pleistozän angegeben wird. Der Fossilinhalt ist nach DEL BONO :

Helix pisana MÜLL.
Helix conspurcata DRAP. und
Cyclostoma elegans MÜLL. .

Nach RISCH (1993) wurde folgende Mikrofauna in den Strandsedimenten gefunden (freundl. mündl. Mitt., wofür bestens bedankt wird):

Cibicides cf. refulgens de MONTFORD
Cibicides cf.pseudoungerianus (CUSHMAN)
Ammonia cf.tepida (CUSHMAN)
Elphidium div. sp.
Gyroidinoides sp.
Anomalidoides sp.
Serpulide
Gastropodenrest
Lamellibranchiatenrest
Seeigelstacheln

Als Alterseinstufung wurde Pliozän bis tieferes Pleistozän angenommen.
Nach älteren Tabellen könnte man diese Strandterrasse mit einer Höhe von heute etwa 10m über dem Meeresspiegel dem Monastirien zuordnen. Damit würde ihre Entstehung auf das Riß/Würm-Interglazial - die Tyrrhenische Transgression II - zurückzuführen sein (KAISER,1971). Die Lage der fossilen Strandterrasse auf dem verwitterten Granit und das aus der Mikrofauna ermittelte Alter, wonach die Zeit der Entstehung der Terrasse nur unwesentlich jünger als die Granitintrusion selbst wäre, läßt den Schluß zu, daß nicht unbedingt ein Meeresspiegelhochstand eines Interglazials für die Bildung dieser Terrasse verantwortlich sein muß, sondern daß die heutige Lage in etwa 10 m über dem Meeresspiegel durch eine Hebung des Granites verursacht worden sein könnte.
Eiszeitliche Meeresspiegelschwankungen werden von vielen Autoren kontrovers diskutiert, wobei die Schwankungsbreite der Höhenangaben z.T. beträchtlich differiert. Allerings darf nicht vergessen werden, daß tektonische und epirogenetische Bewegungen exakte und vergleichbare Höhenangaben unter Umständen verwischen können(PFANNENSTIEL, 1951).
Auf die Problematik der Bildung fossiler Strandterrassen durch eiszeitlich bedingte Meeresspiegelschwankungen in der weiteren Umgebung der Insel Giglio (vom Monte Argentario bis nach Civitavecchia) geht RADTKE (1983) ausführlich ein.

2.2.4. Geomorphologie

Wie bereits erwähnt, ist die auffälligste geomorphologische Erscheinung die Zweiteilung der Insel in einen granitischen Hauptteil und eine Halbinsel, die aus älteren Sedimenten besteht.
Im Granit sind die bekannten Verwitterungserscheinungen wie Blockschutt- und Zersatzbildungen anzutreffen. Die Verwitterung wird im wesentlichen durch den inneren Aufbau des Granites bestimmt, wobei die Lage der aplitischen Gängchen eine große Rolle spielt. An der Küste, insbesondere im Einflußbereich des Spritzwassers neigt der Granit zur Taffonibildung (Tafel 2, Fig 3).
Zur Morphologie des granitischen Intrusionskörpers schreibt WALDECK (1986):"Ein der Ellipsenhauptachse folgender Gebirgsrücken mit steiler Abdachung nach Osten und Westen und tief eingeschnittenen Erosionstälern kennzeichnet das Relief".
Aplitische Gänge verwittern i.a. langsamer als der Granit und bleiben dann als Härtlinge stehen , wie dies deutlich in der Nähe des "Torre del Campese" zu beobachten ist. Treten die aplitischen Gängchen netzartig auf, entstehen durch Ausgrusung zwischen dem Gangnetzwerk konkave Flächen.
Die granitische Küste zwischen dem Pta.Sparavieri und Campese ist durch steile Abbrüche gekennzeichnet, die sich unter Wasser fast überall fortsetzen. Östlich des Nordkaps der Insel Giglio entstehen am Fuße dieser submarinen Abbrüche Blockschutthalden. Ähnliche Blockschutthalden mit z.T. zimmergroßen Hohlräumen bauen große Granitblöcke im Unterwasserbereich der "Cala del'Allume" auf.
Niederschlagswasser sammelt sich in Rinnen und Bachläufen und wird dem Meer zugeführt. Sind keine Tälchen vorhanden, die das Niederschlagswasser sammeln, läuft es direkt auf dem Granit ab und transportiert auch hier Verwitterungsmaterial in Richtung Küste (Proben 5103 ff.nördlich des Torre).
Die granittypische Oberflächenmorphologie endet im Westen abrupt an der nahezu N-S-verlaufenden Grenze zwischen der Haupt- und der Halbinsel. Diese mylonitische Übergangszone tritt geomorphologisch als Tal in Erscheinung, welches nach Süden ansteigt

und in der Cala del' Allume steil nach Süden abbricht.
Westlich dieser Zone prägt der Calcare cavernoso im Wechselspiel mit dem Verrucano und den Grüngesteinen das Landschaftsbild der Bucht von Campese. Der Calcare cavernoso ist, insbesondere wenn er massig auftritt im Vergleich zu den anderen Gesteinen der Halbinsel relativ verwitterungsstabil und bleibt so in konvexen Formen im Gelände erhalten (z.B. südl. der Tralicci). Besonders deutlich wird dies am "Pta Faraglione", wo der Calcare cavernoso die Kliffküste der "langen Anna" bildet.
Der streifenartig zwischen dem "Pta. Faraglione" und dem Calcare cavernoso westlich der Tralicci aufgeschlossene Verrucano verwittert hingegen leichter und bewirkt eine konkave, senkenartige Morphologie.
Aus den anstehenden Gesteinen rund um die Bucht von Campese führen Täler radialstrahlig auf die Bucht zu, wobei sie als Sedimentlieferanten fungieren.
Der Strand von Campese ist geomorphologisch klar gegliedert durch den zentralen Granitrücken, den Calcare cavernoso als westliche Begrenzung und den Granit im nordöstlichen Teil. Die Morphologie der Küste um Campese setzt sich unter Wasser in etwa fort, d.h. zwischen dem Torre und den Tralicci ist eine flach einfallende, sedimentreiche Zone vorzufinden, während die steil abfallenden Hänge des Calcare cavernoso sich von den Tralicci hin bis zu dem Pta. Faraglione im Westen submarin fortsetzen, ebenso, wie die Granithänge im Osten und Nordosten.
Nicht so erosionsresistent und folglich meist als konkave Geländeformen ausgebildet, finden sich im Bereich von Campese insbesondere die mylonitisierten Zonen zwischen dem Granit und der Halbinsel "Il Franco".

2.2.5. Verwitterung und Sedimentbildung

Die Gesteine verwittern aufgrund unterschiedlicher Einflüsse schneller oder langsamer und bilden je nach Art der Verwitterung über eine Reihe von Zwischenprodukten letztendlich mehr oder minder stabile Endprodukte, die abgetragen, unterschiedlich weit transportiert und sedimentiert werden.
Auf Giglio wirken auf die Gesteine physikalisch/mechanische, chemische, biologische und biochemische Verwitterungskräfte ein.
Jedes Gestein ist aufgrund seines inneren Aufbaus unterschiedlich anfällig gegenüber der Verwitterung. Die spiegelt sich z.B. in klassischer Weise am Strand von Campese in Form des den Strand teilenden Granitrückens wider. Der Granitrücken ist verwitterungsresistenter als die umliegenden Gesteine (siehe auch Abschnitt 2.2.4 Geomorphologie).
Die am Meeresboden in der Bucht von Campese gefundenen Sedimente stammen mit Sicherheit zum größten Teil von den Gesteinen, die obertage um die Bucht anstehen. Ursprünglich war geplant, von allen anstehenden Gesteinen Handstücke aus den unverwitterten und den verwitterten Bereichen zu nehmen und entlang der Bachläufe die An- bzw. Abreicherungsvorgänge in den Sedimenten bis hinunter zur Küste zu untersuchen. Dieses Vorhaben scheiterte jedoch am Wetter - heftige Niederschläge machten die meisten Täler unbegehbar - und an der zur Verfügung stehenden Zeit. Auf jeden Fall sollten die Bachsedimente noch beprobt und untersucht werden, um die Sedimente der Bucht bezüglich ihrer Zusammensetzung und ihrer Kornparameter besser zu verstehen.
Was geschieht nach der Verwitterung, nach der Herauslösung aus dem Gesteinsverband, beim Transport bis hin zur Sedimentation der Abtragungsprodukte am Strand oder am Meeresboden?
Bereits FREISE (1931) und THIEL (1940) bestimmten experimentell die Abnutzung oder die mechanische Widerstandsfähigkeit einer Anzahl von gesteinsbildenden Mineralen. FREISE entwickelte eine Verwitterungsreihe, in der die mechanische Abnutzungsgrad eines Einzelminerals gegen kristallinen Hämatit als Standard bestimmt wird (DEGENS,1968).
Nach RITTENHOUSE (1943) kann die unterschiedliche Klassierung des Materials während des Transports durch unterschiedliche Größe und spezifisches Gewicht der einzelnen Minerale die Fraktionierung noch verstärken. Auch nach der Ablagerung des angelieferten Materials im Strandbereich geht die Klassierung weiter.
DEGENS (1968) und WUNDERLICH (1971) bezeichnen reine Sand- und Seifenablagerungen als typische Beispiele eines solchen Sortierungsprozesses. Umgekehrt kann das Auftreten, die Abwesenheit und der Prozentsatz an gesteinsbildenden Mineralen in einem Sediment nach DEGENS für die Interpretation von verschiedenen syngenetischen und diagenetischen Phänomenen verwendet werden, wie etwa für das Bildungsmilieu, die Herkunft der Minerale, Verwitterungs- und Abtragungsprozesse, Paläogeographie und allgemeine Diagenese der Ge-

steine. Neben der Sortierung finden Veränderungen der Kornform statt. WUNDERLICH (1970) weist darauf hin, daß in den Sohlensedimenten von Erosionsschluchten häufig ein geringerer Abrollungsgrad, eben eine schlechtere Sortierung der einzelnen Gemengteile zu beobachten ist. Damit läßt sich ein solches Rinnensediment sehr gut von einem Strandsediment unterscheiden. Der Abrollungsgrad kann ermittelt werden, wenn man die Sedimente der Täler, hinab in Richtung Meer, entsprechend beprobt.
Auszählungen im kiesigen Anteil der submarinen Sedimente zeigen die unterschiedlichen Rundungsgrade. Solche kiesigen Anteile kommen insbesondere in Strandnähe vor. Der auffallend geringe Anteil an gut gerundeten Komponenten läßt darauf schließen, daß diese Kiese relativ junge Sedimente darstellen, die von der auflaufenden Brandung noch nicht über längere Zeit hinweg gerollt und damit gerundet wurden. Der relativ kurze Transportweg schließt ebenso eine Abrollung der Körner aus. Hiermit entfällt die oben erwähnte gute Unterscheidungsmethode der Rinnensedimente von Strandsedimenten nach WUNDERLICH (1970) für die rezenten Sedimente der Bucht von Campese.
Demnach kommen für kantige Sedimente im Strandbereich zwei genetische Möglichkeiten in Frage:

- Anlieferung --> Längeres Liegenbleiben am Strand --> keine Brandung --> Keine Rundung der Körner, oder
- Sehr hoher Anlieferungsgrad --> Junges Strandmaterial --> Keine Rundung der Körner

Die in dieser Arbeit erwähnten starken Umlagerungsvorgänge, die sich aus dem teils vorhandenen, teils fehlenden Strand vor dem zentralen Granitrücken ableiten lassen, sprechen gegen die erstere Möglichkeit. Folglich ist die zweite Variante die wahrscheinlichere, insbesondere im Hinblick auf die leicht verwitterbaren Mylonite des N-S-verlaufenden Kontaktes zwischen dem Granit und den älteren Gesteinen der "Il Franco".

2.3.6. Der Strand

Wie bekannt, ist das Mittelmeer nahezu gezeitenfrei. Dies ist für den internen Aufbau des Strandes insofern von großer Bedeutung, als dadurch Schlicklagen fehlen. Außerdem wird ohne Gezeiteneinfluß der Stoffdurchsatz der Strand- und Vorstrandzone außerordentlich gesenkt (WUNDERLICH, 1971).
Der Strand von Campese ist dadurch charakterisiert, daß er durch einen zentralen Granitrücken zweigeteilt ist. Der östliche Strand erstreckt sich also von diesem Granitrücken nach Osten bis zur Einmündung eines kleinen Baches im Hafenbereich südlich des Torre und hat die Form einer langen Kurve. Der westliche Strand verläuft nahezu geradelinig vom zentralen Granitrücken bis zur ehemaligen Erz-Verladerampe und wird je nach Jahreszeit durch einen einmündenden Bach zweigeteilt (siehe weiter unten).
Die Literatur und die bisherigen Beobachtungen zeigen, daß die Form und die Sedimente des Strandes sowohl vom Land, als auch vom Meer her gesteuert werden. Deshalb ist eine getrennte Betrachtung beider Einflußbereiche nicht sinnvoll. Wesentliche Bedeutung haben u.a. auch jahreszeitliche Klimawechsel, was sich beispielsweise darin äußert, daß mit der Wetterberuhigung im Sommer ein Nachlassen der Zufuhr frischer Sedimente verbunden ist.
Die Veränderbarkeit der Strandmorphologie durch einen einmündenden Bach konnte im Oktober 1992 beobachtet werden, als ein Bach nach heftigen nächtlichen Niederschlägen den Weststrand durchbrach. Diese Niederschläge ließen den Bach so stark anschwellen, daß er genügend Kraft hatte, die Strandberme zu durchbrechen. Aber noch während des Nachlasssens der Schüttung - am Morgen nach den Regenfällen - ebneten die auflaufenden Wellen das entstandene Minidelta wieder ein, so daß nur noch Reste des Deltas zu erkennen waren. Auf eine kurze Erosionsphase durch die Brandung (Abtransport des Deltamaterials) erfolgte eine Sedimentationsphase, wobei Sedimente durch die Brandung bis etwa 7m in die Bachmündung hinein flußaufwärts transportiert wurden, was an den entstandenen Spülsäumen nachgewiesen werden konnte.
WUNDERLICH (1971) schreibt, daß in seinem Untersuchungsgebiet während jeder jahreszeitlichen Periode eine charakteristische Strandform aufgebaut wird. "So ist nach den Winterstürmen der Strand weitgehend laminar und hangkonkordant geschichtet und der Seegang treibt das klastische Material den Strand hinauf bei gleichzeitiger starker Erosion des Hinterlandes. Das erodierte Material wird in Richtung Küste verfrachtet. Insbesondere im Winter führen Wind und Wassertätigkeiten zur Anreicherung von Schwermineralien. Im Gegensatz dazu wird im Sommer das Strandmaterial durch lang-

samen Längstransport verteilt. Es entstehen viele Strandwallbildungen, im Hinterland ist die Erosion nahezu erloschen, da viele der kleineren Zuflüsse inaktiv werden".
Ähnliche Beobachtungen zu Strandveränderungen in Abhängigkeit vom Klima konnten vom Autor auf der Insel Tioman (Malaysia) im Jahre 1988 und in der Bucht von Gampo (Südkorea) in den Jahren 1986- 1989 gemacht werden.
In Tioman lagerte sich eine Barriere aus einer Mischung von Korallensand und Verwitterungsprodukten aus dem Hinterland (hauptsächlich Quarzsand) vor einer Flußmündung während der sturm- und niederschlagsfreien Zeit ab. Unmittelbar nach dem Einsetzen der spätherbstlichen Monsunregen wurde durch die Zufuhr großer Mengen Niederschlagswasser über ein Bachbett die Barriere sofort durchbrochen, so daß die für eine Flußmündung übliche Deltabildung einsetzte. Hierbei konnte beobachtet werden, daß die aus dem Hinterland angelieferten Schwerminerale in Form von Seifen abgelagert wurden.
Ein ähnliches Beispiel stammt aus einer Bucht südlich von Gampo (Südkorea), in welche ein kleiner Fluß mündet, der während des Winters, Frühlings und Frühsommers nahezu trocken fällt. In dieser Zeit verteilt die Brandung die fluviatil angelieferten Sedimente über die ganze Bucht und bildet so einen gleichmäßigen, langen Sandstrand. Während dieser Zeit bahnt sich ein vollkommen unscheinbares Rinnsal als Entwässerung des durch die Strandbarre entstandenen Endsees einen canyonartigen Durchbruch am Rande der Bucht durch den Strand, wobei der Canyon auf den letzten Metern ein relativ starkes Gefälle aufweist. Mit Einsetzen der Taifunregen, deren Niederschlagsmengen oft bis zu 80 mm / h und mehr erreichen, wälzen sich enorme Wassermengen das Flußbett hinab. Der Sedimenttransport erhöht sich augenblicklich und die Fluten durchschlagen auf direktem Weg die Strandbarriere. Das Landschaftsbild im Küstenbereich ändert sich.
Der Strand von Campese veränderte sich während der Feldarbeiten fast jede Nacht durch heftige Winde, die zu Seegang führten und am Strand gut sichtbare Spülsäume hinterliesen. WUNDERLICH (1971), schreibt, daß sich lokal das Bild von Tag zu Tag ändern kann. Schwerwiegendere Veränderungen sind jedoch festzustellen, vergleicht man den Verlauf der heutigen Strandlinie mit der auf älteren Fotos (Tafel 1, Fig.2). In einem reich illustrierten Führer zur Insel Giglio (Ediz. Cartol. MASSIMI, ohne Angabe zum Erscheinungsjahr) ist ein Foto der Bucht abgebildet, welches zeigt, daß vor dem zentralen Granithügel noch ein breiter Sandstrand vorhanden ist, auf dem Touristen ihre Liegestühle mehrreihig aufgestellt haben. Im Oktober 1992 war ein Passieren dieser Stelle trockenen Fußes nicht möglich. Aussagen Einheimischer zufolge, besteht sogar hin und wieder die Möglichkeit vom Granitrücken Kopfsprünge ins Meer zu machen, d.h. eine Wassertiefe von ca. 2m kann vorkommen. Somit kann man mit Schwankungen der Sedimentmächtigkeiten von bis zu 2,5m rechnen.

Sowohl innerhalb des Ost-Strandes, als auch besonders ausgeprägt im westlichen Teil des Strandes treten tonig gebundene gelbe bis bräunliche Schichten aus dem Sand hervor, deren hellgelbe Matrix stark pyrithaltige Sande und Kiese enthält (siehe Tafel7,Fig.16). Bei der Verwitterung dieser Schichten kommt es zu einer Strandseifenbildung durch Abtransport der tonigen Anteile (Matrix). Die Pyritkomponenten sind oberflächig limonitisiert und erzeugen nach der Auswaschung der Matrix dunkelbraune Schlieren im Sandstrand (siehe Tafel 7,Fig.15). Die Matrix besteht aus *Natrojarosit* ($NaFe_3[(OH)_6/(SO_4)_2]$, Bestimmung durch U.RAST, 1993) mit etwas Quarz und Siderit in Spuren. Nach KLOCKMANN,F.(1978) gehört der Natrojarosit zur *Alunit-Bendantit-Goyazit-Gruppe.* "Die Paragenese ist ganz verschieden, die Sulfat- und Sulphat-Phosphat-Alunite entstammen im allgemeinen der Oxidationszone,...". Es ist zu vermuten,daß die Bildung von Natrojarosit in Campese sehr jung ist, nachdem bekannt ist, daß wenn pyritreiche Gesteine der Oxidation ausgesetzt werden, die Bildung von Natrojarosit binnen kurzer Zeit einsetzt (RAST,U.,1993, frdl. mündl. Mitt.).
Folgende zwei Möglichkeiten der Entstehung sind also denkbar:
- Die unter dem Strand liegenden Sedimente sind antropogenen Ursprungs, d.h., sie sind auf die Bergbauaktivitäten zurückzuführen. Hierfür spräche die Lage in der Nähe der Verladerampen und Transportwege.
Andererseits treten die gleichen halbverfestigten Sedimente auch unter dem östlichen Strand auf und liegen damit etwas außerhalb des Bergbaugebietes. Denkbar wäre allenfalls, daß in der Nähe des Oststrandes Halden aufgeschüttet wurden, deren Material,

abgeschwemmt, zur Bildung dieser Sedimente geführt hätte.
- Wahrscheinlicher aber ist, daß diese Sedimente durch die Erosion der Mylonitzone zwischen dem Granit und den älteren Sedimenten der Halbinsel "Il Franco" zurückzuführen sind. Denn hierin stecken die Pyritvererzungen und die entsprechenden Verwitterungsprodukte, die den Natrojarosit bilden können.
Besonders deutlich sind diese subrezenten (?) Schichten dort aufgeschlossen, wo der Bachlauf den westlichen Strand durchtrennt. Hier zeigt sich, daß die konglomeratischen Lagen zum Meer hin einfallen und durch abwechselnd sandige und kiesige Lagen eine deutliche Schichtung aufweisen.
PETTIJOHN, POTTER & SIEVER (1973) beschreiben Details vom Strandaufbau: " Dünne Schichten von Schwermineralen zeigen das Einfallen der Strandsande an, wobei genau diese Schichten feiner und besser sortiert, sowie meist dunkler sind als der gewöhnliche Sand".
"In Strandschichtungen liegt normalerweise die lange Achse der Körner senkrecht zu Küstenlinie. Die seewärts einfallenden Schichten können mit Rippeln versehen sein. Im Schwallbereich sind die Strandsedimente meist ganz fein geschichtet.Schrägschichtungen können auftreten. Die Hauptenergie für die Erosion, den Transport und die Ablagerung des Sandes entlang des Strandes sind winderzeugte Wellen und die dadurch induzierten sekundären Strömungen". Hierbei ist ganz klar eine Abhängigkeit von der Richtung der anlandenden Wellen, der Wellenhöhe und -länge sowie dem Aufbau und der Zusammensetzung des Meeresbodens zu merken."
Sand kann in mehreren Richtungen transportiert werden, sowohl landeinwärts, als auch küstenparallel. Während Sturmphasen kann der Sand auch bis ins tiefere Wasser verfrachtet werden, oder nach WUNDERLICH (1971) auch ganz im Schelf verschwinden. Solch ein Sand kann später wieder strandwärts transportiert werden.
Küstenparallele Transporte treten nach PETTIJOHN, POTTER & SIEVER (1973) dann auf, wenn der Auftreffwinkel der Wellen kleiner als 20° ist. In den Bereichen zwischen 0m und 20m Wassertiefe können die Wellen den Sand in Suspension bringen (Tafel 7,Fig.17). Die Folge ist ein Transport der Sedimente entlang der Küste in der "longshore- Strömung"mit einem relativ geringen Energieaufwand.

Der Sand entstammt entweder dem vom Landesinneren antransportierten Material, wobei Wind und Wasser die Transportmedien sein können, oder er entstammt der Wellenerosion entlang der Küste. Strandsande können auch wieder verfrachtet werden, entweder ins Landesinnere in Form von Dünen oder hinaus ins offene Meer durch auf- bzw. ablandige Winde.
"Gerät das ins Meer gespülte Sediment schnell in Bereiche, die außerhalb Strömung und Seegang liegen, wie auf Ischia, dann bleiben die einzelnen Phasen im Gefügebild erhalten. Anders ist es im unmittelbaren Strandbereich."(WUNDERLICH, 1971)
Die sichtbaren Spülsäume an den langen Sandstränden (Tafel 6, Fig 14) sind Relikte stärkerer Brandung der vergangenen Nacht und bestehen meist aus feinem organischen Material, wie z.B. Posidoniablätterhäcksel.

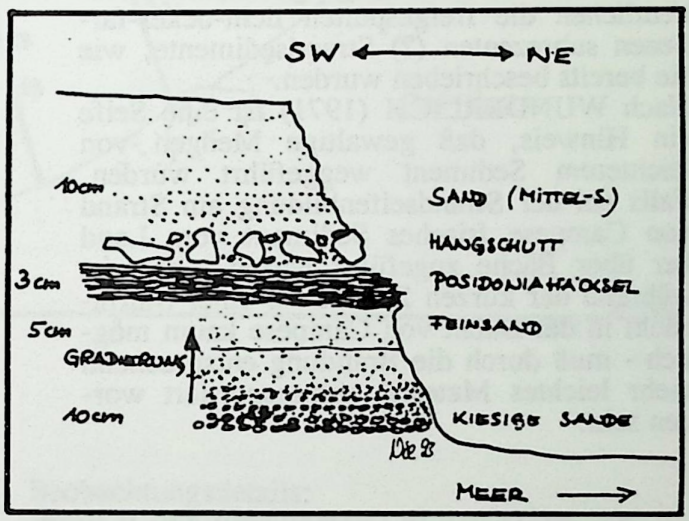


Abb.7: Aufbau einer subrezenten bis rezenten Strandterrasse in der Bucht südwestlich der "Tralicci" mit Wechsellagerungen terrestrischer und mariner Sedimente

In der kleinen Bucht westlich der Verladerampe wurde ein etwas mächtigerer Spülsaum detaillierter studiert, um über seine Zusammensetzung genauere Hinweise auf die Fauna und Flora des Meeresbodens der Bucht zu bekommen. Hierbei zeigte sich, daß sich ein Teil der rezenten Geschichte des Strandes in den Strandsedimenten widerspiegelt. Die auftretenden Wechsellagerungen entstammen hier sowohl Land- als auch Meeresbeeinflussungen. Kantiger Hangschutt wechselt mit rolligen Feinkiesen; Grobsandlagen werden von Feinsandlagen überdeckt (Gradierung) und Spülsäume sind mehrlagig in den Sedimenten

zu beobachten. Hierbei zeigte sich, daß der Posidoniahäcksel in den tiefsten Lagen bereits inkohlt ist.

Die Zusammensetzung von Spülsäumen hängt nach REINECK (1973) von der Jahreszeit ab; Spülsäume aus Seegras entstehen im Herbst, wenn Herbststürme Seegrasblätter abreißen.
Ein etwa 1m mächtiger Strandwall aus Posidoniaresten konnte in einer Bucht im nördlichen Teil der Westküste von "Il Franco" beobachtet werden. Dies Bucht gehört jedoch nicht mehr zur Bucht von Campese und ist aufgrund ihrer Lage der Brandung und Strömung der offenen Tyrrhenis ausgesetzt.
Bei Starkwind und entsprechender Brandung kommt es zu erheblichen Umlagerungsvorgängen und zur Strandseifenbildung (Tafel7,Fig.17 vom 3.12.1992). Daß es sich hierbei um Erosionsvorgänge handelt verdeutlichen die freigespülten licht-ocker-farbenen subrezenten (?) Strandsedimente, wie sie bereits beschrieben wurden.
Nach WUNDERLICH (1971) ist eine Seife ein Hinweis, daß gewaltige Mengen von leichterem Sediment weggeführt wurden. Falls bei der Strandseifenbildung am Strand von Campese frisches Sediment vom Land her über Bäche zugeführt wurde - dies ist während der kurzen Zeitspanne einer Sturmnacht in der Bucht von Campese kaum möglich - muß durch die Brandung entsprechend mehr leichtes Material abtransportiert worden sein.

3. Die submarinen Profile

3.1. Lage und Anzahl der Profile

Vier Profile mit einer Länge von jeweils 300 m verlaufen in etwa parallel zueinander in NW-SE-Richtung und erfassen einen Bereich der Bucht von etwa 500 m von SW nach NE und 300m von NW nach SE (d.h. etwa 150.000m^2). Das westlichste Profil liegt im Einflußbereich des früheren Bergbaus bzw. der Erzverladung und das östlichste im Bereich des Hafens und der Granitkuppe des "Torre"(Abb.8).

Allgemeine Charakteristik des Meeresbodens in der Bucht von Campese:

Die Bucht von Campese wird, wie oben beschrieben, von den nördlichen Ausläufern der Halbinsel "Il Franco", der Mylonitzone zwischen den älteren Sedimenten und dem Granit, sowie dem nordwestlichen Teil des Granitplutons eingerahmt. Im zentralen Bereich der Bucht entspricht die Morphologie des Strandes und des flachmarinen Bereiches einer üblichen Abfolge, wie sie in jedem Lehrbuch zu finden ist.
Viele der wesentlichen Charakteristika für flache Küstenbereiche (0-7m) wie sie FÜCHTBAUER & MÜLLER (1988) postulieren, konnten in der Bucht von Campese beobachtet werden.
Die Sandrippeln am Meeresboden der Bucht von Campese sind Anzeiger von Strömungsintensitäten und Strömungsrichtungen. Während der Probennahme entlang der Profile wurden u.a. die Wellenlänge von Sandrippeln sowie deren Amplituden, bzw. deren Veränderungen gemessen. Es fiel auf, daß die Wellenlänge (Abstand Kamm zu Kamm) zum "Torre" hin stark zunahm. Bereiche des Profils IV, die unmittelbar am "Torre" liegen, zeigen normale Wellenlängen, wie sie auch in den anderen Profilen zu finden waren (26-30 cm). Im strandnahen Bereich und vor der Hafeneinfahrt lag die Wellenlänge bei 40-50 cm und nordwestlich des "Torre", also zur Öffnung der Bucht hin nimmt die Wellenlänge bis auf 80 cm zu. Diese auffällig großen Rippeln waren auf freien Sandflächen zwischen Posidoniahügeln zu finden. Wenn auch eine Betrachtung der relativ geringen Daten zur Wellenlänge der Rippeln nicht sehr aussagekräftig ist, so kann man anhand der vorliegenden Daten annehmen, daß im Nordostteil der Bucht stärkere Strömungen vorherrschen, als im restlichen Teil. Diese Vermutung wird erhärtet durch die Verteilung der Korngrößen in den Sedimenten. Aus den im Anhang beigefügten Karten zur Verteilung der Korngrößen in Gewichtsprozenten läßt sich erkennen, daß der Grobsandanteil sowohl zum Hafen hin, als auch um die Halbinsel des "Torre" herum stark zunimmt. Zu den Amplituden der Rippeln sei bemerkt, daß diese entsprechend der Wellenlänge schwanken, wobei das Verhältnis von Amplitude zu Wellenlänge zwischen 4,5: 1 und 5,4: 1 schwankt.
Hinweise auf stärkere Strömungen im "Hafenbereich" südlich des "Torre" und im Bereich nordwestlich des "Torre" (beide Profil IV, Abb.8) sind ferner die Ansammlungen gröberer Materialien wie Schalenbruchstücke und komplette Gehäuse von Gastropoden und Lamellibranchiaten in den Tälern zischen den Rippelkämmen. Hierbei handelt es sich keineswegs nur um Hartteile typi-

scher Weichbodenbewohner, sondern auch um solche von Hartsubstratbesiedlern (Beschreibung in Teil II) sowie um eingschwemmte Bruchstücke aus dem Bereich des Corallinengrundes.

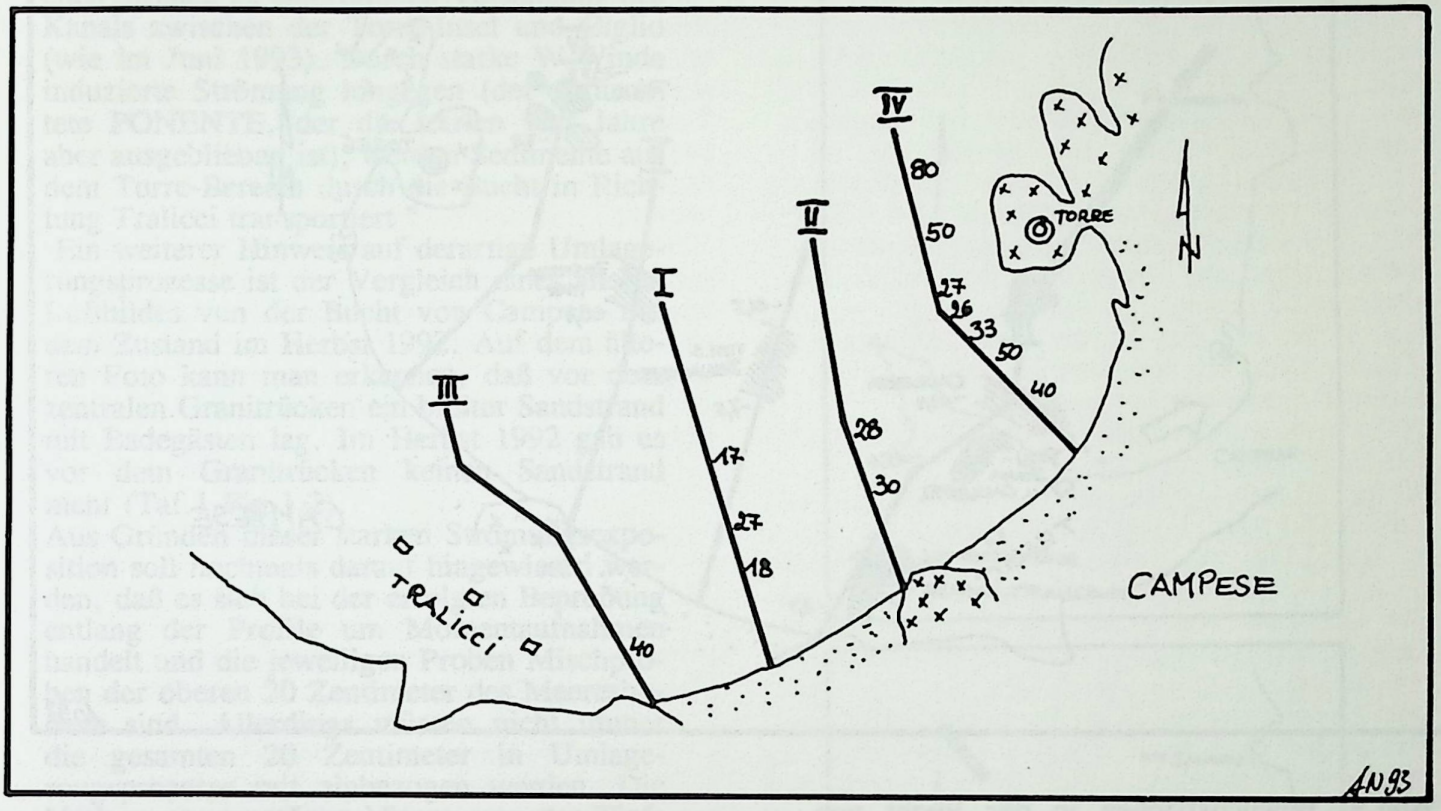


Abb.8: Abstand der Rippelkämme (in cm) in der Bucht von Campese

In unmittelbarer Nähe zum Strand (Profilmeter 10 und 20) findet man am Übergang vom kiesigen zum grobsandigen Boden Sandrippeln, deren Rippelkämme und teilweise auch Flanken aus oberflächlich limonitisiertem Pyrit aufgebaut sind. Die dunkelbraunen Kämme heben sich gut vom sonst hellen Sand ab. Nimmt man aus diesen Bereichen mit dem transparenten Stechrohr Proben, so erkennt man, daß sich diese feinen Pyritlagen nach unten hin wiederholen. FÜCHTBAUER & MÜLLER (1988) beschreiben Schwermineralanreicherungen als typisches Merkmal für Flachwasserbereiche.

Der Bewuchs des Meeresbodens der Bucht von Campese beschränkt sich entlang der Profile auf engbegrenzte Bereiche (siehe Abb.9). Generell kann gesagt werden, daß im Zentrum der Bucht der Bewuchs spärlich ist und bereits bei 10-12 m Wassertiefe endet (Profil I und II), während in den randlichen Profilen III und IV der Bewuchs nicht nur ausgeprägter ist, sondern auch bis in größere Tiefen reicht (20 m).

Beobachtungsdetails:

Profil I: von Profilmeter 170-210 (Tiefe 7,5-11,5m) liegt eine spärlich und teilbewachsene Zone, die durch *Posidonia* und etwas *Caulerpa* gekennzeichnet ist. Flachhügelige, filzartige Erhebungen wechseln mit unbewachsenen Zwischenbereichen. Auf den verfilzten Erhebungen treten Unmengen von *Bonellia viridis* auf.

Profil II: Nur bei Profilmeter 210 (Tiefe 9,4m) tritt vereinzelt *Zostera marina* auf.

Profil III: Bei Profilmeter 80 (Tiefe 2,4m) läuft das Profil an einer Posidoniawiese vorbei. Bis Profilmeter 240 (Tiefe 19,4m) ist nahezu kein Bewuchs vorhanden. Nur bei 215m trifft das Profil auf den Rand einer Seegraswiese mit viel *Caulerpa* und bei 240m (Tiefe 19,4) auf eine fast reine Caulerpawiese. Ab 250m ist der Meeresboden frei von Bewuchs.

Profil IV: Ab 225m (Tiefe 7,8m) bis 290m (Tiefe 19,3m) verläuft das Profil durch eine Unterwasser-Landschaft, die durch den

Wechsel zwischen bis zu 50cm hohe Posidonia-Rücken und bewuchsfreie Senken gekennzeichnet ist.

daß in den Wochen vor der Feldarbeit immer wieder starke Niederschläge und Stürme

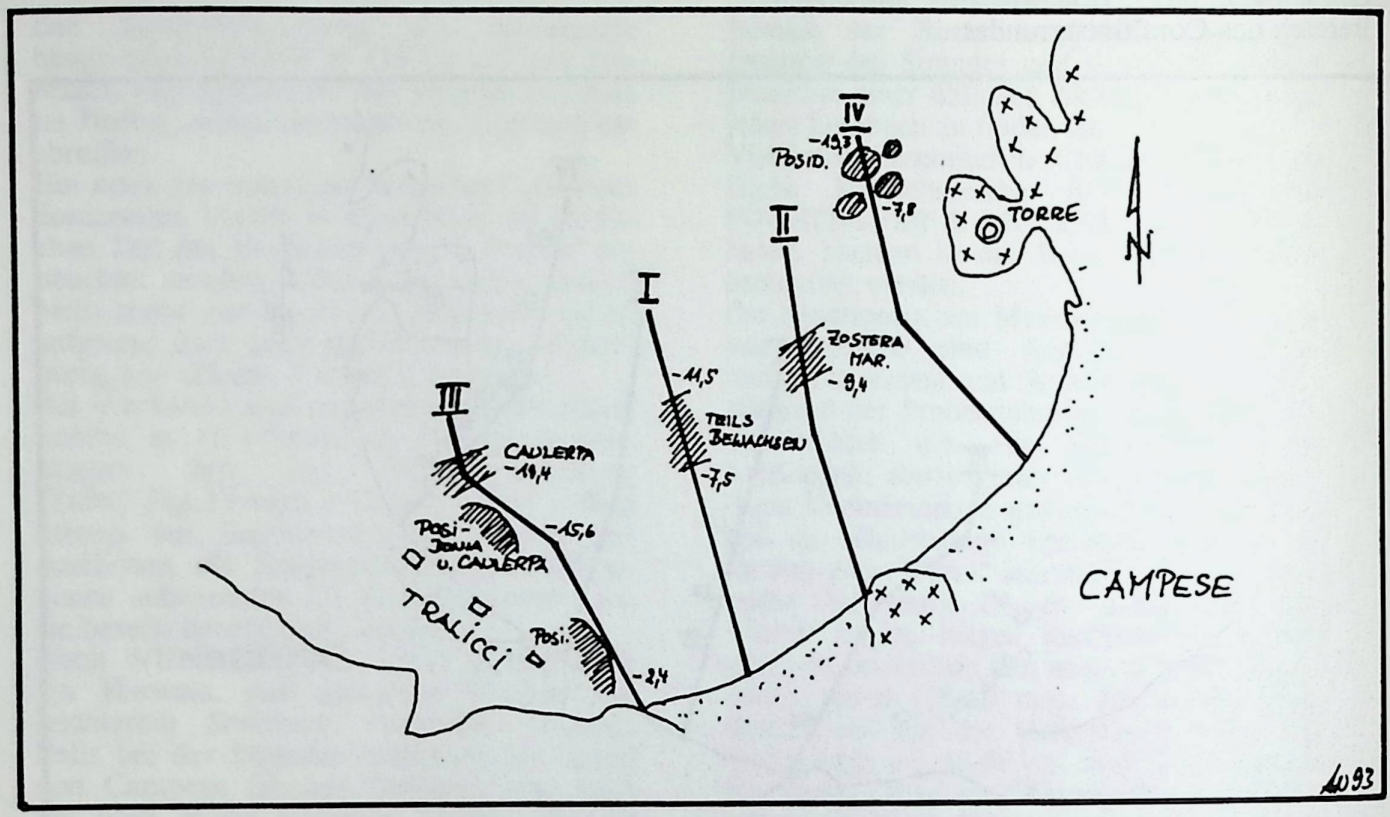


Abb.9: Bewuchsflächen in der Bucht von Campese

In diesem Zusammenhang sei noch einmal darauf hingewiesen, daß auf dem älteren Schrägluftbild der Bucht von Campese (Tafel 1, Fig.2) noch eine Seegraswiese unmittelbar vor dem östlichen Strand zu erkennen ist, die heute nicht mehr existiert. Das Verschwinden der Seegraswiese könnte auf die zunehmende touristische Nutzung des Strandes (und somit Verschmutzung und mechanische Belastung) zurückzuführen sein.

3.2. Korngrößenuntersuchungen

Die Probennahme im Taucheinsatz entlang der Profile I - IV erfolgte zu Beginn des Oktobers 1992 innerhalb von sechs Tagen. Die zu dieser Zeit vorherrschenden Wetterbedingungen sind auf den jeweiligen Original-Graphiken der einzelnen Profile vermerkt. Generell war während der Feldarbeiten bis auf nächtliche Gewitter mit Niederschlägen schönes Wetter bei ruhiger See, doch muß darauf hingewiesen werden, aufgetreten waren. Somit war die sommerliche "Ruhigwasserperiode" und die entsprechenden sedimentologischen Bedingungen vermutlich nicht gegeben.

Die Korngrößenverteilung ist direkt abhängig von den in der Bucht von Campese vorherrschenden Strömungen. Diese wiederum hängt von den Windrichtungen und der induzierten Strömungen sowie von der generellen Nord-Süd-Strömung im Bereich von Giglio ab (PILLEN,Th.,1992, frdl. mündl. Mitt.). Die Strömungsrichtungen in der Bucht wechseln (Abb.10).
PILLEN (1993):" Die Strömungen um Giglio herum sind nicht nur vom Wind abhängig. Die generelle Strömung ist eine Süd-Nord-Strömung mit einem Strömungssystem, wie es aus Abb. hervorgeht. Bei extremen Starkwindereignissen kommt es zum Umschlagen der großräumigen Strömung in eine Nord-Süd-Strömung mit einem Strömungssystem, wie in Abb.10 gezeigt. Die Frage bleibt, ob diese Strömung die Sedimentumla-

gerung in der Bucht von Campese hervorrufen kann. Vermutlich sind es einzelne Sturmereignisse, die für die Umlagerungen verantwortlich sind. Beispielsweise führen N/NE-Stürme unter Abtragen der südwestlichen Strände zu einer totalen Versandung des Kanals zwischen der Torre-Insel und Giglio (wie im Juni 1993). Durch starke W-Winde induzierte Strömung hingegen (der gefürchtete PONENTE, der die letzten vier Jahre aber ausgeblieben ist), werden Sedimente aus dem Torre-Bereich durch die Bucht in Richtung Tralicci transportiert "

Ein weiterer Hinweis auf derartige Umlagerungsprozesse ist der Vergleich eines älteren Luftbildes von der Bucht von Campese mit dem Zustand im Herbst 1992. Auf dem älteren Foto kann man erkennen, daß vor dem zentralen Granitrücken ein breiter Sandstrand mit Badegästen lag. Im Herbst 1992 gab es vor dem Granitrücken keinen Sandstrand mehr (Taf.1,Fig.1,2).

Aus Gründen dieser starken Strömungsexposition soll nochmals darauf hingewiesen werden, daß es sich bei der erfolgten Beprobung entlang der Profile um Momentaufnahmen handelt und die jeweiligen Proben Mischproben der oberen 20 Zentimeter des Meeresbodens sind. Allerdings müssen nicht immer die gesamten 20 Zentimeter in Umlagerungsprozesse mit einbezogen werden. Die Umlagerungsvorgänge hängen von der Tiefe der Wellenbasis ab, das heißt, daß die strandnahen Sedimente eher umgelagert werden, als Sedimente in größeren Tiefen. Die stärkste Abnahme der Strömungsgeschwindigkeit tritt nach v.RAD (1970) in den oberen 10m auf. Die bodennahen Geschwindigkeiten betragen im allgemeinen mindestens 50% der Oberflächengeschwindigkeit.

Die in der Bucht von Campese gefundenen Sedimente könnten aufgrund ihrer Korngrößenverteilung bestimmten Strömungsintensitäten zugeordnet werden, wären sie nicht als Mischprobe entnommen worden. Die bei BRINKMANN (1975, nach HJULSTRÖM) aufgezeigte Abhängigkeit des Frachtvermögens des fließenden Wassers von der Korngröße und der Strömungsgeschwindigkeit gibt indirekt wieder, mit welchen Strömungsgeschwindigkeiten in der Bucht von Campese gerechnet werden muß, jedoch erscheint diese Aussage zu pauschal. Strömungsmessungen vor Ort hat ZIEBIS (1993, frdl. mündl. Mitt.) durchgeführt, allerdings ohne Beprobung der um den jeweiligen Meßpunkt auftretenden Oberflächensedimente. Die Strömungsgeschwindigkeiten schwankten an 4 Stationen zwischen 3 und 8 cm/sec und erreichen dort, wo gut sortierte Mittelsande vorliegen, bis zu 13 cm/sec.

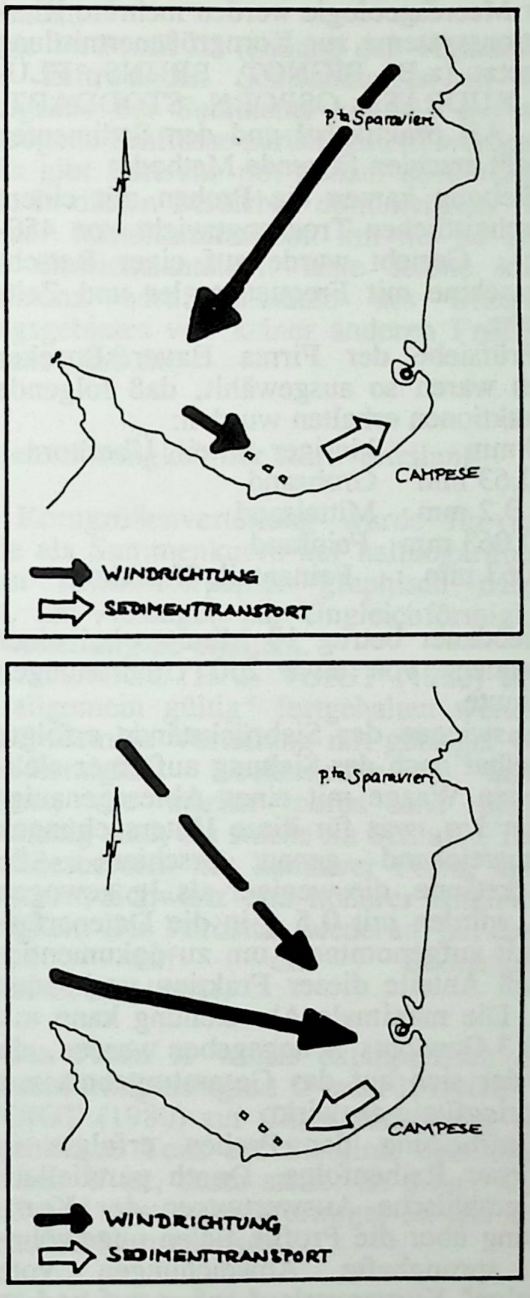


Abb.10: Zusammenhang zwischen Starkwindrichtungen und Partikeltransport in der Bucht von Campese (Nach PILLEN 1993)

Die entlang der Unterwasserprofile genommenen Proben wurden an Land in Plastiksäcke umgefüllt und durch wiederholtes

Spülen mit Frischwasser und anschließendem vorsichtigen Dekantieren entsalzen. Der Wasserentzug erfolgte teils an der Luft, teils wurden die Proben im Umlufttrockenschrank getrocknet.
In der Meeresgeologie werden mehrere Klassifikationssysteme zur Korngrößenermittlung eingesetzt (z.B. BIGNOT, BRUNS, FLÜGEL, KUDRASS, OSBORN, STODDART, usw.). Als praktikabel und den Sedimenten angepaßt erschien folgende Methode:
Zur Siebung kamen die Proben mit einem durchschnittlichen Trockengewicht von 450-500 g . Gesiebt wurde auf einer Retsch-Siebmaschine mit Frequenzregler und Zeitschaltuhr.
Die Prüfsiebe der Firma Haver&Boecker (Oelde) waren so ausgewählt, daß folgende Kornfraktionen erhalten wurden:

> 2,0 mm	kiesiger Anteil, Überkorn
2,0 - 0,63 mm	Grobsand
0,63 - 0,2 mm	Mittelsand
0,2 - 0,063 mm	Feinsand
< 0,063 mm	Feinanteil, Unterkorn

Die Siebdauer betrug 10 Minuten bei einer Siebfrequenz von etwa 250 Umdrehungen pro Minute.
Das Auswiegen der Siebrückstände erfolgte unmittelbar nach der Siebung auf einer elektronischen Waage mit einer Ablesegenauigkeit von 1 g, was für diese Untersuchungen als ausreichend genau erschien. Alle Siebrückstände, die weniger als 1g gewogen haben, wurden mit 0,5 g in die Datenerfassung mit aufgenommen, um zu dokumentieren, daß Anteile dieser Fraktion vorhanden waren. Die maximale Abweichung kann mit 0,1 - 0,3 Gewichts-% angegeben werden, ein Wert, der sich auf das Gesamtergebnis nur sehr geringfügig auswirkt.
Die Bearbeitung der Proben erfolgte in zwangloser Reihenfolge. Durch parallellaufende graphische Auswertungen der Kornverteilung über die Profile fielen ungewöhnliche, sprunghafte Abweichungen vom "normalen" Kurvenverlauf sofort auf und es konnte, wenn nötig, möglichen Fehlern nachgegangen werden.
Solche sprunghaften Abweichungen sind im strandnahen Bereich (0 - ca. 50 m im Profil III, 0 - 25 m im Profil I und 0 - 35 m im Profil II) zu beobachten. Hier sind die Ursachen aber darin zu sehen, daß die Kornverteilung durch die Lage in der Brandungszone (durch Brandungslängs- und -rückstrom) tatsächlich starken Schwankungen unterliegt.

Auffällige Schwankungen in der Kornverteilung im tieferen Wasser (z.B. Profil III, Probe bei 300 m) sind darauf zurückzuführen, daß die Sedimentproben organische Anteile wie Reste von Posidoniawurzeln oder -blättern enthalten, die vor der Siebung der Probe nicht entnommen wurden. Sie bleiben auf dem gröbsten Sieb liegen und erhöhen dadurch den Gewichtsanteil der kiesigen Fraktion in der Gesamtprobe, wodurch bei prozentualer Betrachtung die Anteile der anderen Fraktionen entsprechend reduziert werden.
Ebenso verhält es sich mit anderen organogenen Bestandteilen der Probe, wenn sie, wie z.B. bei Gastropoden- und Lamellibranchiatengehäusen in ihrer Gänze im Sediment eingelagert sind. Über die Verteilung dieser Bestandteile im Sediment wird später berichtet (Teil II).

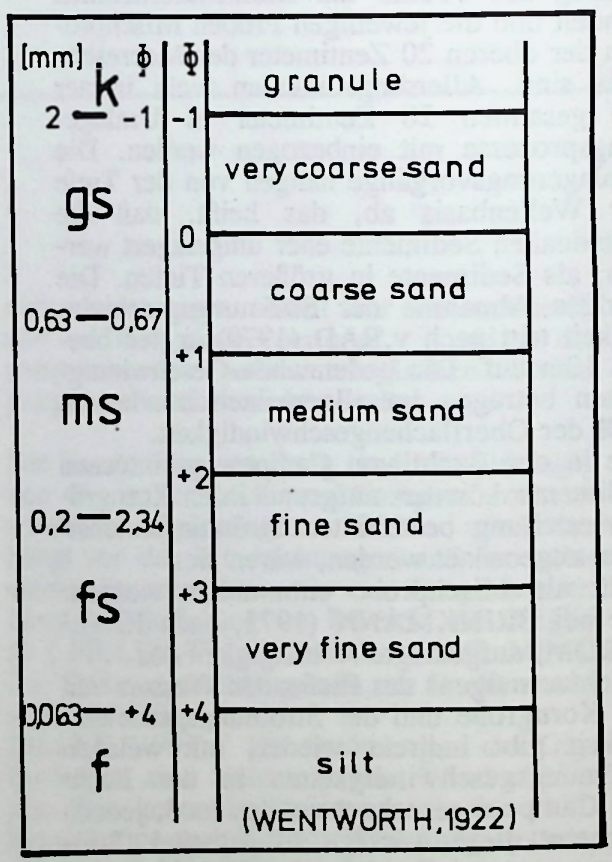


Abb.11: Vergleich der in der vorliegenden Arbeit benutzten Korngrößenklassifizierung mit der Klassifizierung nach WENTWORTH (1922)

Graphische Auswertung und erste Ergebnisse

Nach der Umrechnung der Gewichte der einzelnen Kornfraktionen in Prozentanteile an der Gesamtprobe erfolgte eine erste Auswertung durch Eintrag der Gewichtsprozente der Einzelfraktionen in eine graphische Darstellung der Profile (siehe Abb.20).
Desweiteren wurde die Korngrößenverteilung jeder Probe durch eine Summenkurve dargestellt, um Rückschlüsse auf den Sortiertungsgrad (über die Steilheit der Kurve) und damit letztendlich auf die Permeabilität des Sediments ziehen zu können.
Um die Verteilung der einzelnen Kornfraktionen über die Bucht von Campese sichtbar zu machen, wurden Karten angefertigt (Abb. 15-18). Entlang der Profile wurden die Gewichtsanteile z. B. der Mittelsandfraktion eingetragen und die Flächen gleicher Gewichtsprozente über Interpolation ermittelt.
Unberücksichtigt blieb hierbei die Tatsache, daß im Bereich der betrachteten Meeresböden u.a. Posidonia-Wiesen liegen, die selbstverständlich Sedimente anderer Korngrößen beinhalten. Wünschenswert wäre also zur Erhöhung der Genauigkeit der Korngrößenverteilungskarten eine Auskartierung aller bewachsenen Flächen (evt. über Luftbilder) und zusätzliche Beprobung der Übergänge vom unbewachsenen zum bewachsenen Meeresboden. Ferner bleibt festzustellen, ob die Korngrößenverteilung der Sedimente in den bewachsenen Bereichen auch tiefenabhängigen (?) Schwankungen unterliegt.

Als vorläufiges Zwischenergebnis entstanden vier Verteilungskarten für die Fraktionen

kiesig (>2mm),
grobsandig,
mittelsandig und
feinsandig,

die im Anhang zu finden sind. Die kartenmäßige Darstellung der Feinanteile (< 0,063mm) in Gewichtsprozenten erschien nicht sinnvoll, da diese Anteile in den untersuchten Sedimenten eine sehr untergeordnete Rolle spielen.

Folgende Ergebnisse lassen sich aus der Korngrößenauswertung in Verbindung mit der Lage der einzelnen Profile bzw. Proben ziehen:
1) Die gröberen Kornfraktionen liegen bevorzugt im Ostteil der Bucht von Campese in Richtung Hafen und in Strandnähe.
2) Die Korngröße nimmt innerhalb der Bucht von Osten nach Westen und mit zunehmender Entfernung vom Strand ab.
3) Der strandnahe Bereich unterliegt großen Schwankungen bezüglich der Korngrößen im Sediment.
4) Die im Profil III (entlang der Verladestation) auftretenden Schwankungen in der Korngröße der Sedimente könnten auf anthropogene Einflüsse zurückgeführt werden.
5) Es gibt Bereiche mit hohem Sortierungsgrad. In diesen Bereichen dominiert der Anteil der Mittelsandfraktion mit bis zu über 90% Gewichtsanteilen. Eine solche klare Dominanz wird innerhalb des Untersuchungsgebietes von keiner anderen Fraktion erreicht (Abb.20)

Ungleichförmigkeit der Kornverteilung

Die Korngrößenverteilung wurde für jede Probe als Summenkurve auf halblogarithmischem Millimeterpapier graphisch dargestellt, um Aussagen zur Ungleichförmigkeit der Verteilung zu erhalten.
Nach LANGGUTH & VOIGT (1980) kann "als allgemein gültig" festgehalten werden, "daß S-förmige Verteilung mit geringer Ungleichförmigkeit Lockersedimente kennzeichnet, die stärker porös und besser durchlässig sind, als solche im Schluff / Ton- oder Kiesbereich mit konkaver Form, langgezogenem Schwanz und höherer Ungleichförmigkeit. Die Porosität wiederum hat einen Einfluß auf die Bodenfauna (FRIEDRICH,1965).

Für das Profil II wurde exemplarisch der Ungleichförmigkeitsgrad U nach LANGUTH & VOIGT (1980) zur Charakterisierung des maßgeblichen Teils der Sieblinie berechnet. Je kleiner U ist, desto steiler ist dieser Kurventeil und desto gleichförmiger ist das entsprechende Korngemisch.

Der Ungleichförmigkeitsgrad zeigt im Profil II folgende Schwankungen:

Strandnaher Bereich, 10 -30m, U=2.5-3.8
Bereich 40-50m, U (geringer): ca. 1.7
Bereich 60-100m, U (erhöht): 2.0-2,7
Bereich 110-190m, U (geringer): 1,5-1,8
Bereich 200-220m, U (erhöht): 2.0-2.4
Bereich 230-300m, U (wechselnd): 1,4-2,8

Fazit:
Es gibt Unterschiede in den Ungleichförmigkeitsfaktoren, die aber nahezu parallel mit der Korngrößensortierung laufen.

Für die im Sediment lebende Fauna, bzw. "für die gesamte organische und chemische Aktivität am und im Boden " (DYER1979) spielt die Durchlässigkeit der Sedimente bezüglich des Wasser- und Gasaustausches und der Nahrungszufuhr eine bedeutende Rolle und wird deswegen in die Untersuchungen mit einbezogen. Die Permeabilität wird von den physikalischen Eigenschaften des Meerwassers, der Größe und der Form der Poren und den Porenverbindungen bestimmt. Die Porosität ist abhängig von der Packung, Einregelung und Sortierung der Körner.
Nun einige Anmerkungen zur Porosität: V. ENGELHARDT (1960) definiert die Porosität (ϵ) als "Porenraum in Teilen des Gesamtvolumens" folgendermaßen:

$$\epsilon = \frac{Vp}{Vg} = \frac{Vg - Vf}{Vg}$$

wobei ϵ = Porosität
vp = Volumen der Poren
Vg = Gesamtvolumen
Vf = Volumen der festen Bestandteile
bedeuten.
Sandablagerungen vergleicht v.ENGELHARDT modellhaft mit Kugelpackungen, wenn es sich um einen natürlichen Sand, der etwa aus gleichgroßen Körnern besteht, handelt. Dieser Vergleich mit der Porosität der Kugelpackung funktioniert aber nur, wenn die "Ablagerung von Sanden nur nach dem Prinzip möglichst dichter Lagerung erfolgt". Die in der Natur vorliegenden unverfestigten Sande weisen allerdings eine fast doppelt so hohe Porosität auf. V.ENGELHARDT folgert daraus, daß die dichteste Kugelpackung bei natürlicher Ablagerung nicht erreicht wird, obwohl sie den energetisch günstigsten Endzustand eines Sediments darstellt. Daß dies nicht erreicht wird," kann nur daran liegen, daß die Reibung an den Berührungsstellen der Körner schließlich so groß wird, daß Bewegungen der Körner gegeneinander, die zur Herstellung der dichtesten Kugelpackung notwendig wären, nicht mehr möglich sind."
Wesentlich für die natürlichen Strand- und Flachwassersedimente der Bucht von Campese ist ferner, daß es sich nicht um Sande ausschließlich einer Korngröße handelt, sondern um Mischungen unterschiedlicher Korngrößen. V.ENGELHART beschreibt die Porositätsverhältnisse unterschiedlicher Mischungssysteme, und gelangt letztendlich zu dem Ergebnis, daß die Porosität im hohen Maße von der Art der Verteilung (gleichförmig, symmetrisch mit Maximum, symmetrisch mit Minimum, unymmetrisch ansteigend und unsymmetrisch abfallend) abhängt.
"Die Korngrößenverteilungen natürlicher Sande zeigen meistens ein mehr oder minder deutliches Maximum. Die größten Porositäten wird man in solche Sanden erwarten, die ein sehr scharfes Maximum zeigen. Verbreitert sich das Maximum symmetrisch, so wird die Porosität abnehmen. Noch geringere Porositäten wird man in Sedimenten mit stark unsymmetrischer Lage des Maximums erwarten dürfen, wo also die häufigste Korngröße ganz am grobkörnigen oder ganz am feinkörnigen Ende der Korngrößenverteilung liegt."
Dies gilt natürlich nur für annähernd kugelförmige Körner. Generell kann man davon ausgehen, daß alle nichtkugeligen Partikel Packungen höherer Porosität als Kugeln ergeben.
Übertragen auf die Sedimente der Bucht von Campese heißt das, daß nur solche Sande, deren Körner gut gerundet sind, geringere Porositäten zeigen. Da sich aber bei näherer Betrachtung der Kornformen zeigt, daß die meisten Körner nicht gut gerundet sind, ist davon auszugehen, daß eine hohe Porosität vorliegt.
Bereits FRASER (1935) stellte tabellarisch den Einfluß der Kornform auf die Porosität dar. V.ENGELHARDT weist darauf hin, daß von ebenen Flächen begrenzte Teilchen lockere Pachungen bilden, obwohl sich " doch gerade solche Körper fast lückenlos packen lassen sollten". Man sieht, "daß in der Natur die hochsymmetrischen Anordnungen geringster Porosität nicht verwirklicht werden. Man wird in natürlichen Sanden einheitlicher Kornform um so höhere Porositäten erwarten, je größer die Abweichung der Körner von der Kugelform ist". "Von besonderem Interesse", so schreibt v.ENGELHARDT weiter," ist die Frage nach der Porosität von Packungen, die aus Partikeln verschiedener Gestalt bestehen, wie sie etwa in einem Sand aus Quarzkörnern und Glimmerplättchen vorliegen".
Neben der Größe und der Kornform hängt die Porosität der Sande aber auch von der Einregelung aufgrund der Schwerkraft ab. Hierbei spielt der Anteil der Schwerminerale eine erhebliche Rolle, die Schwerminerale

müßten theoretisch Lagen mit geringerer Porosität entstehen lassen.
Betrachtet man die Ergebnisse der Sedimentuntersuchungen in der Bucht von Campese nach dem bisher zur Porosität Gesagten, so kann zumindest gesagt werden, daß in den flachmarinen Sedimenten auf grund ihrer unterschiedlich guten Sortierung unterschiedliche Porositäten vorliegen. Aber auch hier darf nicht vergessen werden, daß es sich bei den untersuchten Proben um Mischproben der obersten 20 cm des Meeresbodens handelt, oder anders ausgedrückt, daß z.B. Schwermineralseifen als dünne Lagen im Sediment durchaus abdichtenden Charakter (über eine Reduktion der Porosität) haben können.
Um die Durchlässigkeit - also die Permeabilität - der Mischproben näherungsweise zu bestimmen, blieb in Ermangelung genauerer Analysen nur die Ermittlung des Durchlässigkeitskoeffizienten aus der Kornverteilungskurve nach BEYER (1964) übrig; damit wurde ein Anhaltspunkt für die Permeabilität der gezogenen Proben erhalten. Redox-Messungen von ZIEBIS (1993) zeigen, daß, auch wenn im Plexiglasprobenrohr keine Schichtung zu erkennen ist, unterschiedliche Redoxpotentiale vorliegen, was u.U. auf Permeabilitätsschwankungen zurückzuführen ist.
Die Auswertung der Durchlässigkeitskoeffizienten zeigt, daß die Proben in unmittelbarer Strandnähe Werte von $n \times 10^{-4}$ m/sec aufweisen, während sich alle übrigen bei $n \times 10^{-5}$ m/sec und geringer (außerhalb der von BEYER angegebenen Tabelle) befinden.
Die strandnahen Proben zeigen bis zum Profilmeter 60 eine kontinuierliche Abnahme des Durchlässigkeitskoeffizienten. Von 70m bis 130m liegen die Werte zwischen 4.7 und 6.9×10^{-5}, von 150m bis 190m pendeln sie sich bei 4×10^{-5} ein und ab 200m sind die Durchlässigkeitskoeffizienten mit $< 4 \times 10^{-5}$ zu bewerten, da, wie erwähnt, eine Bestimmung anhand der Tabelle nach BEYER nicht mehr möglich ist.

Beprobung der Profile nach dem Winter 1992/93

Eine weitere Beprobung der rezenten Sedimente in der Bucht von Campese wurde im März 1993 von ZIEBIS vorgenommen. Die Probennahme erfolgte mit den gleichen Methoden und mit der gleichen Ausrüstung, wie sie bei den Arbeiten im Oktober 1992 angewandt und eingesetzt wurden.
Beprobt wurden diesmal die Profile II und III im Logabstand von jeweils 20m. Vergleichbar sind bei beiden Profilen die Proben der Logs 0m bis 150m .
Die wesentlichen Unterschiede zu den Korngrößenverteilungen der "Herbst-92-Proben" sind folgende:

Profil II a (1993):

Profilmeter 20 : Der kiesige Anteil hat zugunsten des Grob-, aber hauptsächlich des Mittelsandes abgenommen
Profilmeter 40 : Der Mittelsand hat zugunsten des Grobsandes abgenommen
Profilmeter 60-80 : Kaum Veränderungen
Profilmeter 100 :Starke Abnahme des Grobsandanteils zugunsten des Mittelsandes

Profil IIIa (1993):

Profilmeter 20 :Abnahme der Mittelsandanteile zugunsten der gröberen Fraktionen um ca. 30%
Profilmeter 40 :Zunahme des Mittelsandanteil um 80%! zulasten des kiesigen und grobsandigen Anteils
Profilmeter 60 : Keine Veränderungen
Profilmeter 80 : Deutliche Verschiebung zum Feinsand hin zulasten des Mittelsandes
Profilmeter 100-140 : Geringe Veränderungen und wenn, dann zugunsten des Mittelsandes

3.3. Kornkomponenten

Die Kornkomponenten spiegeln einerseits die Zusammensetzung der Gesteine wider, von denen sie letztendlich abstammen und über Verwitterungs- und Transportvorgänge ins Meer gelangt sind. Andererseits sind in den Sedimenten eine große Menge organogener Bestandteile in Form von Hartteilen mariner Lebewesen enthalten, die entweder eingeschwemmt (also auch transportiert) wurden, oder aber als Hartteile beim Zerfall bestimmter Lebewesen bzw. deren Hartteile im Sediment in situ übrigblieben. Umlagerungsvorgänge sind dabei nie auszuschließen. Der Gesamtgehalt an biogenen Anteilen spiegelt die Lebewelt der entsprechenden Meeresboden-Abschnitte wider, die Mineralkomponenten und Gesteinsbruchstücke repräsentieren die Geologie der näheren Umgebung.
Die Beschreibung der Kornkomponenten basiert auf der Durchsicht der trockenen Sedimentproben unter dem Binokular, erfolgt aber im Teil II. Die Beschreibung der

Schwerminerale als nicht minder wichtige Kornkomponente findet sich im folgenden Abschnitt.

3.4. Schwermineralbestand

Für eine erste Untersuchung kamen zunächst Proben des Profil II zum Einsatz, die in der Tabelle auf der folgenden Seite aufgelistet sind.
Die Untersuchung der Schwerminerale nahm dankenswerterweise Dr.U.RAST vor. Die vorliegende Stellungnahme entstand aus mikroskopischen Untersuchungen, den Untersuchungen der vorhandenen Handstücke, sowie gemeinsamen Diskussionen.
Zur Methodik sei gesagt, daß die Schwerminerale auf Flächenstreifen des Präparats gezählt wurden und die Zahlen Kornhäufigkeits-Prozente darstellen (zur Methode vgl. RAST,U.,1991).
Der unter "sonstige Schwerminerale" aufgeführte Biotit ist in den Prozentzahlen unter So in der Tabelle nicht enthalten, dagegen haben die hier ebenfalls genannten Ortho- und Klinopyroxene eigene Tabellenspalten; eine weitere Aufgliederung dieser Mineralgruppen aber erschien nicht sinnvoll, da eine genaue Bestimmung nur in Ausnahmefällen möglich war.
Der Begriff "Alterit" (vgl. dazu BOENIGK,1983,S.56 und MILNER, 1952, S.188) wird hier gebraucht für meist feinkörnige Aggregate, im Durchlicht farblos bis grünbraun; sie haben mittlere bis hohe Licht- und meist hohe Doppelbrechung mit weißlichen bis graubraunen, oft anomalen Interferenzfarben; Auslöschung ist nicht zu beobachten. Häufig treten sie in Verwachsungen mit feinspätigen Karbonatkörnern auf. Es wird angenommen, daß es sich hier um noch zusätzlich hydrothermal umgewandelte Reste von Kalksilikatgesteinen unterschiedlichen Verwitterungsgrades handelt. Die grüne und braune Farbgebung deutet auf die Anwesenheit eisenhaltiger Ausgangsminerale wie Epidot, Pumpellyit und Chlorit.
RAST (1993) deutet die Befunde wie folgt: "Neben der nächstliegenden Aussage, daß die Schwermineralassoziation den Gesteinsverband des Liefergebietes abbildet, lassen sich doch auch noch einige weitergehende Schlußfolgerungen bezüglich des Zustandekommens gerade dieser Assoziation, ihrer Erhaltung und ihrer Beziehung zum Hinterland ziehen, besonders wenn man noch weitere Beobachtungen und Daten mit heranzieht.
Zunächst muß gesagt werden, daß die gesamte Schwermineralassoziation eine große Transportweite und/ oder häufige Aufarbeitung ausschließt; dafür spricht nicht nur der äußerst empfindliche Fluorit, sondern auch die Pyroxene, die Häufigkeit der Alterationsprodukte und der oft massenweise auftretende frische Biotit. Im Liefergebiet sollte also neben Granitoiden, die Zirkon, Turmalin, Biotit und Apatit liefern, Mineralisationen mit Flußspat vorkommen, und zwar im größeren Umfang, da sonst eine solche Fluoritanreicherung nicht zu verstehen wäre. Proben aus Apliten mit hellen Mineralen und Turmalin wurden gesammelt und mit Hilfe einer Röntgendiffraktometeraufnahme untersucht. Dabei stellte sich heraus, daß nicht, wie zunächst vermutet die erhoffte Fluoritmineralisation in den hellen Gangstückchen zu finden war, sondern diese in der Hauptsache aus verschiedenen Kali- und Alkalifeldspäten bestehen. Bei dem Turmalin handelt es sich um Schörl. Nach dem Fluorit zu suchen bleibt also weiter Aufgabe.
Eine weitere interessante Gruppe bilden die Pyroxene, die nur in basischen und ultrabasischen Gesteinen (wie auch die Spinelle), meist Magmatiten vorkommen. Grüngesteine sind , auch als Gerölle, von der Insel Giglio bekannt, sie kämen aber in erster Linie als Ausgangsmaterial für Chlorit und die Alterationsprodukte in Frage. Es sollten also entsprechend unveränderte Mafite vorkommen. Die Wahrscheinlichkeit, daß die Pyroxene aus jungen Vulkaniten oder vulkanischen Lockerprodukten stammen, wird eher für gering gehalten, da Korngröße und Erhaltungszustand nicht für große Transportweiten sprechen. Hier zeigt sich am deutlichsten die zu einer fundierten Interpretation fehlende Detailkartierung und petrographische Untersuchung der Insel.
Der Fluoritgehalt zeigt drei deutliche Maxima, wobei unmittelbar an der Küste die höchsten Gehalte angetroffen werden, wodurch wieder die enge Nachbarschaft des Liefergebietes nahegelegt wird. Um die Probe 8116, die auf einer submersen Schwelle entnommen wurde und eines der Fluoritmaxima enthält, gruppieren sich Proben mit deutlich niedrigerem Fluoritgehalt. Vieleicht hängt dies mit der durch die unterschiedlichen Wassertiefen bedingten Strömungs- und Wellenenergie zusammen.
Der Gehalt an opaken Schwermineralen, insbesondere Sulfiden ist bis in eine gewisse

Schwerminerale Strandprofil Insel GIGLIO

Labor-Nr.	Tiefe [m]	Entfer-nung [m]	Flt	Z	T	R	Ap	G	Ep	Opx	Cpx	Alt	So	Kornz.
8112	2.3	20	76	3	9	-	1	-	3	-	-	5	3	274
8113	2.8	40	53	3	7	-	5	5	4	4	1	12	6	120
8114	3.3	60	53	-	7	-	4	4	-	1	-	26	6	109
8115	3.6	80	34	-	7	1	2	4	-	-	-	38	13	85!
8116	3.0	100	63	1	8	-	4	-	1	1	-	15	7	179
8117	3.2	120	38	-	13	1	3	-	-	-	6	25	14	77!
8118	4.6	150	57	1	18	-	5	2	1	2	2	4	7	251
8119	5.3	160	45	3	20	3	5	3	1	-	2	7	11	145
8120	6.8	180	54	3	14	-	6	1	2	2	1	8	9	167
8121	10.5	220	47	<1	15	2	7	4	7	-	3	7	7	209
8122	13.4	240	64	1	5	3	2	6	2	1	2	5	9	130
8123	18.2	260	36	6	10	3	9	2	8	5	1	11	10	132
8124	23.8	280	47	4	13	2	7	3	1	1	3	9	10	135
8125	27.5	300	43	2	9	6	6	9	-	5	1	8	11	127

Erläuterung der Abkürzungen: Flt = Fluorit; Z = Zirkon; T = Turmalin; R = Rutil; Ap = Apatit; G = Granat; Ep = Epidot; Opx = Orthopyroxen; Cpx = Clinopyroxen; Alt = Alterit; So = sonstige Schwerminerale; Kornz. = Kornzahl (! = Kornzahlen <100, statistische Sicherheit der ermittelten Daten gering); - = nicht nachgewiesen.

Analysen: Dr. U.Rast (GLA, München, 1993)

Entfernung von der Küste in etwa gleich, nimmt dann aber mit zunehmender Entfernung von der Küste und steigender Wassertiefe deutlich ab. Parallel dazu vermindert sich die durchschnittliche Korngröße der Schwermineralfraktion (Proben 8118/8119). Als Herkunftsgestein kommen zwar auch mafische Gesteine in Frage, doch zeigt der die Insel beherrschende Granit sowohl starke tektonische Überprägung als auch intensive Vererzung und Mineralisation unterschiedlichster Genese und Ausbildung; dies zeigen sogar schon die wenigen, nur makroskopisch untersuchten Gesteinsproben. Was die Korngrößenverteilung der Sulfide und auch anderer opaker Minerale im Sediment anlangt, so leuchtet Strömungs- und Tiefenabhängigkeit unmittelbar ein, sie könnte auch auf die Verteilung anderer Schwerminerale mit besonders hohem spezifischen Gewicht einwirken. Anthropogene Einflüsse infolge der bis in die jüngste Zeit dauernden Verladetätigkeit unweit der untersuchten Profillinien können sowohl für die Anwesenheit wie für die Verteilung der Sulfidminerale von Bedeutung sein.
Nicht geklärt werden kann derzeit die Natur der roten Einschlüsse in den Hellglimmern. Sie sind so häufig, daß manche Proben dadurch regelrecht rötlich erscheinen. Denkbar wäre, daß es sich um Hämatit handelt, der sowohl von der Kristallform her, als auch durch die Tatsache, daß er in sehr dünnen Blättchen rot-durchscheinend ist, in Frage käme. Zahlreiche andere vererzte Leichtminerale, die in der Schwermineralfraktion gefunden wurden, zeigen z.T. fortgeschrittene Verwitterungsmerkmale, die eigentlich nicht zum Gesamtbild der Schwermineralpopulation passen. Es wird angenommen, daß sie diesen Zustand bereits bei ihrer Abtragung aus dem Liefergebiet mehr oder weniger erreicht hatten, so daß sie eher den Zustand des Wirtsgesteines als das Transportschicksal der Schwerminerale widerspiegeln. Einige Handstücke der auf der Insel anstehenden Gesteine zeigen jedoch eher eine intensive tektonisch-hydrothermale Überprägung als eine allzu intensive chemische Verwitterung, die ja auch empfindliche Schwerminerale, wie Flußspat und Pyroxene, nicht ungeschoren gelassen hätte.
Die zahlreich gefundenen Karbonatminerale dürften nicht nur von dem relativ kleinen Vorkommen mesozoischer Karbonatgesteine geliefert worden sein, sondern könnten auch Umwandlungsprodukten von Grüngesteinen entstammen (?Ophikalzite?). Derlei Spekulationen wären nur durch feldgeologische Detailuntersuchungen zu konkretisieren.
Damit rundet sich das Bild und belegt die eingangs gemachte Behauptung, daß die Schwerminerale einen Fingerabdruck der Gesteinswelt der Insel liefern, was wegen der kräftigen Stranddynamik durchaus nicht selbstverständlich ist."

3.5. Fazieszonierungen

Auf Basis der gemachten Beobachtungen unter Wasser und der Ergebnisse der Laborarbeit kann die Bucht von Campese in mehrere Bereiche eingeteilt werden (Abb.12), deren Charakteristika im folgenden kurz beschrieben werden:

1) Nasser Strand: der vom Seegang beeinflußte Bereich des Strandes mit Spülsäumen. Hoher kiesiger und Grobsandanteil, bestehend hauptsächlich aus Gesteinsbruchstücken und Quarzkristallen, die lediglich kantengerundet sind.

2) Vorstrandbereich, Brandungszone: Kiesige und grobsandige Korngrößen herrschen vor; der Sortierungsgrad der Sedimente ist schlecht. Sandrippeln orientieren sich an der Brandung und am Brandungslängsstrom und zeigen ausgeprägte Pyritkämme.

3) Bereich starker Umlagerungsvorgänge: im Hafen und teilweise im Vorstrandbereich mit Grobsandfraktionen und schlechter Sortierung.

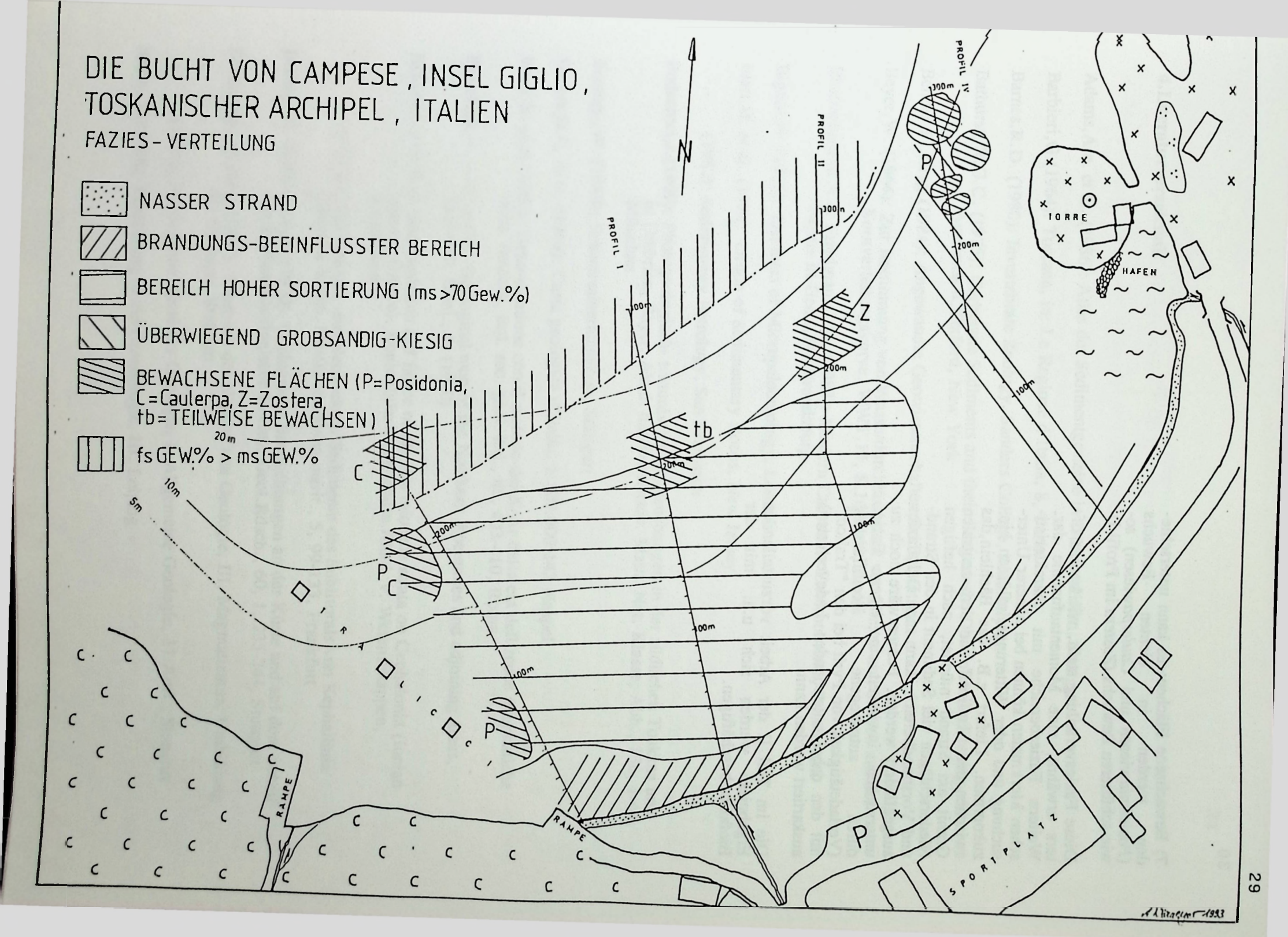
4) Flachwasserbereich mit hohem Sortierungsgrad: über 70 Gew.% sind einer Korngröße zuzuordnen. Diesen hohen Sortierungsgrad erreichen in der Bucht von Campese nur die Mittelsande. Der Bereich erstreckt sich von der Mitte der Bucht nach Westen bis zu den "Tralicci". Es ist der Hauptverbreitungsraum der *Callianassa*-Bauten.

5) Flachwasserbereich mit vorherrschend Grobsand- und Kiesfraktionen im östlichen Bereich der Bucht.

6) Bereich zum tieferen Wasser hin; der Feinsand- und Feinstkornanteil überwiegt.

DIE BUCHT VON CAMPESE, INSEL GIGLIO, TOSKANISCHER ARCHIPEL, ITALIEN

FAZIES-VERTEILUNG



7) Bewachsene Flächen; es kann unterschieden werden in dichten Bewuchs (*Posidonia*wiesen und *Caulerpa*wiesen) sowie schütteren Bewuchs (*Zostera* im Profil I)

Diese Faziesverteilung stellt, wie bereits öfters erwähnt, eine Momentaufnahme dar. Weitere Faziesbereiche mit charakteristischen Merkmalen können bei näherer Untersuchung und oder Witterungseinflüssen hinzukommen. Liefert z.B. das Bächlein,das zwischen den "Tralicci" und dem zentralen Granit am Strand mündet, nach heftigen Niederschlägen viel Sediment in den Strand- und Vorstrandbereich, kann eine Deltafazies ausgegliedert werden. Ferner wäre noch zu untersuchen, inwieweit eine eigene Fazies durch antropogene Beeinflussung (Verladetätigkeit von Pyrit bei den "Tralicci" mit den dabei entstehenden Ladeverlusten) auskartiert werden kann.

Die im Teil II der Arbeit vorzustellenden Ergebnisse werden sich u.a. mit der Biofazies beschäftigen.

4.Literaturverzeichnis

Adams,A.e. et al. (1986): Atlas der Sedimentgesteine in Dünnschliffen, Stuttgart

Barbieri,G.(1964): Toscana, in: Le Regione d'Italia, 8, Turin

Barnes,R.D. (1980): Invertebrate Zoology, Sanders College, Philadelphia

Bathurst, R.G.C. (1975): Carbonate Sediments and their Diagenesis, Dev. of Sedimentology 12, Amsterdam, Oxford, New York

Bender,F.,Hrsg.(1984): Angewandte Geowissenschaften,Bd.3, Stuttgart

Beyer,W. (1964): Zur Bestimmung von Wasserdurchlässigkeit von Kiesen und Sanden aus der Kornverteilungskurve. WWT,14, S.165-168, Berlin

Bhattacharyya,A.& Friedman,G.M. (1983): Modern Carbonate Environments, Benchmark Papers in Geol.,74, Stroudsburg

Bignot,G. (1985): Elements of Micropaleontology, London

Blatt,H. et al. (1980): Origin of Sedimentary Rocks, New Jersey

-.- (1982): Sedimentary Petrology, San Francisco

Bodechtel,J.(1969): Photogeologisch- tektonische Untersuchungen in der südlichen Toskana und in Umbrien, Bayer. Akad. der Wissensch. Math. Nat. Klasse, Abh., 136, 1-44, München

Boenigk,W. (1983): Schwermineralanalyse, Stuttgart

Borgia,G.C. et al. (1969): Carta geologica d'Italia, 1:100.000,142 Neapel

Borsi,S. et al.(1967): Denominatione con il metodo del K/Ar delle eta dell rocce magmatiche della Toscana, Bol. soc. geol. ital., 86, 403-410, Roma

Bortolotti,V. et al.(1970): Geological map of the Northern Apennines and adjoining areas, Sediment. Geol., 4, (1970)

Braune,K.(1973,a): Sedimentation and fazies of the late miocene strata on Cephalonia (Ionian islands, Greece), Koninklijke Nederlandse Akad. v. Wetenschappen, Amsterdam

-.- (1973,b): Die rezenten und pleistozänen Sedimente des Sublitorals von Kephallinia (Ionische Inseln, Senckenbergiana marit., 5, 99-133, Frankfurt

Braune, K. & Fabricius,F.(1970): Geologische Beobachtungen an der Küste und auf dem Schelf von Kephallinia (Ionische Inseln), Geol.Rdsch., 60, 1, 235-244, Stuttgart

Brinkmann, R.Hrsg.(1967): Lehrbuch der allgemeinen Geologie, III, Magmatismus, Umbildung der Gesteine, Stuttgart

-.- (1975): Brinkmanns Abriß der Geologie, I, Allgemeine Geologie, 11.Aufl., Stuttgart

Bruns, E.(1968): Einführung in die Ozeanologie, III, Leipzig

Brückner,K.& Radtke,U.(1990): Küstenlinien, Indikatoren für Neotektonik und Eustasie, Geogr. Rdsch.12/90, 654-661, Braunschweig

Bundesanstalt für Seeschiffahrt und Hydrographie (1991): Klima und Wetter im Mittelmeer, in: Mittelmeerhandbuch, III, Hamburg

Burst, J.F.(1958): Glauconite-pellets, their mineral nature and applications to stratigrafic interpretation. Bull. Amer.Assoc.Petrol.Geol.,42, 310-327

Campbell, A.C. (1987): Der Kosmos Strandführer, Stuttgart

Cepek,P.& Reineck,H.-E.(1970): Form und Entstehung von Rieselmarken im Watt- und Strandbereich, Senckenbergiana Marit.,2, 3-30, Frankfurt a.Main

Clark,R.B. (1986): Marine Pollution, Oxford

Cocco,G. (1959): Considerationi geochimico-petrografiche sulla granoidiorite dell' Isola del Giglio (Archipelago Toscano), Atti Soc tosc.Sci. nat., Ser. A, 66, 273-332, Pisa

Compton,R.R. (1962): Manual of Field Geology, New York, Chichester,Brisbane, Toronto

Dallan Nardi,L., Elter,P.& Nardi,R. (1971): Considerationi sul' arco dell Apennino settentrionale e sulla "Linea" Ancona- Anzio, Bull.Soc. Geol. It., 90,203-211

Degens,E. (1968): Geochemie der Sedimente, Stuttgart

Del Bono,G.(1969): Carta geologica d'Italia, 1:100.000,142, Neapel

Deutsches Hydrographisches Institut (1959): siehe "Kreuzerabteilung"

Dietrich,G.et al. (1975): Allgemeine Meereskunde, Berlin, Stuttgart

Dörjes,J.(1971): Der Golf von Gaeta (Tyrrhenisches Meer).IV Das Makrobenthos und seine küstenparallele Zonierung. Senckenbergiana marit.,3, 203-246, Frankfurt a.M.

Dörjes,J. et al. (1969): Die Rinnen der Jade (Südliche Nordsee). Sedimente und Makrobenthos. Senckenbergiana marit.,(1) 50, 5-62, Frankfurt a.M.

Dyer,K.R. (1979): Estuarine Hydrography and Sedimentation, Cambridge

Engelhardt, W.v.(1960): Der Porenraum der Sedimente, Berlin, Göttingen, Heidelberg

Fabricius, F.& Schmidt-Thomé,P. (1972): Contribution to recent sedimentation on the shelves of the Southern Adriatic, Ionian and Syrtis Seas, Stroudsburg, Pa.

Fei,A. (1989): Civilta mineraria all'Isola del Giglio, Pisa

Flügel, E. (1978): Mikrofazielle Untersuchungsmethoden von Kalken, Berlin, Heidelberg, New York

Fraser, H.J. (1935): Experimental study of the porosity and permeability of clastic sediments, J.Geol.,43.

Freise, F.W. (1931): Untersuchung von Mineralien auf Abnutzbarkeit bei Verfrachtung im Wasser, Tschermaks Min. Petr. Mitt. 41, 1-7, 1931

Frey, R.W. (1973): Concepts in the study of biogenic sedimentary structures, Jour.Sed.Petrol., 43/1, 6-19

Friedrich, H. (1965): Meeresbiologie, Berlin

Füchtbauer, H.& Müller, G.(1988): Sedimente und Sedimentgesteine, Stuttgart

Gadow, S. (1971): Der Golf von Gaeta (Tyrrhenisches Meer).I Die Sedimente, Senckenbergiana Marit.,3, 103-133, Frankfurt a.Main

Gadow, S.& Reineck, H.-E. (1969): Ablandiger Sandtransport bei Sturmfluten. Senckenbergiana Marit., (1) 50, 63-78, Frankfurt a.M.

Galliher,E.E.(1935): Gauconite genesis, Geol.Soc.Amer.Bull.46, 1351-1366.

Garms, H. (1969): Pflanzen und Tiere Europas, Braunschweig

Gasperi, G.& Gelmini, R. (1973): Richerche sul verrucano.1. Il verrucano del Monte Argentario e dei Monti dell' Ucellina in Toscana, Bull. Soc. Geol. It.,92, 115-140

Giese, P.& Reutter, K.J. (19..): Die Geotraverse Ib, Poebene, Nordapennin, Elba, Korsika

Gray, J.S. (1984): Ökologie mariner Sedimente, Springer Hochschultexte

Greenwood, B.& Davis, R.A.,Jr.(1984): Hydrodynamics and Sedimentation in wave-dominated coastal environments. Dev. in Sediment., 39, Amsterdam

Günther, K.(1973): Ergebnisse meeresgeologischer und geophysikalischer Untersuchungen in der nördlichen Tyrrhenis und im Ligurischen Meer und ihre Konsequenzen für die Deutung der Orogenese des Nordapennins. N.Jb. Geol. Paläont. Abh., 142,191-296, Stuttgart

Haq, B.U.& Boersman,A. (1978): Introduction to Marine Micropaleontology, New York

Harland, W.B. et al. (1985): A Geological Time Scale, Cambridge

Heimann, K.O. et al. (1975): Schichtenfolge und Flora des Messinien Nord- Korfu (Griechenland), Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., 15,169-177, München

Helmer, R. (1978): Umweltprobleme im Mittelmeer, Wasserwirtschaft, 68, 331-339

Hertweck, G.(1971): Der Golf von Gaeta (Tyrrhenisches Meer).V. Abfolge der Biofaziesbereiche in den Vorstrand- und Schelfsedimenten, Senckenbergiana Marit.,3, 247-276,Frankfurt a.M.

-.- (1972): Georgia Coastal Region, Sapelo Island, USA: Sedimentology and Biology.V. Distribution and Environmental Significanca of Lebens-spuren and insitu Skeletal Remains, Senckenbergiana Marit., 4, 125-167, Frankfurt a.M.

-.- (1973): Der Golf von Gaeta (Tyrrhenisches Meer), VI. Lebensspuren einiger Bodenbewohner und Ichnofaziesbereiche. Senckenbergiana Marit.,5, 9-197, Frankfurt a.M.

-.- (1974): Handstechkasten zur Gewinnung von ungestörten Sedimentproben im Taucheinsatz, Senckenbergiana Marit.,6,(2), 119-127, Frankfurt a.M.

Hey, R.W. (1978):Horizontal quarternary shorelines of the Mediterranean, in: Quarternary research, 10, 197-203, New York u.a.

Howard, J.D. & Reineck, H.-E. (1972): Georgia Coastal Region, Sapelo Island, USA: Sedimentology and Biology.VIII. Conclusions. Senckenbergiana marit., 4, 217-222, Frankfurt a.M.

Howard, J.D. et al. (1974): Biogenic Sedimentary Structures formed by Heart Urchins, Senckenbergiana marit., 6 (2), 185-201, Frankfurt a.M.

Hsü, K.J. (1984): Das Mittelmeer war eine Wüste. DMH-News, 6/84, Luzern

Hsü, K.J. et al.(1973): Late Miocene Desiccation of the Mediterranean, Nature, 242, 240-244

Hsü, K.J. et al.(1978): Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, Vol.XLII, 1, Washington

Hutchison, Ch.S. (1974): Laboratory Handbook of Petrographic Techniques, New York, London, Sydney, Toronto

Inman, D.L. (1952): Measures for describing the size distribution of sediments. Jour. Sed. Petrology, 22/3, 125-145.

Irwin, M.L.(1965) General theory of epiiric clear water sedimentatio. Bull.Amer.Assoc.Petrol.,49/4, 445-459, Tulsa Geol.

Istituto Idrografico della Marina (1977): Isola del Giglio, Seekarte 1:20 000, 119, Rom

Kaiser (1971): in: Die Entwicklungsgeschichte der Erde, Hanau

Kellerat, D.(1982): Hohlkehlen sowie rezente organische Gesteinsbildungen an der Küste und ihre Beziehungen zum Meeresniveau, in: Essener Geographische Arbeiten, 1, 1-27, Essen

Kennet,J.P. (1982): Marine Geology, Englewood Cliffs, N.J.

Kern,M. (1988): Geologie im Gelände, Stuttgart

Klockmann,F (1978): Klockmanns Lehrbuch der Mineralogie,Stuttgart

Kreuzer-Abteilung des Deutschen Seglerverbandes (1978): Hafenhandbuch Mittelmeer Teil II, Mitte, D-2/48

Krumbein,W.E.(19..): Sedimentmikrobiologie und ihre geologischen Aspekte, Geol.Rdsch., 60, 438-471

Lange,H.& Sarnthein,M. (1970): Glaukonitkörner in rezenten Sedimenten des Persischen Golfs, Geol. Rdsch., 60, 256-264, Stuttgart

Languth,H.-R.& Voigt,R. (1980): Hydrogeologische Methoden, Berlin, Heidelberg, New York

Leonov,Y.G.& Khain,V.E. (Edit.) (1987): Global Correlation of Tectonic Movements, John Wiley & Sons Ltd. Darin: Malorado, R.,Kap.8, S. 141-157, A Chronological Synopsis of Events of Tectogenic Significance in Italy

Lerman,M. (1986): Marine Biology, Menlo Park

Lindner,G. (1990): Muscheln und Schnecken der Weltmeere, München, Zürich, Wien

Longinelli,A. & Polacco Milani, E. (1965): Distributione della radioactivita negli zirconi di alcune rocce "granitiche" dell'Arcipelago Toscano. Rend. Soc. miner. Ital., 10, 165-172, Pavia

Lotti,B. (1883): Appunti di osservationi geologiche nel promotorio Argentario, nell'isola del Giglio e nell'isola di Gorgona. Boll.R.Com.geol.Ital., Ser.II,4, 109-128, Roma

Luepke,G. (1984): Stability opf Heavy Minerals in Sediments, Benchmark Papers in Geology Series, New York

Luther,W.& Fiedler,K. (1967): Die Unterwasserfauna der Mittelmeerküsten, Hamburg und Berlin

Mahler,A. (1979): Verkarstung der Karbonatgebiete am Golfo di Orosei (Sardinien), Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck,7,8/9,1-49, Innsbruck

Malaroda, R. (1987): siehe Leonov, Yu.G.& Khain, V.E.

Maxwell, A.E., Hrsg.,(1970): The Sea, New York, London, Sydney, Toronto.

Millosevich,F. (1916): Studi litologici sull' Isola del Giglio I: Le rocce verdi. Atti Acad. Lincei Rend., Ser.5 a, 25, 472-485, Rom

Milner, H.B. (1952): Sedimentary Petrography, London, 3rd Ed.

Müller,G.(1964):Methoden der Sedimentuntersuchung

Müller,G.& Raith,M. (1973): Methoden der Dünnschliffmikroskopie, Clausthaler Tekt. Hefte 14, Clausthal- Zellerfeld

Müller,H.J. (1986): Bestimmung wirbelloser Tiere im Gelände, Stuttgart

Müller,J & Sigl,W. (1977): Morphologie und rezente Sedimentation des Ammersees, N. Jb. Geol. Paläont: Abh. 154, 2, 155-185, Stuttgart

Muus,B.J.& Dahlström,P. (1965): Meeresfische in Farben, München

Nahke,P. (1988): Die Sandwüste lebt, Tauchen, 1, 46-50, Hamburg

Neumann, (1976): Dissertation an der LMU,München

Ney,P.(1986): Gesteinsaufbereitung im Labor, Stuttgart

Nybakken,J.W. (1982): Marine Biology, New York

Oeltzschner,H.& Sigl,W. (1970): Sedimentologische Untersuchungen im Golf von Manfredonia (Südadria), Geol. Rdsch. 60, 1, 131-144, Stuttgart

Ogniben, L. Parotto, M.& Praturlon, A.(1975): Structural Model of Italy, Rom

Papp,A.& Thenius,E.(1959): Tertiär, in: Lotze,F.,Hrsg.,(1959): Handbuch der stratigraphischen Geologie, III, 1, Stuttgart

Petersen,M.(1968): Sandbewegungen an der Küste und ihre Bestimmung durch Radioisotope, Die Naturwissenschaften, 7, 328-332

Pettijohn,F.J. et al. (1973): Sand and Sandstones, New York, Heidelberg, Berlin

Pfannenstiel,M. (1951): Quartäre Spiegelschwankungen des Mittelmeeres und des Schwarzen Meeres. Vierteljahresschr. Naturforsch. Ges. Zürich, 96, 81-102, Zürich

Pichler,H. (1970): Italienische Vulkan-Gebiete I, Berlin Stuttgart

Pillen,Th. (1992/93): (Diverse freundliche mündliche und schriftliche Mitteilungen)

Porrenga,D.H.(1967): Glauconite and chaamosite as deapth indicators in the marine environment, Marine geol. 5,495-501, Amsterdam

Rad, U.v., Sigl,W., Oeltzschner, H. (1970): Bodenströmungen und Sedimenttransport im Golf von Manfredonia (Italien, Südadria), Geol. Rdsch.,60/1, Stuttgart

Radtke,U. (1983): Genese und Altersstellung der marinen Terrassen zwischen Civitavecchia und Monta Argentario unter besonderer Berücksichtigung der Elektronenspin-Resonanz-Altersbestimmungsmethode. Düsseldorfer Geographische Schriften, 22, Düsseldorf

Rast,U. (1991): Sedimentpetrographische Untersuchungsmethoden am Bayerischen Geologischen Landesamt. Teil I: Schwermineralanalyse. Geol.Bavar.,96: 223-228, München

Reineck,H.-E.(1973): Spülsäume, Natur und Museum, 103, (4), Frankfurt a.Main

-.- (1978): Geopetale Kriterien im Lupenbereich, Senckenberg. Marit.10, (1/3), 31-37, Frankfurt a.Main

-.- (1967): Ein Kolbenlot mit Plastikrohr, Senckenberg.leth. 48, 285-289, Frankfurt a.M.

-.- (1963): Naßhärtung von ungestörten Bodenproben im Format 5x5 cm für projizierbare Dünnschliffe, Senckenberg. leth. 44, 357-362, Frankfurt a.M.

-.- (1984): Aktuogeologie klastischer Sedimente, Frankfurt a.Main

-.- (1990): Kurzgefaßte Sedimentologie, Clausthaler Tekt. Hefte, 27

Reineck,H.-E.& Singh,I.B.(1971): Der Golf von Gaeta (Tyrrhenisches Meer) III. Die Gefüge von Vorstrand- und Schelfsedimenten, Senckenberg. Marit.

-.- (1975): Depositional Sedimentary Environment, Berlin, Heidelberg, New York

Reutter,K.-J.(1968): Die tektonischen Einheiten des Nordapennins, Eclogae geol. Helv., 61/1

Richter,G. (1962): Beobachtungen zum Beutefang der marinen Bohrschnecke 'Lunatia nitida', Natur u. Museum, 92 (5), Frankfurt a.M.

Riedl,R. (1989): Die Gärten des Poseidon, Wien

-.- (1970): Fauna und Flora der Adria, Hamburg, Berlin

Rittenhouse,G.W. (1943): Transportation and deposition of heavy minerals. Bull. Geol. Soc. Amer.,54: 1725-1780

Rödiger,A. (1987): Harte Schale - Weicher Kern, Tauchen,4,61-64, Hamburg

Rossoni,P. (1934): Contributo alla litologia dell' Isola del Giglio, Mem.Soc.Tosc.Sc.nat:, 44, 104 S., Pisa

Ruggieri,G.&Sprovieri,R. (1977): A revision of italian pleistocene stratigraphy. Geologica Romana 16, 131-139, Roma

Sauer,F. (1977): Strand und Küste, München, Bern, Wien

Schäfer,W (1963): Biozönose und Biofazies im marinen Bereich, Aufsätze u. Reden Senckenb. naturf. Ges., 11, 1-6, Frankfurt a.Main

Segre,A.G. (1958): Neue geologische und morphologische Untersuchungen im tyrrhenischen Gebiet, Geol. Rdsch. 47, 1, 196-207

Seibold,E.& Berger,W.H. (1982): The Sea Floor, Berlin, Heidelberg, New York

Shepard,F.P. (1973): Submarine Geology, New York

-.- (1964): Sea level changes in the past 6.000 years: Possible archeological significances. Science, 143, 574-576, New York

Shepard, F.P. & Young,R. (1961): Distinguishing between beach and dune sands. Jour. Sed. Petrology, 31/2, 196-214.

Sigl,W.(1973): Der Golf von Manfredonia (südliche Adria).I. Die fazielle Differenzierung der Sedimente, Senckenberg. Marit. 5, 3-49, Frankfurt a.M.

Stanley,D.J.& Wezel,F.-C. (1985): Geological evolution of the mediterranean basin.New York u.a.

Stoddart,D.R.& Johannes,R.E. (1978): Coral Reefs: Research Methods, UNESCO, Paris

Stowe,K. (1983): Ocean Science, New York

Strickland,J.D.H.& Parson,T.R.(1972): A Practical Handbook of Seawater Analysis, Ottawa

Takihashi,J. (1939): Synopsis of glauconization, in:Trusk,P.E. (edit.) : Recent marine sediments, Amer Assoc. Petrol. Geol.,503-513, Tulsa

Thiel,E.A. (1940): The relative resistance to abrasion of mineral grain sand size. Journal of Sed. Petrol., 10/1940, 103-124

Thorwarth,A.(1992): Mittelmeer 2000. Hamburg

Tonnani,F. (1958): La distribuzione del boro nelle intrusioni granodioritiche toscane del Monte Capanne (Isola d' Elba) e dell'Isola del Giglio. Rend. Soc. miner. ital., 14, 352 S., Pavia

Trask,P.D. (1939): Recent marine sediments. London

Tucker,M.E. (1981): Sedimentary Petrology, an Introduction, Geoscience Texts, Vol 3, Oxford

Twidale,C.R. (1982): Granite Landforms, Amsterdam, New York, Oxford

U.S.Naval Oceanographic Office (1975): Instruction Manual for Obtaining Oceanographic Data, Washington

Valentin, C. (1986): Faszinierende Unterwasserwelt des Mittelmeeres, Hamburg, Berlin, Pisa, Rom

Waldeck,H. (1986): Die Insel Elba und die kleineren Inseln des Toskanischen Archipels, Samml. Geol. Führer, 64, Stuttgart

Wentworth, C.K. (1922): A scale of grade and class terms for clastic sediments. Jour. Geol., 30/5, 377-392

Williams,J.(1979): Introduction to Marine Pollution Control, New York, Chichester,Brisbane, Toronto

Wunderlich,F. (1969): Studien zur Sedimentbewegung,1. Transportformen und Schichtbildung im Gebiet der Jade. Senckenberg. Marit. (1) 50, 107-146, Frankfurt a.M.

-.- (1970): Die Insel Ischia als Sedimentspender, Natur und Museum 100(9), 406-416, Frankfurt a.M.

-.- (1971): Der Golf von Gaeta (Tyrrhenisches Meer). II, Strandaufbau und Stranddynamik, Senckenbergiana marit. 3, 135-183, Frankfurt a.M.

-.- (1972) Georgia Coastal Region, Sapelo Island, USA.: Sedimentology and Biology,III, Beach Dynamics and Beach Development, Senckenberg. Marit. 4, 47-79, Frankfurt a.M.

Ziebis, W. (1992/93): (Diverse freundliche mündliche Mitteilungen)

5. Anhang

5.1 Karten und Profile

Die in Abb.13. und Abb.14 dargestellten geologischen Skizzen stammen von FEI (1989) und WALDECK (1986). Beide Skizzen unterscheiden sich z.T. erheblich. Folgende wesentliche Unterschiede werden festgehalten:

- FEI untergliedert den von WALDECK auskartierten Bereich des Calcare cavernoso in den Calcare cavernoso, einen kristallinen, schwarzen, geschichteten Kalk, eine Brekzie und einen Tonschiefer mit schwarzen Kalken, wobei letzterer Bereich teilweise von WALDECK als plattige Kalke auskartiert wurde.
- Die bei WALDECK südlich von Campese eingetragenen Grüngesteine (zwischen Granit und Verrrucano) fehlen bei FEI.
- In der Verteilung der Grüngesteine stimmen die beiden Kartenskizzen nicht überein. FEI gliedert den Bereich um und südlich des Monte Zuffulone in Prasinite und ophiolithischen Detritus.
- Den bei FEI auskartierten Granodiorit bezeichnet WALDECK als Granit.
- FEI kartiert z.T. Alluvionen aus.
- FEI's geologische Skizze weist keine genauen Grenzen zwischen den Signaturen auf, es fehlen ferner ein Maßstab und Profile.
- WALDECK's geologische Skizze geht auf Arbeiten von BORGIA (1969) zurück und ist nur eine ganz grobe Skizze.

Folgernd hieraus müßte die Halbinsel "Il Franco" als potentieller Sedimentlieferant für die Bucht von Campese nochmals genau kartiert werden.

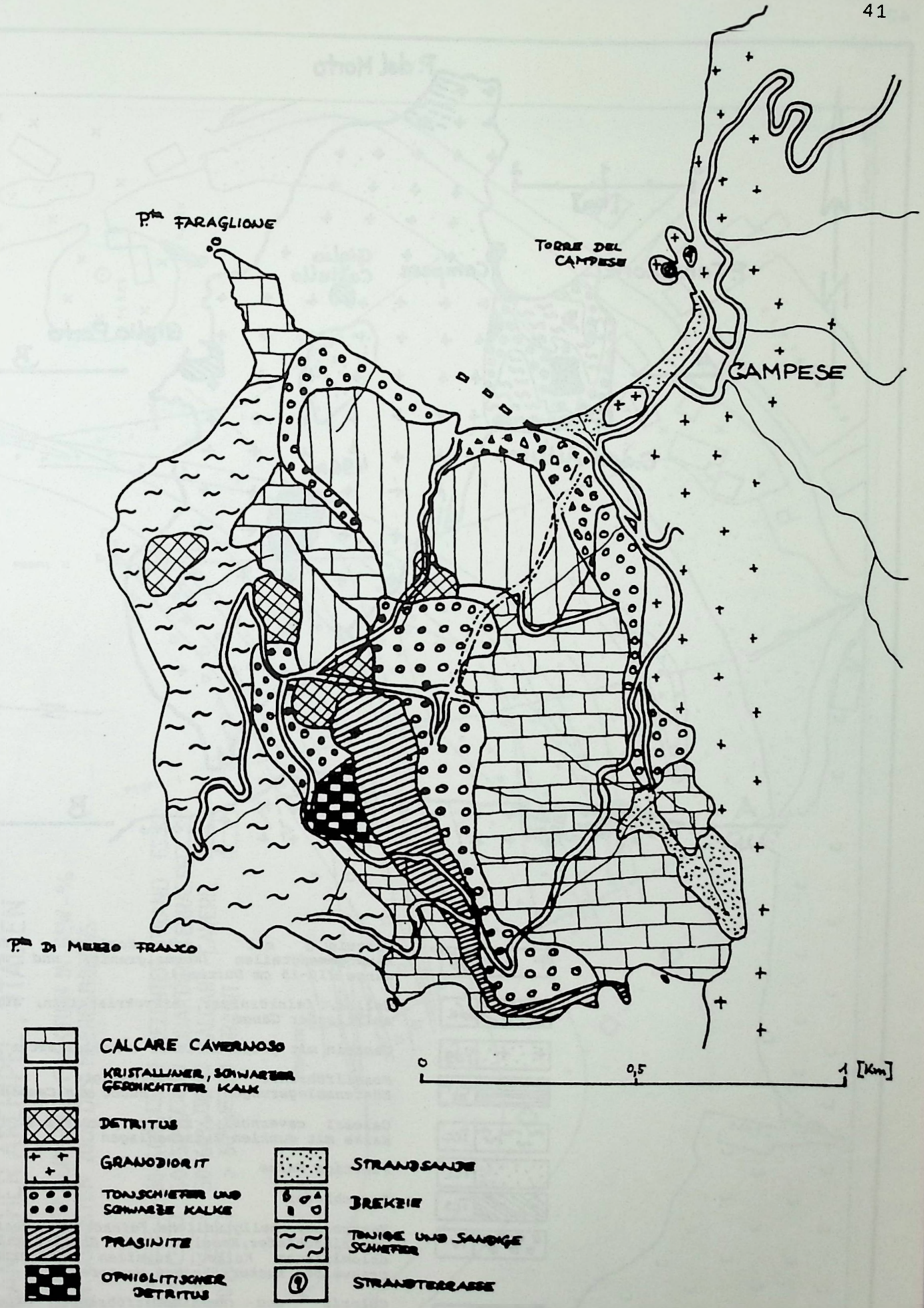
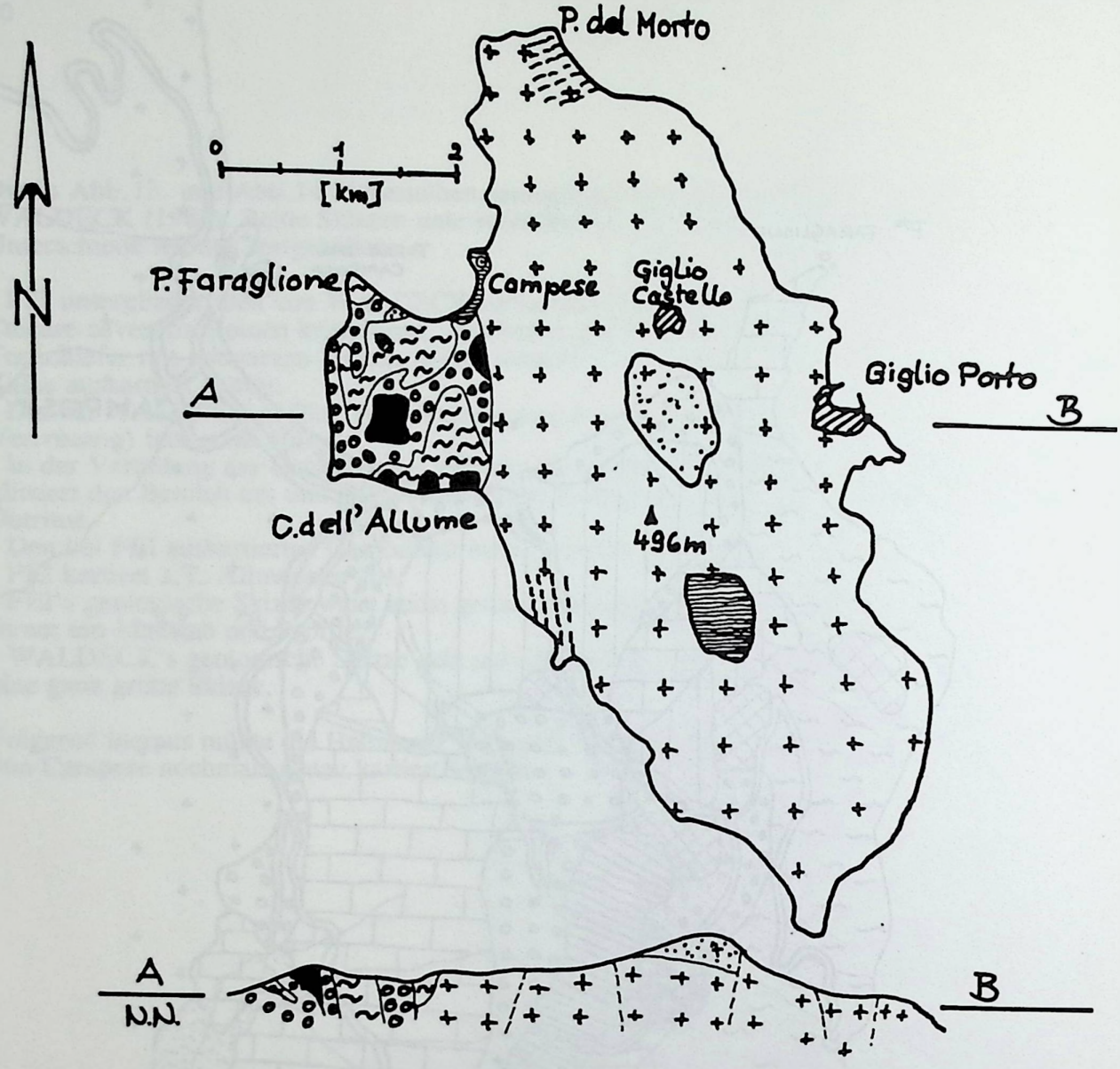


Abb.13: Geologische Skizze der Halbinsel "Il Franco (nach FEI, 1989). Die geologischen Grenzen sind in der Originalarbeit nicht eindeutig durchgezeichnet!



γδ	Gestein mit makroskopisch erkennbaren Hauptgemengteilen (Normalgranit) und aplitische Gänge (10-15 cm Durchm.)
γδα	Heller, feinkörniger, mikrokristallin, aus Häufung aplitischer Gänge
γδg	Gestein mit gneisähnlicher Paralleltextur
qs, qc, ag	Fossilführende verfestigte quartäre Küstenablagerungen in der Bucht von Campese
Tcc	Calcari cavernosi, zellig poröse, z.T. mergelige Kalke mit dunklen Zwischenlagen
Tcl	Plattige Kalke
Tcs	Tonschiefer
Tv	Verrucano, hellgrünliche, feinkörnige Quarzite und Quarzitschiefer, Konglomerate, Phyllitschiefer und dolomitische Kalke, zuweilen unterbrochen von grauweißen zuckerkörnigen Marmoren
pv_2	Chlorit- und amphibolitführende Grüngesteine, hervorgegangen aus basischen Eruptiva; sie sind dem Verrucano und den Calcari cavernosi zwichengeschaltet.

Abb. 14: Geologische Skizze der Insel Giglio (nach WALDECK, 1986)

Abb.15

DIE BUCHT VON CAMPESE, INSEL GIGLIO, TOSKANISCHER ARCHIPEL, ITALIEN

VERTEILUNG DER FEINSAND-FRAKTION IN GEW.-%
IN DEN OBERSTEN 20cm DES MEERESBODENS

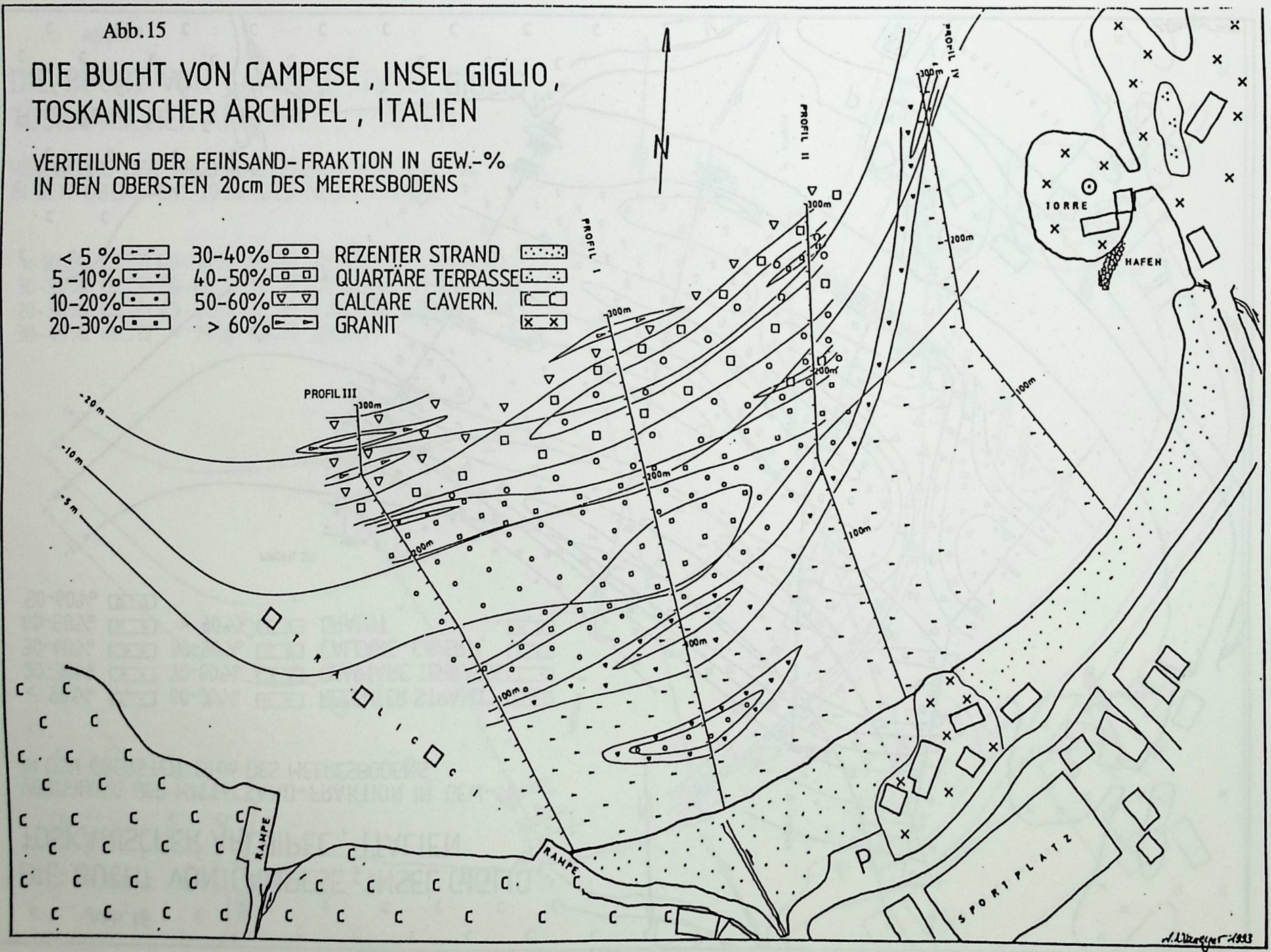


Abb.16

DIE BUCHT VON CAMPESE, INSEL GIGLIO, TOSKANISCHER ARCHIPEL, ITALIEN

VERTEILUNG DER MITTELSAND-FRAKTION IN GEW.-%
IN DEN OBERSTEN 20cm DES MEERESBODENS

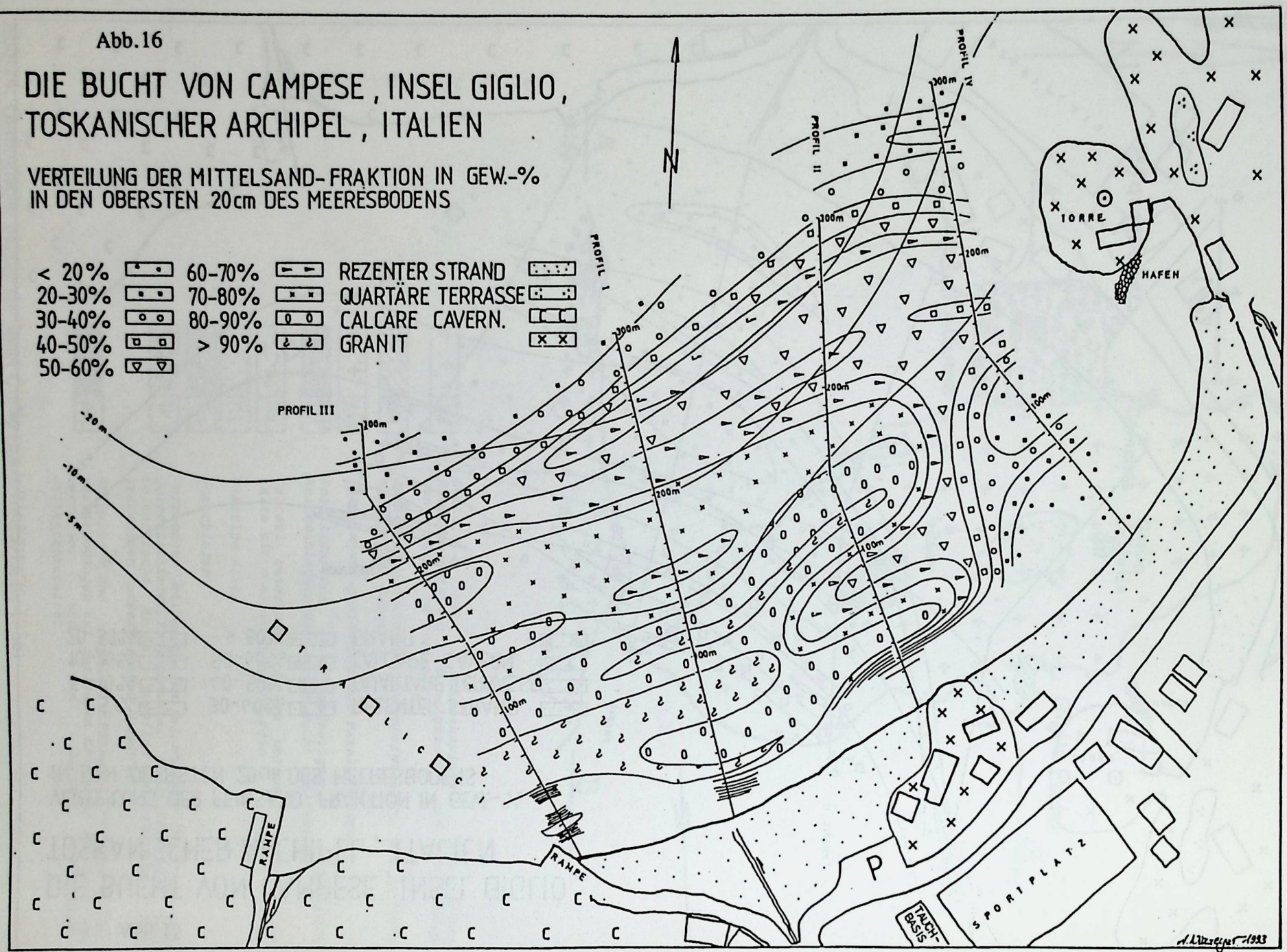


Abb.17

DIE BUCHT VON CAMPESE, INSEL GIGLIO, TOSKANISCHER ARCHIPEL, ITALIEN

VERTEILUNG DER GROBSAND-FRAKTION IN GEW.-%
IN DEN OBERSTEN 20 cm DES MEERESBODENS

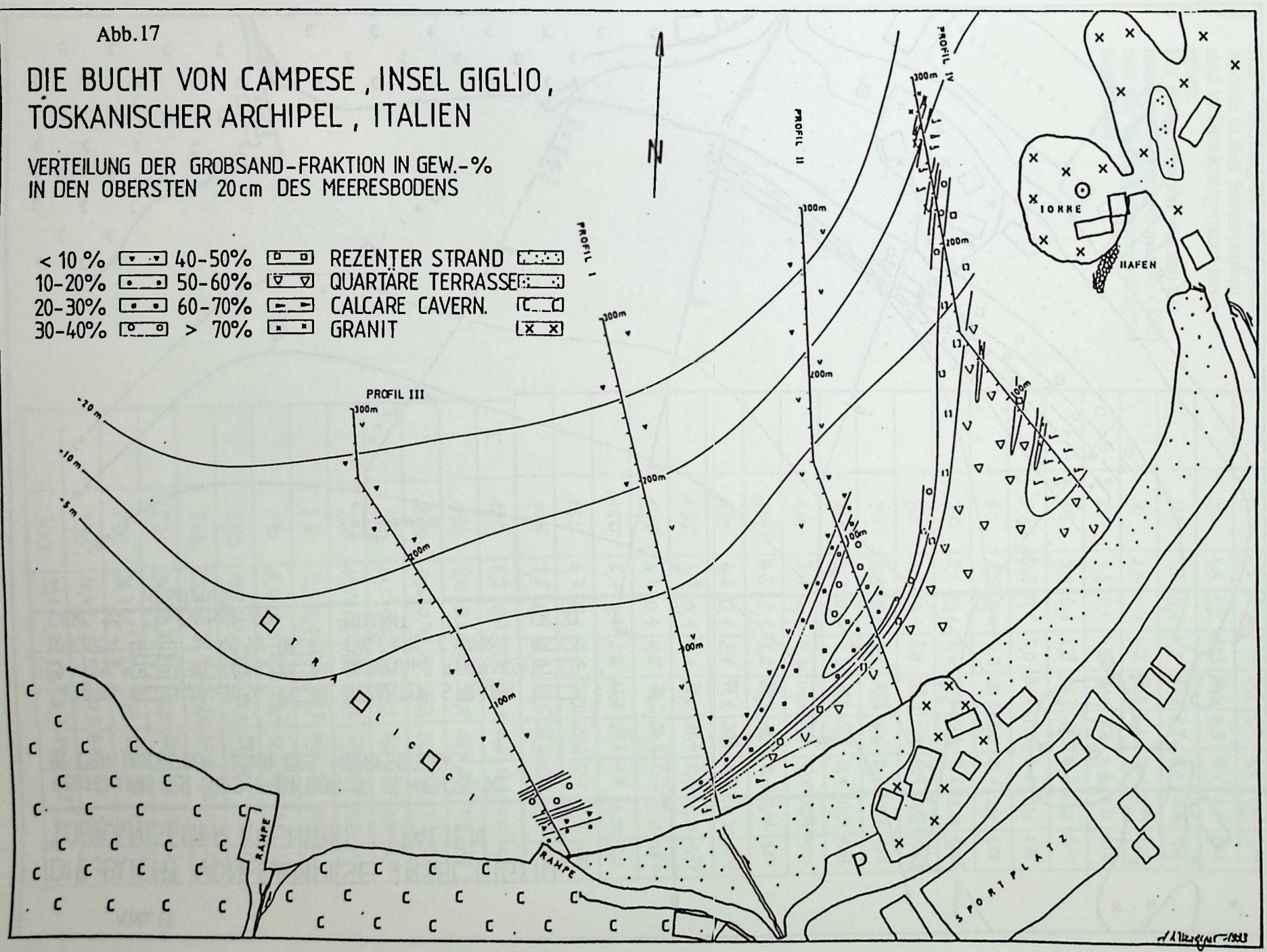


Abb.18

DIE BUCHT VON CAMPESE, INSEL GIGLIO, TOSKANISCHER ARCHIPEL, ITALIEN

VERTEILUNG DER KIES-FRAKTION IN GEWICHTS-%
IN DEN OBERSTEN 20cm DES MEERESBODENS

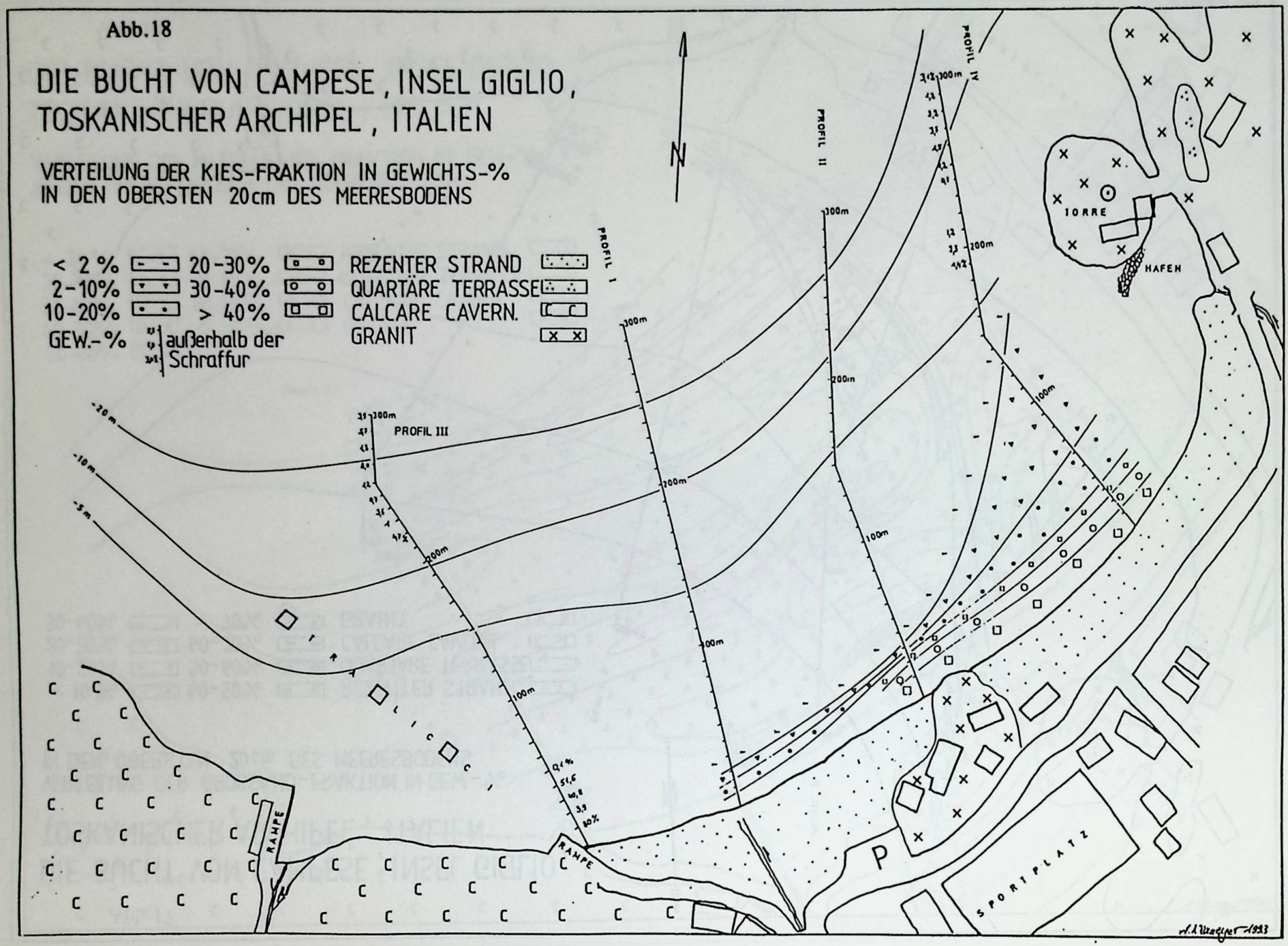


Abb. 19
Tabellarische Zusammenstellung der Ergebnisse:
Die Verteilung der Korngrößen-Anteile in den Einzelproben sind in Gewichtsprozent angegeben.
Für einige Proben wurden die mittleren Korndurchmesser (d50) und der Ungleichförmigkeitsgrad angegeben.

STATION			KORNGRÖSSEN IN GEW.%						
Profil	Meter	Tiefe	k	gs	ms	fs	f	d_{50}	$U = \frac{d_{60}}{d_{10}}$
I	10	0,8	18,1	62,6	18,3	0,8	0,1	1,13	2,94
	15	1,3	13,6	63,7	21,3	1,3	0,1	1,05	2,84
	20	1,9	3,9	21,3	70,4	4,3	0,1	0,41	1,92
	25	2,0	0,1	5,5	91,3	3,0	0,1	0,37	1,60
	30	2,0	0,1	4,7	90,7	4,4	0,1	0,34	1,57
	35	2,2	0,1	4,2	90,1	5,4	0,1	0,33	1,52
	40	2,2	0,1	2,9	86,3	10,5	0,2	0,32	1,70
	50	2,3	0,1	3,0	81,9	14,8	0,1	0,30	1,78
	60	2,5	0,1	4,3	92,8	3,0	0,1	0,35	1,58
	70	2,5	0,1	3,7	92,4	4,0	0,1	0,33	1,52
	80	2,3	0,1	2,8	93,2	3,8	0,1	0,33	1,46
	90	2,8	0,1	4,0	89,2	6,6	0,1	0,31	1,54
	100	3,1	0,1	2,2	88,3	9,3	0,1	0,31	1,62
	110	3,7	0,1	4,7	92,7	2,4	0,1	0,33	1,46
	120	4,2	0,1	3,8	83,3	12,6	0,1	0,32	1,84
	130	4,6	0,1	2,1	77,1	20,4	0,2	0,30	2,13
	135	4,8	0,1	4,0	78,0	17,7	0,1	0,27	1,77
	145	5,4	0,1	4,5	70,3	24,3	0,7	0,26	1,87
	150	5,7	0,1	2,6	66,7	29,3	1,1	0,25	2,0
	160	6,7	0,1	2,9	71,0	25,8	0,1	0,26	1,87
	170	7,5	0,1	0,6	76,5	22,6	0,2	0,27	2,07
I	180	8,2	0,7	3,8	79,1	16,3	0,1	0,29	1,88
	190	9,0	0,2	3,9	78,0	17,7	0,1	0,30	2,0
	200	10,2	0,7	0,8	71,2	27,2	0,5	0,22	2,74
	210	11,5	0,1	0,7	64,9	34,0	0,1	0,25	2,19
	220	12,5	0,2	1,6	64,6	33,1	0,4	0,24	1,93
	230	13,9	0,1	0,6	54,3	44,1	0,8	0,22	2,17
	240	16,4	0,1	0,2	56,7	42,3	0,6	0,22	2,08
	250	19,5	0,1	0,7	65,1	33,6	0,5	0,27	2,63
	260	22,4	0,2	2,3	62,6	34,6	0,3	0,27	2,96
	270	24,6	0,7	2,5	45,9	47,7	3,2	0,20	3,13
	280	26,7	1,2	2,0	37,0	56,0	3,7	0,17	2,94
	290	28,4	1,1	2,0	31,5	61,0	4,5	0,13	2,5
	300	29,6	1,0	5,2	26,7	54,3	12,8	–	–

Profil	Meter	Tiefe	k	gs	ms	fs	f	d_{50}	$U=\frac{d_{60}}{d_{10}}$
II	10	0,9	41,9	55,6	2,2	0,2	0,1	0,52	2,56
	20	2,3	29,9	52,9	16,2	0,6	0,3	0,46	3,79
	30	2,7	4,8	55,9	37,8	1,2	0,3	0,26	2,7
	40	2,8	0,1	10,4	86,4	3,0	0,1	0,11	1,73
	50	3,1	0,1	11,8	85,5	2,8	0,1	0,11	1,69
	60	3,3	2,0	20,2	75,4	2,0	0,3	0,12	2,0
	70	3,5	1,2	31,9	65,4	1,4	0,1	0,15	2,43
	80	3,6	0,7	37,4	59,9	2,0	0,1	0,16	2,37
	90	3,5	0,4	39,9	58,7	0,9	0,1	0,17	2,7
	100	3,0	0,3	25,6	72,4	1,3	0,3	0,13	2,05
	110	3,1	0,15	9,8	87,3	2,1	0,4	0,11	1,7
	120	3,2	0,3	7,6	90,5	1,3	0,3	0,12	1,65
	130	3,4	0,1	4,4	88,5	6,9	0,1	0,09	1,51
	140	4,0	KEINE PROBE					-	-
	150	4,6	0,1	3,3	80,0	16,3	0,2	0,08	1,6
	160	5,3	0,3	5,7	76,1	17,6	0,3	0,09	1,67
	170	6,1	0,2	4,4	72,6	22,6	0,2	0,09	1,66
	180	6,8	0,2	6,6	72,3	20,3	0,5	0,09	1,66
	190	7,5	0,3	2,8	67,6	28,9	0,3	0,08	1,8
	200	8,5	0,4	2,5	55,5	41,1	0,4	0,07	2,1
	210	9,4	0,3	2,7	60,8	35,6	0,6	0,08	2,38
II	220	10,6	0,3	1,0	60,9	37,5	0,3	0,08	1,95
	230	11,9	0,3	1,3	55,6	42,2	0,7	0,07	1,38
	240	13,4	0,3	0,6	53,7	44,6	0,7	0,07	1,85
	250	15,3	0,3	1,3	55,1	43,0	0,3	0,07	1,85
	260	18,2	0,4	2,2	59,5	37,3	0,7	0,07	1,75
	270	21,3	0,7	5,8	63,5	29,9	0,7	0,07	2,09
	280	23,8	0,6	5,5	52,1	40,6	1,2	0,07	2,43
	290	25,8	0,7	3,5	45,8	49,3	0,7	0,06	1,92
	300	27,5	0,2	2,0	39,9	54,8	3,1	0,06	2,8

Profil	Meter	Tiefe	k	gs	ms	fs	f	d_{50}	$U=\frac{d_{60}}{d_{10}}$
III	10	1,1	80	13,9	5,4	0,5	0,2	0,96	3,0
	20	1,9	3,9	8,2	87,1	0,7	0,1	0,1	1,67
	30	2,0	40,8	32,4	26,1	0,6	0,1	0,5	6,5
	40	2,1	51,5	35,0	13,1	0,2	0,1	0,7	5,2
	50	2,1	0,1	2,9	95,9	1,0	0,1	0,09	1,4
	60	2,1	0,1	5,7	92,4	1,7	0,1	0,1	1,62
	70	2,1	0,1	5,0	92,5	2,3	0,1	0,1	1,62
	80	2,4	0,3	4	91,5	4	0,3	0,1	1,69
	90	2,7	0,1	4,4	89,9	5,5	0,1	0,1	1,67
	100	3,0	0,1	4,2	82,3	13,3	0,1	0,08	1,55
	110	3,4	0,1	4,1	83,4	12,2	0,1	0,08	1,6
	120	3,8	0,1	3,1	71,5	25,1	0,1	0,08	1,8
	130	4,2	0,2	6,8	82,3	10,5	0,1	0,1	1,83
	140	4,6	0,2	3,4	80,6	15,8	0,9	0,09	1,7
	150	5,0	0,2	6,8	77,1	15,8	0,1	0,09	1,78
	160	5,5	1,0	3,6	77,3	17,9	0,2	0,09	1,66
	170	6,2	0,2	5,0	81,7	13,0	0,1	0,1	1,64
	180	7,0	0,1	3,2	80,4	16,2	0,1	0,09	1,56
	190	8,2	0,1	2,6	82,3	14,9	0,1	0,09	1,69
	200	10,6	0,2	2,6	75,2	21,2	0,8	0,08	1,64
	210	14,1	0,2	3,0	69,4	26,6	0,8	0,09	1,85
III	215	15,6	0,2	6,6	63,6	27,8	1,8	0,08	1,86
	220	16,8	4,7	17,2	55,5	19,5	3,1	0,98	1,9
	230	18,4	1,0	5,7	40,8	48,0	4,5	0,06	2,2
	240	19,4	3,6	6,6	38,0	46,6	5,0	0,064	3,11
	250	21,0	0,7	5,4	29,7	58,3	5,8	0,05	2,6
	260	22,4	1,2	5,0	25,3	60,2	8,4	~0,03	–
	270	24,0	8,0	4,0	20,0	52,8	15,2	~0,03	–
	280	25,6	1,3	3,1	21,9	63,8	10,0	~0,025	–
	290	27,2	5,7	5,3	16,6	52,4	19,9	~0,03	–
	300	28,9	3,9	15,3	22,5	44,4	13,8	0,015	~ 7

Profil	Meter	Tiefe	k	gs	ms	fs	f	d_{50}	$U=\frac{d_{60}}{d_{10}}$
IV	10	1,1	41,5	56,1	2,1	0,1	0,1	0,57	2,48
	20	2,6	37,0	54,0	8,6	0,2	0,1	0,52	2,82
	30	3,1	23,6	59,2	15,4	1,6	0,1	0,4	2,96
	40	3,2	15,5	64,2	18,8	1,3	0,1	0,34	2,55
	50	3,5	16,4	65,4	17,4	0,6	0,1	0,34	2,86
	60	3,6	13,9	67,2	17,8	1,0	0,1	0,33	2,47
	70	3,6	3,5	70,7	24,8	0,8	0,1	0,27	2,1
	80	3,5	5,6	55,5	38,0	0,6	0,2	0,24	2,85
	90	3,3	4,9	49,0	45,1	1,0	0,1	0,215	2,71
	100	3,2	4,6	52,2	42,3	0,7	0,1	0,23	2,81
	110	3,2	3,0	53,9	42,3	0,7	0,1	0,23	2,75
	120	3,3	2,3	52,1	45,1	0,4	0,1	0,22	3,05
	130	3,7	2,0	60,0	37,5	0,4	0,1	0,24	2,36
	140	3,9	0,9	52,7	45,8	0,4	0,1	0,22	2,89
	150	4,3	0,7	47,0	51,6	0,5	0,1	0,19	2,98
	160	4,9	1,3	46,6	51,5	0,4	0,1	0,19	2,82
	170	5,2	1,0	49,8	48,8	0,2	0,1	0,20	2,67
	180	5,7	1,2	42,6	56,0	0,2	0,1	0,18	2,47
	190	6,1	1,4	44,3	53,8	0,5	0,1	0,18	2,5
	200	6,6	2,3	42,5	54,6	0,5	0,1	1,87	2,42
	210	6,8	1,2	35,3	62,4	1,0	0,1	1,53	2,47
IV	220	7,1	KEINE FROTE						
	230	7,8	0,6	51,1	47,9	0,4	0,1	0,21	3,0
	240	8,3	0,8	66,8	32,3	0,1	0,1	0,25	2,52
	250	8,9	1,2	61,7	36,7	0,4	0,1	0,24	2,41
	260	9,1	1,5	64,8	30,3	3,2	0,1	0,25	2,67
	270	12,2	3,7	56,6	33,3	5,8	0,5	0,23	3,01
	280	15,0	2,2	72,8	21,5	3,3	0,1	0,27	1,67
	290	19,3	1,2	70,2	18,2	9,7	0,7	0,26	4,67
	300	23,3	3,1	73,6	16,4	6,8	0,1	0,28	2,82

STATION			Korngrößen in Gew.%				
Profil	Meter	Tiefe	k	gs	ms	fs	f
II a)	20	1,5	19,5	55,1	23,3	1,9	0,2
(MÄRZ	40	2,1	0,2	24,2	72,7	2,7	0,2
1993)	60	2,7	0,4	23,8	72,8	2,8	0,2
	80	2,8	0,9	39,9	56,9	2,0	0,2
	100	2,2	0,2	4,3	90,4	4,9	0,2
	120	2,4	0,2	12,7	82,7	4,1	0,2
	140	2,9	0,4	12,2	83,6	3,6	0,2
	160	3,4	0,2	15,9	81,2	2,4	0,2
	180	4,6	—	—	—	—	—
	200	5,7	0,4	21,9	74,2	3,3	0,2

STATION			Korngröße in Gew%				
Profil	Meter	Tiefe	k	gs	ms	fs	f
III a)	10	1,2	67,1	24,6	6,4	1,9	0,3
(MÄRZ	20	1,5	17,5	25,0	54,1	1,1	0,2
1993)	40	1,7	0,2	5,0	92,7	1,9	0,2
	50	1,3	0,2	15,9	79,3	4,4	0,2
	60	1,7	0,2	4,7	91,8	3,0	0,2
	80	2,3	0,2	3,0	77,3	19,3	0,2
	100	2,8	0,2	7,3	78,5	13,8	0,2
	120	3,6	0,2	3,3	78,8	17,5	0,2
	130	4,0	0,2	10,2	84,3	5,0	0,2
	140	4,6	0,2	4,3	78,1	17,2	0,2
	160	6,2	0,2	4,4	76,9	18,3	0,2
	170	6,9	—	—	—	—	—
	180	10,9	0,2	1,4	71,6	26,0	0,7
	200	16	0,2	7,4	70,7	20,7	0,9

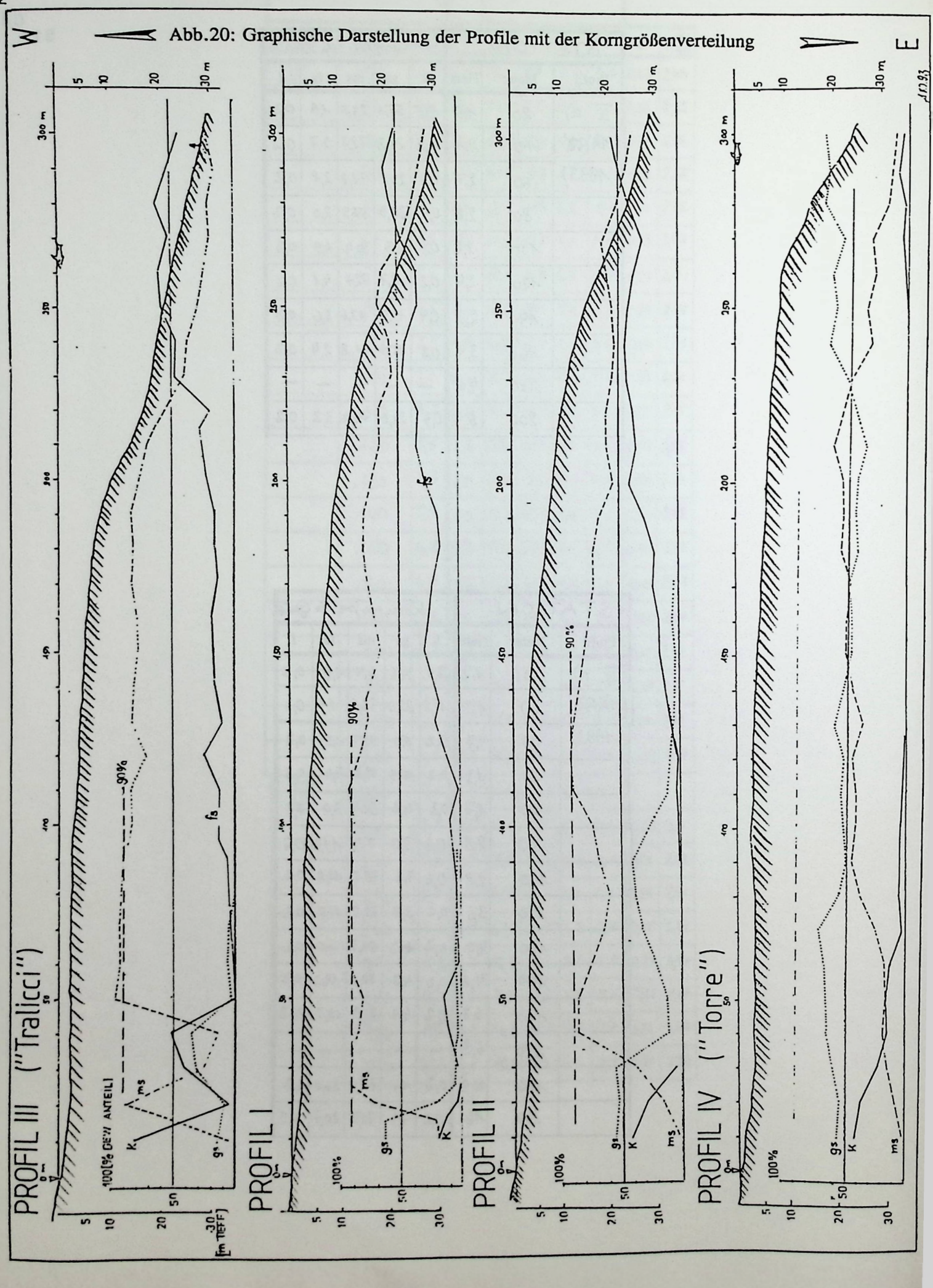


Abb.20: Graphische Darstellung der Profile mit der Korngrößenverteilung

5.2 Fototafeln

Fotonachweis:

Niemeyer,A.H.B.: Fig. 3 -16
Pillen,Th. : Fig. 17
Massimi : Fig. 1-2

TAFEL 1

Fig.1 : Die Insel Giglio von SE . Deutlich erkennbar der Granit und die im NW liegenden z.T. älteren Sedimente von "Il Franco". Beim Pfeil liegt die Bucht von Campese

Fig.2 : Älteres Luftbild der Bucht von Campese. Gegenüber heute sind folgende Veränderungen festzustellen:

Die Wohnkomplexe im ehemaligen Bergbaugebiet sind noch nicht errichtet
Die Tralicci tragen noch das Stahlgerüst
Vor dem zentralen Granithügel ist ein Sandstrand zu erkennen
Am Torre fehlt die Mole
Vor dem östlichen Strand breiten sich Seegraswiesen aus
Der Sportplatz ist noch nicht umbaut

(Fig.1.und 2 sind in Giglio erhältliche Postkarten der Ed. Gino Massimi, Porto Ercole)

Fig. 1

Fig. 2

TAFEL 2

Fig.3 : Taffonibildung im Granit unmittelbar an der Küste

Fig.4 : Calcare cavernoso in brekziöser Ausbildung

Fig.5 : Brekziöse Schlottenfüllung im Calcare ca-vernoso

Fig.6 : Verfestigte fossile Strandsande über tonigen Lagen und Verwitterungsschichten des liegenden Granits

Fig. 3

Fig. 4

Fig. 5

Fig. 6

TAFEL 3

Fig.7 : Turmalinbüschel in einem aplitischen Gang des "Torre -Granit"

Fig.8 : Typische Verwitterungsstrukturen im Calcare cavernoso

Fig.9 : Übergang vom Calcare cavernoso zum Veruccano an der Westküste

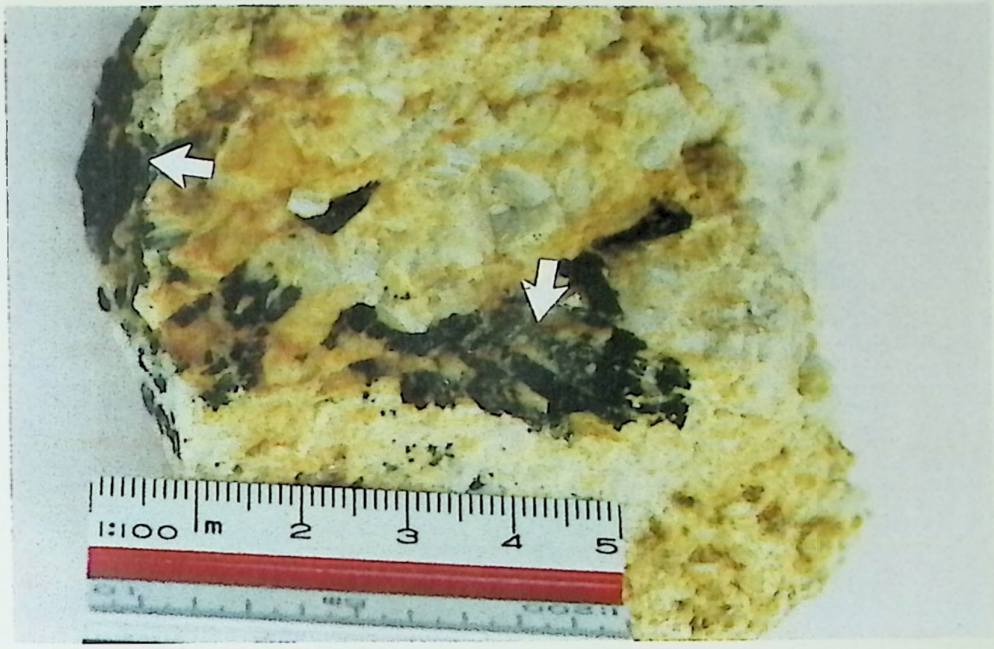


Fig. 7

Fig. 8

Fig. 9

TAFEL 4

Fig.10 : Mylonitzone zwischen Calcare cavernoso (links) und Granit (rechts); Stolleneingang des alten Bergbaus ca. 3m über dem Meeresspiegel

Fig.11 : Grüngesteine an der Südküste der Halbinsel "Il Franco"

Fig.12 : Schrägschichtungen und Grabgänge der fossilen Strandterrasse

Fig. 10

Fig. 11

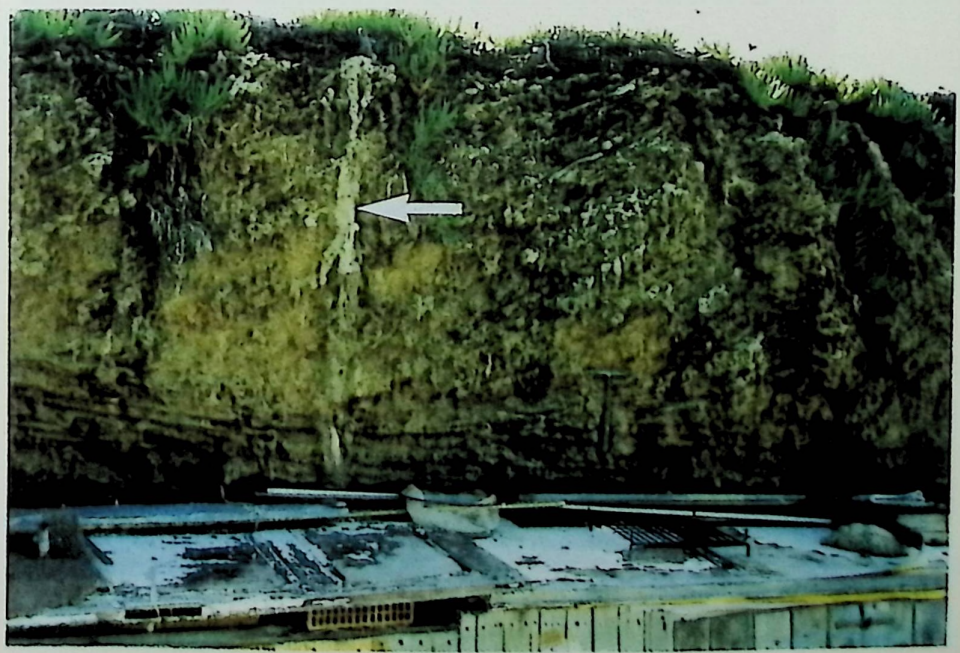


Fig. 12

Fig.13 : Die Bucht von Campese, Blick nach Osten vom Granithügel aus

Fig.14 : Die Bucht von Campese; Blick nach Westen auf die ehemalige Verladerampe; Gliederung des Strandes in trockenen (links) und feuchten Strand (Mitte, mit Spülsäumen)

TAFEL 7

Fig.15 : Pyritanreicherungen im trockenen Strand

Fig.16 : Halbverfestigte, tonig gebundene erzreiche Sande und Kiese oberhalb des trockenen Strandes

Fig.17 : Der Strand von Campese nach der stürmischen Nacht am 3.Dezember 1992; Pyritseifen entstanden am Sandstrand und die tonig gebundenen Sedimente wurden als Härtlinge von der Brandung herausgearbeitet (Erosion und Abtransport von leichterem Material)

Fig. 15

Fig. 16

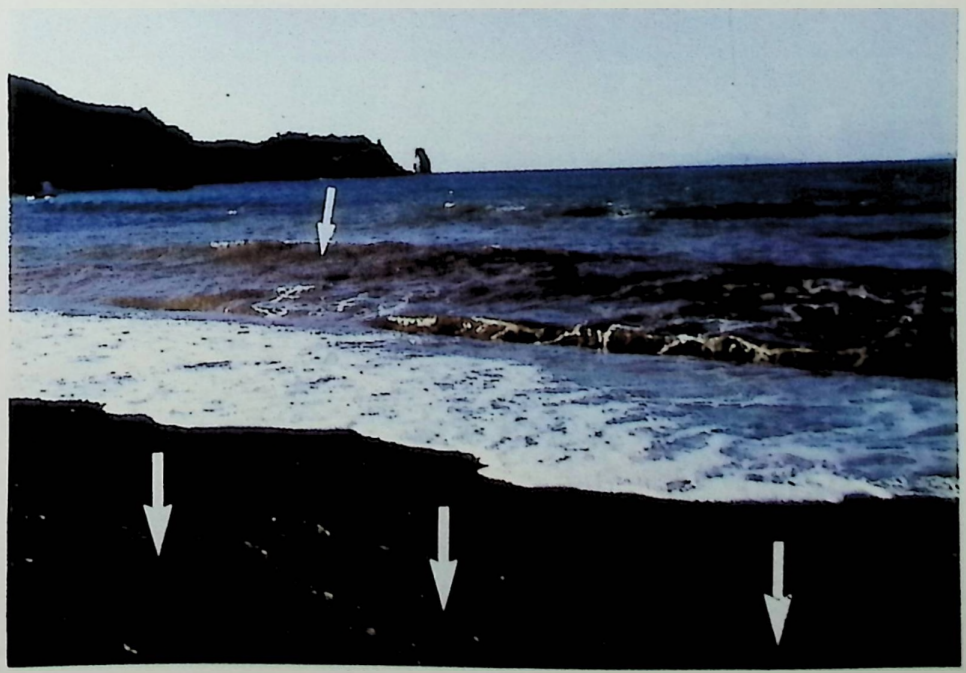


Fig. 17