

Wissenschaftliche Beihefte zur Zeitschrift „Die Höhle“  
Nr. 1

# DIE HÖHLEN DER INSEL CAPRI

Eine höhlen- und karstkundliche Studie  
mit besonderer Berücksichtigung der Strandverschiebungen

von

Georg Kyrle

---

Mit Plänen und Beiträgen von  
Hermann Bock



Herausgegeben vom Landesverein niederösterreichischer Höhlenforscher  
Vari-Typer-Satz des  
Notringes der wissenschaftlichen Verbände Österreichs

Wissenschaftliche Beihefte zur Zeitschrift „Die Höhle“

Nr. 1

# DIE HÖHLEN DER INSEL CAPRI

**Eine höhlen- und karstkundliche Studie  
mit besonderer Berücksichtigung der Strandverschiebungen**

von

**Georg Kyrle**

---

**Mit Plänen und Beiträgen von  
Hermann Bock**

**Titelbild:**

Im „Blauen Dom“ der Grotta azzurra

**Herausgeber:**

Landesverein niederösterreichischer Höhlenforscher  
Wien III, Neulinggasse 39

**Vari-Typer-Satz:**

Notring der wissenschaftlichen Verbände Österreichs  
Wien I, Judenplatz 11

## VORWORT

Georg KYRLE, der mit seinem "Grundriss der theoretischen Speläologie" (Wien 1923) das Fundament der modernen wissenschaftlichen Höhlenkunde legte, hinterliess, als er am 16. Juli 1937 durch einen plötzlichen Tod aus seiner regen Forscherarbeit gerissen wurde, ein druckfertiges Manuskript "Die Höhlen der Insel Capri". Darin waren die Ergebnisse einer Expedition niedergelegt, welche unter tatkräftiger Förderung durch eine Reihe italienischer Persönlichkeiten und unter Mitarbeit von Ing. Hermann Bock, Frau Hedy Bock, Prof. Adolf Cerny und Dr. Leopold Pindur vom 15. bis 31. März 1931 durchgeführt worden war. Die widrigen Zeitumstände liessen dieses Werk, das weit über die engeren höhlenkundlichen Fachkreise hinaus Interesse beanspruchen kann, nicht an die Öffentlichkeit gelangen. Eine von Prof. Franco Anelli besorgte Übersetzung erschien zunächst in der Zeitschrift "L'Universo" zwischen September 1946 und April 1947 in mehreren Teilen, hierauf im Jahre 1947 als selbständige Publikation im Verlage des Istituto geografico militare (Florenz).

Durch die dankenswerte Hilfe des Notrings der wissenschaftlichen Verbände Österreichs ist nun die Veröffentlichung dieser Arbeit in deutscher Sprache ermöglicht worden, wodurch ihr Inhalt weiteren Kreisen zugänglich wird. Die Knappheit der zur Verfügung stehenden Mittel erzwang freilich einschneidende Kürzungen, die alle unwesentlicheren Details betrafen; vielfach konnte nicht mehr als ein Auszug — unter Abgehen von KYRLE's originaler Diktion — gegeben werden. Auch konnten einige allgemeine Darlegungen ohne Schaden gestrichen werden, da sie, für italienische Leser bestimmt, Grundsätzlich-Systematisches wiederholen, das bereits in KYRLE's Hauptwerk ausführlich abgehandelt ist. Wer sich mit dem Gegenstand eingehender beschäftigt, wird die italienische Ausgabe mit ihrem reicheren Bild- und Planmaterial zur Ergänzung heranziehen.

Herrn Prof. Giorgio Ressmann sei auch an dieser Stelle für Ratschläge bezüglich der Schreibung der italienischen Höhlennamen, Herrn Bruno Wagner für das mühevoll Umzeichnen der beigegebenen Höhlenpläne von Oberbaurat Dipl. Ing. H. Bock sowie der Übersichtskarte gedankt.

Mit der Herausgabe dieses nachgelassenen Werkes sei eine längst fällige Ehrenschuld abgetragen gegenüber jenem bedeutenden Gelehrten, der einer ganzen Forschergeneration wegweisender Lehrer war und die österreichische speläologische Forschung zu anerkannter Weltgeltung geführt hat.

R. Pirker

I N H A L T

Vorbemerkungen . . . . .	5
<b>I. Beschreibung und Genese . . . . .</b>	<b>6</b>
A) Höhlen an der Küste . . . . .	6
1. Nordküste - Ostabschnitt . . . . .	6
2. Ostküste . . . . .	6
3. Südküste - Ostabschnitt . . . . .	13
4. Südküste - Westabschnitt . . . . .	16
5. Westküste . . . . .	17
6. Nordküste - Westabschnitt . . . . .	17
B) Höhlen im Landinneren . . . . .	23
<b>II. Vergleichende Betrachtungen über Höhlenbildung . . . . .</b>	<b>30</b>
A) Evakuationstypen . . . . .	30
1. Tektonische Evakuationen . . . . .	30
a) Ausbruchhöhlen . . . . .	30
b) Verbruchhöhlen . . . . .	31
c) Überdeckungshöhlen . . . . .	31
2. Hydrische Evakuationen . . . . .	32
a) Karsthöhlen . . . . .	32
b) Brandungshöhlen . . . . .	32
B) Höhleninhalt . . . . .	34
1. Autochthoner Höhleninhalt . . . . .	34
2. Allochthoner Höhleninhalt . . . . .	35
<b>III. Kulturhistorisches . . . . .</b>	<b>36</b>
<b>IV. Verkarstung . . . . .</b>	<b>37</b>
A) Oberflächenverkarstung . . . . .	37
B) Tiefenverkarstung . . . . .	38
<b>V. Strandverschiebungen . . . . .</b>	<b>40</b>
<b>VI. Zusammenfassung . . . . .</b>	<b>43</b>
<b>VII. Wichtigste Literatur . . . . .</b>	<b>44</b>

## Vorbemerkungen

Bei der Fülle der angetroffenen Erscheinungen und der verhältnismässigen Kürze der Expeditionsdauer können die nachstehenden Ausführungen keineswegs Anspruch auf eine erschöpfende Darstellung machen, sondern mögen nur als eine erste Stufe in der Erforschung der ausserordentlich interessanten Karst- und Höhlenprobleme auf Capri aufgefasst werden.

Für die beigegebene Übersichtsskizze der Insel Capri diente eine Karte des Istituto geografico militare 1:10.000 als Vorlage. Die in dieser Skizze eingezeichneten Höhlen sind fortlaufend numeriert; im Text ist die Nummer dem Höhlennamen in Klammer nachgesetzt.

Die Abgrenzung der "Höhlen an der Küste" und der "Höhlen im Landinnern" ist nicht immer leicht und gelegentlich auch willkürlich.

Bei der Befahrung der Küstenhöhlen ergaben sich oft verschiedenartige Schwierigkeiten, die vielleicht daran Schuld sind, dass bisher eine wissenschaftliche Bearbeitung der speläologischen Phänomene Capris noch nicht versucht worden war. Starker Seegang erschwert die Untersuchungen bedeutend. Manche Höhlen können nur zur Zeit der Ebbe befahren werden, ein Umstand, der sich bei Serienuntersuchungen sehr störend auswirkt. Vermessung und photographische Arbeiten mussten häufig von schwankenden Booten aus durchgeführt werden. Zu den Blitzlichtaufnahmen in aktiven Küstenhöhlen gehört viel Zeit und Geduld; nicht selten übergiesst dabei eine Sturzwelle oder ein Höhlensbruffo den Apparat mit einer kalten Dusche.

Die folgende Beschreibung der Höhlen an der Küste geschieht in der Reihenfolge, in der man sie auf einer Bootrundfahrt antrifft, die von der **Marina grande** ausgeht und sich nach Osten wendet.

\* \* \*

## I. B E S C H R E I B U N G und G E N E S E

### A) Höhlen an der Küste

#### 1. Die Höhlen im Ostabschnitt der Nordküste (Marina grande - Punta del capo)

Die Küste östlich der **Marina grande** besitzt keine Höhlen, weil hier Sandsteinschichten ausbeissen. Erst nach einer Fahrt von etwa 1500 m gelangt man zur **Grotta del bove marino** (1; s. die Übersichtskarte Tafel VII), deren Name (=Meeresstierhöhle) seinen Grund in dem brüllenden Getöse hat, das bei starkem Wellenschlag aus der Höhle dringt. Ihre Längenerstreckung beträgt etwas über 50 m. Sie ist längs einer Kluft entwickelt, domartige Bildungen sind auf Verbrüche brekziöser Gesteinspartien zurückzuführen. Die Höhle ist eine diskordante, gesunkene Brandungsevakuation\*, die zeitweise als **Sbruffo\*** wirkt.

Ebenso ist die **Grotta della ricotta** (2), eine Klufthöhle, deren Wände von der Brandung muschelförmig verschliffen sind, eine diskordante, aber nur wenig gesunkene Brandungshöhle.

An der Westseite des **Scoglio della ricotta**, einer im Meere stehenden Felsklippe, liegt eine alte Strandlinie 7m über dem heutigen Meeresniveau.

#### 2. Die Höhlen an der Ostküste (Punta del capo - Punta Tragara)

Die Landzunge, welche die **Marinella di Tiberio** in eine nördliche und eine südliche Bucht teilt, weist in ihren Blockhalden mehrere Versturzhöhlen auf. Die **Grotta di Santa Maria** (3; s. Tafel I), eine gesunkene Brandungshöhle, ist in einer Länge von etwa 25 m längs einer Bruchfuge entwickelt. Ihre überflutete Sohle ist mit Brandungsgerölle bedeckt.

An der Nordwand der **Punta del monaco** öffnen sich die nischenförmigen Reste einer Reihe gehobener Brandungshöhlen mit ihrer Sohle etwa 3 bis 4 m über dem Wasserspiegel; und darunter, im heutigen Meeresniveau, mehrere konkordante Brandungshöhlen. Die grösste Evakuierung dieser Gruppe ist die **Grotta Marina piccola di Santa Maria** (4). Der obere Teil der Höhle wurde seinerzeit durch die Brandung ausgeschlagen. Nach der Landhebung erfolgten im heutigen Meeresniveau neuerdings Unterwaschungen, die weitgehende Gesteinsnachbrüche zur Folge hatten, so dass die Sohle der alten Brandungshöhle durchriss und heute nur mehr an den Rändern in Resten zu erkennen ist. Aus den hier zu beobachtenden Verhältnissen ergibt sich unzweideutig, dass in dieser Gegend eine negative Strandverschiebung im Betrage von 3 bis 4 m stattgefunden hat und diese sehr rasch vor sich ging, da es während derselben zu keiner Bildung von Brandungshöhlen kam.

\* Erklärung dieser Fachausdrücke s. S. 33.





Die Gegend zwischen **Punta della chiavica** und **Punta Massullo** zählt zu den speläologisch interessantesten von Capri. Die Steilküste, die hier etwa 200 m zum Meere abfällt, besteht aus stark verpresstem Gestein, dessen Schichten ausserordentlich steilgestellt sind. Charakteristische Felstürme beherrschen das Landschaftsbild. An vielen Stellen der Küste und in Höhlen sind sehr gut erhaltene Reste alter Strandlinien anzutreffen, die 7 bis 8 m über dem heutigen Meeresniveau liegen.

**Grotta della chiavica** (5) und **Grotta dei polpi** (6) sind schmale Klufthöhlen, die bis 7 m Höhe von der Brandung verschliffene Wandformen zeigen. In der letzteren finden sich zahlreiche Bohrlöcher der Muschel *Lithodomus* (Seedattel).

Die **Grotta dell' Arco di Betlemme** (7) ist eine mächtige Evakuationsöffnung von über 15 m Höhe und etwa 10 m Breite und Tiefe. Eine Partie des Deckengesteins ist durchgebrochen, wodurch am Eingang eine Naturbrücke stehengeblieben ist. An den bergwärtigen Decken- und Wandpartien sind unregelmässige Deckenzapfen und knolliger Wandsinter zu sehen, deren eigenartige Form auf Übersinterungsvorgänge von Pflanzen zurückgeht.

Ausser den genannten Höhlen gibt es in dieser Gegend noch eine Anzahl nischenförmiger Auswaschungen, deren Deckenscheitelpunkt nur wenig über dem heutigen Meeresspiegel liegt. Die Wellen schlagen mit grossem Getöse an die Höhlendecke, das Wasser wird in mächtigem Bogen, meistens tropfenförmig zerstäubt, herausgeschleudert. Sie werden "Sbruffi" genannt und stellen gesunkene Brandungshöhlen dar.

**Grotta bianca** und **Grotta meravigliosa** (8)\* bilden ein Doppelsystem. Die schwer zugängliche obere Etage, die **Grotta meravigliosa**, wurde erst 1901 entdeckt, 1903 von Hanns Heinz EWERS durchforscht und später wegen der bizarren Tropfsteinbildungen, der Grösse der Räume und der prachtvollen Aussicht auf das Meer durch einen künstlichen Stollen für den Besuch erschlossen.

Das gemeinsame Portal ist 30 m breit und hat bei einer Wassertiefe von 12 m eine Gesamthöhe von 34 m. Nach 20 m verengt sich die Vorhalle canonartig und die Höhle teilt sich in ihre beiden Äste.

In die Höhlensohle der **Grotta bianca** ist eine offenbar künstlich hergestellte Rinne eingetieft, die zu zwei Seen führt. Der erste ist bis 10 m tief und durchwegs von Steilufern eingesäumt; an seinem südöstlichen Ende kann ein sehr schwacher blauer Lichtschimmer bemerkt werden. Der zweite See ist mit dem ersten durch eine die trennende Felsbarriere durchziehende submarine Höhlenstrecke verbunden. Bei etwa 11 m Tiefe ist er 20 m lang und 5 m breit. Die heutige Grösse des Raumes ist im wesentlichen durch Verbrüche aus der Höhlendecke zu erklären.

Die Bestimmung des Chlorgehaltes zahlreicher Wasserproben ergab folgendes: Die Tropfwässer zeigen einen leichten Salzgehalt (0.1% Chlor), eine Folge des Emporspritzens von Meerwasser bis an die Decke. Das Wasser der Seen ist brackig (durchschnittlich 1.8% Cl gegenüber 2.2% im offenen Meer), der Salzgehalt ist in etwa 5 m Tiefe am geringsten und nach längerem Regen deutlich vermindert. Es müssen also Süßwasserquellstränge nicht allzu tief unter dem Wasserspiegel der Seen austreten, ein Umstand, der für die Frage der Trinkwasserversorgung der Insel von Interesse ist.

Der Zweck der künstlichen Rinne kann wohl nur der gewesen sein, dass durch sie Schiffe in die Seen gezogen wurden. Daraus ergibt sich die Benützung der Grotta bianca als eine Art Seefestung für eine kleine Flottille, wahrscheinlich als leicht zu verteidigender Stützpunkt von Seeräubern. Die Zeit der Benützung ist nach dem derzeitigen Stande der Erforschung nicht genauer zu fixieren.

Die Grotta meravigliosa erstreckt sich über der Grotta bianca in gleicher Richtung und Länge wie diese. Die Evakuationssohle folgt einer Schichtfläche, die dachförmig profilierte Höhlendecke ist in ihrem Verlauf von einer starken Bruchfuge bedingt.

An dem Steilabfall zur Vorhalle hinab ist eine rund 12 Meter mächtige Schichtfolge von Sedimenten aufgeschlossen: Brekzien, verfestigter vulkanischer Tuff sowie gelber Sand. Diese vollständig ebenen Schichten sind Absätze aus stehenden Wässern. Reste an den Höhlenwänden zeugen davon, dass ursprünglich der ganze Raum der Vorhalle von Ablagerungen erfüllt war. Die Sedimentfolge wird durch eine bis 10 cm starke Kalksinterdecke abgeschlossen.

Infolge der reichlichen Sickerwässer und der starken Verdunstung hat die Grotta meravigliosa reichen Sinterschmuck erhalten. Grosse Flächen sind mit weisser Bergmilch und Knöpfchensinter überzogen. Auch sehr schöne Gruppen von Decken- und Bodenzapfen, Säulen und Vorhängen sind vorhanden. Ungefähr in der Mitte der NO-Wand liegt etwa 10 m über der Höhlensohle ein alter Sinterbodenrest, der von einer durchgebrochenen höheren Etage erhalten geblieben ist.

Die Beleuchtung ist im vorderen Höhlenteil durch das Reflexlicht des Meeresspiegels sehr intensiv, so dass sich Grünpflanzen ansiedeln konnten. Wenn sie absterben, sintern sie ein und so entstehen ganz fremdartige, unregelmässig knollige Sintergebilde von bizarren Formen.

Über die Entstehung der Grotta bianca und meravigliosa kann im Zusammenhang mit der Genese der Höhlen in der Bucht "Le Sementelle" folgendes ausgesagt werden: Wir haben es mit einer echten Karsthöhle zu tun, deren tiefster Horizont die submarine Verbindung zwischen See 2, See 1 und offenem Meer ist. Im Zeitpunkt seiner Aktivität muss die Vorflut um mindestens 11 m tiefer als heute gelegen sein, so dass ein freies Ausströmen der Süßwässer in Form von Karstquellen möglich war.

Die nun einsetzende positive Strandverschiebung, also Hebung des Vorflutniveaus, hatte zur Folge, dass die Karstwässer in der Höhle bis zur je-

weiligen Höhe des Meeresspiegels gestaut wurden und die mitgeführten Triftstoffe zur Sedimentation gezwungen wurden. Da der Stau der Vorflut mindestens so hoch gewesen sein muss wie die höchstgelegenen Sedimente und diese rund 20 m über dem heutigen Wasserspiegel liegen, muss diese erste positive Strandverschiebung mindestens 31 m betragen haben. Ein gewisser Rhythmus in der Durchfeuchtung und Austrocknung führte zur Absetzung von Sinter und zur Verfestigung der losen Sedimente.

Wahrscheinlich zur Zeit einer Tiefstlage der Strandlinie erfolgte ein Niederbruch der Steilküste, durch welchen die Gesteinspartien, die den Abschluss der Karsthöhlen gegen die Küste hin bildeten, in die Tiefe sanken. Dadurch entstanden mehr oder weniger grosse Höhlenportale und die Sedimentschichten wurden in ihren Profilen freigelegt. Schon vorher aber müssen die Karstwässer versiegt sein, denn in den Sedimenten sind nirgends sekundäre Erosionstälchen anzutreffen und auch in den Höhlenräumen selbst fehlen sekundäre Gravitationsprofile vollständig. Der Küstenniederbruch kann nur lokale Bedeutung gehabt haben, weil die ebene Lage der Höhlensedimentschichten in keiner Weise verändert wurde, was bei grosseren tektonischen Störungen wohl der Fall gewesen wäre.

Den Maximalstand der negativen Strandverschiebung erkennen wir an den Brandungssohlen bei den Höhlenportalen. Diese liegen etwa 12 m unter dem Meeresspiegel. Mit einer neuerlichen positiven Strandverschiebung wuchs die Höhe der Brandungsevakuation, deren Bildung durch das alte Karsthöhlyensystem begünstigt wurde. Es kam zu ausgedehnten Verbrüchen, deren Trümmer vom Wasser teils gelöst, teils weggetragen wurden. Das Meer abradierte auch die Sedimentschichten und stieg endlich bis 8 m über das heutige Niveau. Dann erfolgte die zweite negative Strandverschiebung, die schliesslich zum heutigen Meeresniveau führte. Tagverwitterung, Brandung, Sickerwässer usw. formten das heutige Höhlenbild.

Die Grotta bianca — meravigliosa stellt demnach ein altes Karsthöhlyensystem dar, das durch die Strandverschiebungen und durch mächtige Verbrüche weitgehend verändert wurde. Die Grotta bianca ist heute als eine gesunkene Brandungshöhlye anzusprechen.

In der benachbarten Bucht "Le Sementelle", in der eine Strandterrasse in 3 m Höhe sowie prachtvolle Strandlinienreste in 8 m Höhe erhalten sind, liegen die **Grotta delle Sementelle** (9) und die drei **Grotte dei preti** (10, 11, 12). Diese Karsthöhlen sind allmählich mit vulkanischer Asche, die von der Oberfläche eingeschwemmt wurde, erfüllt worden. Als nach dem Küstenniederbruch die heutigen Tagöffnungen entstanden, konnte die Brandung Teile der Sedimente wieder ausräumen.

Auf unserer Rundfahrt gelangen wir weiter zu der zweiteiligen **Grotta del moschino** (13), einer gesunkenen Brandungshöhlye, deren alte Abrasionssohle 8 m unter dem heutigen Meeresniveau liegt. Die Wände zeigen bunte Pflanzenüberzüge; gelbweisse Bergmilchabsätze und Sinterleisten erhöhen noch das polychrome Aussehen der Höhlenräume.

Neben dieser Höhle liegt eine Reihe von **Brandungsevakuationen** (14), de-

ren ursprüngliche Abrasionsbasis etwa 6 m unter den Meeresspiegel abgesunken ist.

Ausserordentlich interessant ist die nahegelegene **Tuffhöhle** (15), eine sehr bedeutende Karsthöhlenstrecke von etwa 20 m Höhe, die aber von horizontal geschichteten Sedimenten (Brekzien und verfestigten Tuffen) fast vollständig erfüllt ist.

Die Sohle der **Grotta Massullo** (16), eines grossräumigen, durch Verstürze erweiterten Höhlenrestes, taucht bis 13 m unter den Meeresspiegel hinab.

Die **Grotta del Porto di Tragara** (17) ist labyrinthartig verzweigt und besitzt eine submarine untere Etage. Das Meer dringt 25 m in die Höhle ein, die Brandung alimentiert mehrere Spritzwassertümpel. Die Höhlenwände weisen ausserordentlich starke Pflanzenanflüge in bunten Farben auf. 8 m über dem Meeresspiegel ist eine deutliche Brandungskehle zu sehen, darunter zahlreiche schon stark verschliffene Steindattellöcher. Wir haben es mit einer Karsthöhle zu tun, deren tiefster Horizont in - 12 m liegt. Für ihre Entstehung gilt das für die Grotta bianca Gesagte.

Die Felsklippen der Faraglioni sind zum Teil schon völlig von der Südostspitze der Insel abgetrennt; nur der Faraglione di terra hängt noch durch eine schmale Landbrücke mit der Insel zusammen. In seinem SW-Teil liegt eine schmale **Klufthöhle** (18), deren zunächst 18 m hohe Decke nach 17 m ins Meer eintaucht. Die Evakuationssohle liegt etwa 15 m unter dem Meeresspiegel. Am Ende der Höhle entstand ein submarines Fenster, durch welches grünliches und bläuliches Licht durchschimmert.

Der weltberühmte **Sottopassaggio** (19) durchzieht den Faraglione di mezzo in einer Länge von 56 m bei einer Durchschnittsbreite von 13 m stollenartig von Ost nach West. Er erreicht eine Höhe über dem Meere von 15 bis 25 m und eine Tiefe von durchschnittlich 15 m. In der Höhlendecke sind die Negativflächen mächtiger Verbrüche noch gut erhalten.

Parallel mit dem Sottopassaggio zieht die " **Durchfahrt** " zwischen Faraglione di mezzo und di fuori. Sie ist bei gleicher Tiefe nur 8 m breit. Hier ist das Überdeckungsgestein bereits vollständig niedergebrochen.

Der Verlauf der Sohle und Wände dieser beiden Bildungen deutet darauf hin, dass wir es mit Resten eines Karsthöhlensystems zu tun haben, dessen Erosionsbasis etwa 15 m tiefer als das heutige Meeresniveau lag. Durch den Küstenniederbruch entstanden an der Ost- und Westseite Tagöffnungen und damit Durchgangshöhlen. Verwitterung und Abrasion begünstigten die Deckenbrüche und so entstanden im Laufe der Zeit die heutigen Formen.

Über die **Bildungsvorgänge der Karsthöhlen** und deren Raumveränderungen durch die Strandverschiebungen an der Ostküste lässt sich zusammenfassend folgendes sagen (vgl. dazu Tafel VI):

In der **Karstwasserphase** bestand bei einem Meeresspiegelstand von mindestens - 15 m eine weitverzweigte Tiefenverkarstung unter Bildung von Karsthöhlenräumen und Vaclusequellen.

In der **Sedimentationsphase** erfolgte während einer positiven Strandver-

schiebung, deren Höchststand mindestens 20 m über dem heutigen Niveau lag, durch Rückstau in den Karstgerinnen Absatz von Sedimenten und deren Verfestigung.

In der **Zerreissungsphase** erfolgte nach Versiegen der Karstquellläufe, wahrscheinlich im Tiefstand einer negativen Strandverschiebung, der Niederbruch der Küste und damit die Zerreissung zusammenhängender Höhlensysteme und Aufreissung von Höhlenportalen.

In der **Abrasionsphase** begann während einer positiven Strandverschiebung mit einem Höchststand von etwa + 8 m die Abrasion der alten Karsthöhlenpartien und des Höhleninhalts. Verstürze traten auf, deren Trümmer vom Meerwasser teils mechanisch, teils chemisch aufgearbeitet wurden.

In der **Endphase** erfolgte während einer negativen Strandverschiebung bis zum heutigen Niveau die Ausbildung der jetzigen Raumformen der Höhlen.

### 3.) Die Höhlen im Ostabschnitt der Südküste (Punta Tragara - Marina piccola)

#### I

Die **Grotta dell' Arco della stella** (20) durchörtert eine Landzunge von Ost nach West. Die Höhle ist 20 m lang, durchschnittlich 3.5 m breit und 7.5 m hoch, wovon rund 5 m unter Wasser liegen. Für ihre Entstehung gilt das Gleiche wie für den Sottopassaggio.

Die **Grotta Fontolina** (21) ist eine mehrere Meter über den heutigen Meeresspiegel gehobene Brandungshöhle mit gut erhaltenen hydromorphen Details.

Am oberen Rande einer alten Abrasionsterrasse liegt die **Grotta della forca** (22, s. Tafel I). Ein Portal von 10 m Höhe und 5 m Breite führt in die 27 m lange Höhle. In den Bodenschichten hat ein periodischer Wasserlauf eine tiefe Rinne ausgewaschen. Das Muttergestein ist brekzienartig zerpresst; absturzdrohend hängen an der Decke seiger gestellte Gesteinsbänke. Deckenbrüche haben diese gehobene Brandungshöhle weitgehend verändert.

Nur durch eine Gesteinsrippe von ihr getrennt ist die **Grotta del Belvedere** (23). Sie besteht aus 2 Evakuationen, die bergwärts miteinander in Verbindung stehen dürften. Der südliche Teil hat schmale, hohe Querprofile, der nördliche ist im Grundriss flächenhaft, in den Profilen niedrig und breit entwickelt. Am Ende dieses Höhlenteiles finden sich völlig eben gelagerte Schichten von versinterten lehmigen und erdigen Ausfüllungsprodukten, die stellenweise mit Schichten vulkanischer Asche durchschossen sind. Zweifellos ist hier eine mit Süßwassersedimenten erfüllte Karsthöhle durch die Brandung angerissen worden.

Eine geräumige Durchgangshöhle, die von Fischern bei Stürmen als Unterschlupf aufgesucht wird, ist die **Grotta Albergo dei marinai** (24). Ihre Decke wird von einer versinterten Brandungskonglomeratbank gebildet. Auch diese Höhle ist aus einem Karstwasserlauf durch Abrasion und Verbruch entstanden.

Am Westende der gleichen Bucht öffnet sich das fast 14 m breite Portal der **Grotta oscura** (25). Der Höhlenraum ist breitflächig ausgebildet, die Evakuationssohle dieser nur wenig gesunkenen Brandungshöhle taucht im Hintergrund über den Wasserspiegel empor.



Den Abschluss der **Grotta Certosa** (26) bildet eine ins Meer eintauchende Felskulisse, die durchlöchert ist, so dass bei starkem Wellenschlag mehrere Sbruffi aktiv werden. Die erste Anlage auch dieser gesunkenen Brandungshöhle mag eine Karsthöhlenstrecke gewesen sein.

Die **Grotta dell'arsenale** (27; s. Tafel III) ist nach der Volksmeinung eine alte Schiffswerft. Durch die 12 m breite Abrasionsterrasse vor dem mächtigen, 20 m breiten und 7 m hohen Höhlenportal wurde eine 3 m breite Rinne ausgeschlagen.

Die Höhle, die einen prächtigen Ausblick auf das Meer gewährt, hat eine Länge von rund 40 m und eine durchschnittliche Breite von 20 m. Im vorderen Teil liegen mächtige Versturzttrümmer, von denen die meisten kantenverrundet sind, also noch zur Zeit der Wasseraktivität der Höhle niedergebrochen sein müssen. Die flächenhafte Ausdehnung dieser gehobenen Brandungshöhle ist durch die vorwiegend flache Lage der Gesteinsschichten bedingt.

Die Höhle hat in antiker Zeit weitgehende künstliche Veränderungen erfahren. Etwa in der Mitte der Ostwand ist die Evakuationsvertiefung und eine quadratische Nische von etwa 4 m Seitenlänge mit Netzmauerwerk aus Lavawürfeln ummauert worden. Hier beginnt eine annähernd der Höhlenwand folgende, halbkreisförmig verlaufende Sitzbank aus Ziegelmauerwerk, 60 cm hoch und ebenso breit, die mit einer Tünche überzogen und stellenweise noch sehr gut erhalten ist. Mehrere Stufen führen zu einer zweiten mauerumgrenzten Nische. Der Boden der ganzen von der Sitzbank begrenzten Fläche ist sorgfältig verputzt und war offenbar durchwegs betoniert. Die Decke zeigt Reste von Verputz. Ausnehmungen in den Wänden dürften als Widerlager für eine Holzkonstruktion gedient haben.

Bereits eine Grabung im Jahre 1879 hatte Reste eines prächtigen Mosaikfußbodens aufgedeckt. Die umfangreiche Grabung, die MAIURI 1930 durchführte, erbrachte den Beweis, dass die Höhle zur Zeit des Kaisers Tiberius ein luxuriös ausgestattetes "Nymphäum" war, also ein einer Nymphe geweihter Platz, den man an heißen Tagen zur Abkühlung aufsuchte. Eine Verwendung als Schiffswerft, wie es die Volkstradition will, käme nur für nachrömische Zeiten in Betracht.

Die **Grotticella delle pozze** (Tümpelhöhle, 28), eine Schichtfugenhöhle, enthält reichlich verkittete Brandungssedimente (Sand, Strandgerölle, Brandungskugeln). Sie ist eine gehobene Brandungshöhle, deren alter hydromorpher Charakter ziemlich unverändert erhalten geblieben ist.

In mehreren Tümpeln, die 5 m über dem Meeresniveau liegen, treten synchron mit den Brandungswellen Luftblasen sowie sprudelförmig in die Höhe gepresstes Wasser auf. Die Überwässer fließen längs Vertiefungen oberflächlich ins Meer ab. Das deutet darauf hin, dass die unterirdischen Wasserwege so eng sind, dass der hydrostatische Druck in den Tümpeln nicht ausreicht, diese durch sie zu entleeren, hingegen der hydrodynamische Druck der Brandung stark genug ist, das Wasser durch sie hochzupressen. Dieses eigenartige Phänomen konnte sonst in keiner Höhle von Capri beobachtet werden.

#### 4. Die Höhlen im Westabschnitt der Südküste (Marina piccola - Punta Carena)

Die Küste von der **Marina piccola** bis zur **Punta Ventroso** ist frei von Höhlen. Erst in der Bucht zwischen dieser und der **Punta Orticezza**, einem Abbruchgebiet ähnlich dem der Ostküste, sind sie häufiger. Am Fusse der felsigen Steilabstürze, "Marmolata" genannt, findet sich eine alte Abrasionsterrasse. Auf ihr sind stellenweise Reste verbackener Tuffschichten anzutreffen, die zeigen, dass wir es auch hier mit einem Gebiete alter, sedimentgefüllter Karsthöhlen zu tun haben.

Die **Grotta verde** (29) ist ein Sottopassaggio, der eine Landzunge durchörtert. Zu ihr gehört genetisch auch die durch den Niederbruch der Küste von ihr abgetrennte **Grotta Ruffolo** (30). Beide sind alte Karstwasserläufe, die durch Verbrüche bedeutende Raumhöhen erhalten haben.

In der **Grotta rossa** (31) — der Name rührt von den rotvioioletten Algenüberzügen her — hat sich der Labyrinthcharakter der alten Karsthöhle noch deutlicher erhalten.

Die drei genannten Evakuationen sind diskordante, gesunkene Brandungshöhlen.

In dem westlich anschliessenden Küstenabschnitt befinden sich mehrere kleine Brandungshöhlen, darunter die **Grotta brillante** (32), eine Durchgangshöhle, und die **Grotta del cannone Krupp** (33), ein sehr kräftiger Sbruffo.

Die bedeutendste Höhle in diesem Gebiete ist die **Grotticella d'Insurro** (34), auch **Grotta della galleria** genannt, 2 bis auf einen stehengebliebenen Felspfeiler miteinander verwachsene Brandungsevakuationen, die zwar gehoben, aber heute noch aktiv sind.

Die **Grotta dei Santi** (35) hat ihren Namen von den gleich Heiligenfiguren aus einer älteren Abrasionsterrasse steil aufragenden verrundeten Schichtköpfen. Der labyrinthartige Verlauf sowie eine in 5 m Höhe liegende horizontale Tuffschichte zeigen, dass die Brandungsevakuation längs eines alten Karsthöhlensystems abradiert wurde. Gut erhaltene Abrasionsniveaus in 5 und 2.5 m Höhe beweisen längere Stillstände während der letzten negativen Strandverschiebung.

Die **Grotta della vela** (36) hat einen linearen Grundriss, sie ist bei 60 m Länge nur bis 2.5 m breit. Schon diese Masse zeigen, dass sie nicht durch die Brandung allein entstanden sein kann. Der vorderste, 30 m hohe Teil besteht aus Verbruchsräumen, der mittlere stellt eine stark durch die Brandungswirkung veränderte Karsthöhle und der rückwärtige Teil einen nur teilweise ausgeräumten Karsthöhlenraum dar. Die verschiedenen raumformenden Kräfte lassen sich hier in ihren Auswirkungen lokal gut abgrenzen.

Drei Eingänge besitzt die **Grotta Marmolata** (37), eine nur wenig gesunkene Brandungshöhle, die möglicherweise durch einen alten Süsswasserquelllauf vorbereitet wurde.

In dem weiteren Küstenabschnitt bis zur Punta Carena gibt es nur eine unscheinbare Höhle, die **Grotticella dell'articolata** (38).

## 5. Die Höhlen an der Westküste (Punta Carena - Punta dell' Arcera)

Die Westküste ist durch die fjordähnlichen Mündungen einiger Gerinne reicher gegliedert, ist aber wegen der geringen Standfestigkeit des Gesteins höhlenfeindlich.

In der NW-Wand der Cala Lupinaro liegt die **Grotta Jannarella** (39), auch **Grotta del rio** genannt, die einzige halbwegs gut erhaltene Höhle an der Westküste, aus fast seiger stehenden Schichten ausgeschlagen. Sie ist eine gesunkene Brandungshöhle, deren altes Abrasionsniveau 8.5 m unter dem heutigen Meeresspiegel liegt.

## 6. Die Höhlen im Westabschnitt der Nordküste (Punta dell' Arcera - Marina grande)

Von der **Punta dell' Arcera** zieht sich nach Osten ein Steilabsturz, in dem bis zu einer Höhe von 5 m kleinere Brandungshöhlen entwickelt sind, darunter die **Grotta dell' Arcera** (40).

Die weltberühmte **Grotta azzurra** (**Blaue Grotte**, 41; s. Tafel IV) liegt etwa 300 m östlich der Punta dell' Arcera. Sie ist eines der bekanntesten Naturdenkmale der Welt und wird alljährlich von vielen Tausenden besucht und bestaunt. Tatsächlich bilden die enge, geheimnisvolle Einfahrt, die riesige Ausdehnung des Blauen Domes, die tiefblaue Färbung und das weissilbrige Leuchten der Gegenstände, die man in das Wasser eintaucht, eine der grössten Natursensationen, die man erleben kann. Die Schönheit der Höhle wurde in unzähligen Schriften gepriesen, manche phantastischen Ranken haben sich um sie gebildet und die Besucher sind so gefangengenommen von der Eigenart der Erscheinung, dass wohl die wenigsten sich Gedanken über die Entstehung dieser auch speläologisch sehr interessanten Höhle gemacht haben. Es entbehrt daher nicht eines besonderen Reizes, dieses Objekt einer genaueren höhlenwissenschaftlichen Untersuchung zu unterziehen.

Der Breslauer Maler KOPISCH, der 1826 schwimmend in die Höhle eindrang, gilt als ihr Wiederentdecker. Erwähnt wird sie schon in CAPACCIOs Geschichte von Neapel (1607) und in PARRINOs Beschreibung des Golfes von Neapel (1727).

Im Steilabsturz der Küste liegt die *Einfahrt* in den "Blauen Dom". \*) Sie ist 2 m lang und ungefähr ebenso hoch, wobei aber bei normalem Wasserstand kaum 1 m über dem Meeresspiegel liegt. Man kann diese Engstelle nur mit schmalen und niedrigen Booten passieren und schon bei etwas stärkerem Wellenschlag ist eine besondere Geschicklichkeit des Bootführers notwendig. Eine längs der Decke gezogene Kette erleichtert das Einfahrtmanöver.

\* Die einzelnen Räume des Höhlensystems wurden zur besseren Orientierung mit eigenen Namen versehen.

In der Literatur wird fast übereinstimmend die — irrige — Meinung vertreten, dass die Einfahrt ein künstlicher Stollen sei, der in antiker Zeit geschlagen wurde.

Unterhalb der Einfahrt, von ihr durch eine schmale Felsbrücke getrennt, liegt das submarine Fenster, auf dessen Vorhandensein im wesentlichen die berühmten Lichteffekte im Blauen Dom zurückgehen. Es hat nach den Lotungsergebnissen eine Pfeilhöhe von ungefähr 19 m und eine offenbar gegen die Basis hin beträchtlich zunehmende Breite.

Durch die Einfahrt gelangt man in den " *Blauen Dom* ", jenen Teil der Höhle, der allein den Besuchern gezeigt wird. Er stellt eine im Raumbild geschlossene Evakuationsdar mit einer grössten Längenerstreckung von etwa 60 m und einer grössten Breitenausdehnung von 25 m. Die Tiefe der Evakuationssohle unter Wasser beträgt nahe der Einfahrt rund 22 m und an der Süd- wand 14 m. Im südlichen Teil des Domes liegt submarin ein mächtiger Ver- sturzkegel, der aus rezenten Deckenbrüchen stammt, deren Negativflächen noch an der Decke zu sehen sind. Der auf Tafel IV dargestellte Grundriss entspricht der Verschneidungslinie des Meeresspiegels mit den Evakuations- wänden. Die Decke des Blauen Domes steigt gleich nach der Einfahrt kräftig an, verläuft dann in einer durchschnittlichen Höhe von 7 m und erreicht bei den erwähnten Deckenausbrüchen 14 m. Als Evakuations betrachtet, besitzt der Blaue Dom daher eine Gesamthöhe von mehr als 35 m.

Westlich der Einfahrt befindet sich eine weite, hallenförmige Auskol- kung. Unweit davon ist in etwa 1 m Wassertiefe ein Kehlenrest zu sehen. Reste einer solchen Leiste liegen in gleicher Tiefe auch vor der "Landungs- stelle" und an mehreren Stellen der Küste, sodass es sich offenbar um eine alte Strandlinie handelt.

Im östlichen Teile der Südwand münden röhrenähnliche Gänge ein, die nach Aussage der Schiffer mit der etwa 120 m entfernten *Grotta Guarracini* (42), einer kleinen gesunkenen Brandungshöhle, zusammenhängen sollen und für die Wetterführung von Bedeutung sind.

In der Südwestecke des Blauen Domes zieht die " *Pfeilergalerie* " ein. Sie ist durch stehengebliebene Felsrippen in drei Aste geteilt, die Quer- verbindungen besitzen und sich nach etwa 20 m vereinigen. Der nordwestliche Ast ist vom Boot aus am leichtesten zu erreichen. Hier liegt etwa 1 m unter Wasser die erwähnte Felsleiste, doch keineswegs mehrere Stufen, die manche an dieser Stelle gesehen haben wollen. Ungefähr 1 m über dem Meeresspiegel liegt eine die ganze Breite des Ganges erfüllende Plattform, der wir den Namen " *Landungsstelle* " gaben. Sie ist künstlich verebnet worden, indem die Zwischenräume der groben Blöcke mit Zementmörtel ausgegossen wurden.

Dort, wo sich die Gangäste vereinigen und die Höhlensohle bereits so hoch liegt, dass sie auch bei starkem Wellenschlag nicht mehr überflutet wird, findet sich der Bodenbelag wieder in einer Ausdehnung von etwa 100 m<sup>2</sup> ( " *Rastplatz* " ). Bei den künstlichen Verebnungen handelt es sich um römi- schen Zementmörtel, versetzt mit Ziegelbrocken und Tuffgestein. Sicherlich führte in antiker Zeit von der Landungsstelle zum Rastplatz ein guter Weg, der sich noch bis in die Namenhalle fortsetzte.

Teile der Sohlenflächen sind hier mit einer dunkelbraunen bis schwarzen Schichte bedeckt. Es handelt sich um organische Ablagerungen, vielleicht um Exkremeute von Höhlenasseln. Positive Funde von Höhlentieren konnten allerdings nicht gemacht werden.

Nach NO zweigt hier der " *Tropfsteingang* " ab. Seine Sohle ist stellenweise mit einer bis 10 cm starken Sinterschichte bedeckt, an der flachen Höhlendecke finden sich derbe Versinterungen, z.T. noch pastose Bergmilch.

Vom Rastplatz führt der Weg, dessen betonartige Bedeckung hier stellenweise ziemlich kräftig übersintert ist, westwärts gegen die Namenhalle, Rechts breitet sich ein weitverzweigtes, aber sehr kleinräumiges und daher nicht befahrbares Labyrinth aus (Schichtfugenauswaschungen).

Die " *Namenhalle* " (so benannt, weil sich zahlreiche Besucher durch Einkritzeln in die weiche Verwitterungsschichte verewigt haben) ist ein etwa 3 m hoher und 5 m im Durchmesser haltender Raum, an dessen kuppelförmiger Decke die negative Ausnehmung eines Versturzturms deutlich zu sehen ist. Das Gestein hat brekziösen Charakter, die Schichten sind steilgestellt.

Von hier aus wird der Gang (" *Korrosionsgang* ") bei stark wechselnder Breite sehr niedrig; an manchen Orten ist die Sohle künstlich vertieft. Nach etwa 100 m mündet er in die " *Korrosionshalle* ", einen Schichtfugenraum, dessen Boden mit Versturzturmmüllern übersät ist. Nach W hin zweigen unbefahrbar enge Gänge labyrinthartig auseinander.

Die Decke und Wände der trockenliegenden Höhlenräume weisen durch endochthone Verwitterung verrundete Kanten auf und sind mit einem mehligem, vielfach auch schmierig-feuchten Belag überzogen. Spuren erosiver Wasser-tätigkeit fehlen. Aufgeschichtete Gesteinstrümmel im Korrosionsgang, die vom Nachschlagen der Gangsohle herrühren, machen infolge Fehlens der Kantenverrundung und des Verwitterungsbelages einen sehr jungen Eindruck. Es scheint, dass diese Nachschlagungen nicht mit dem Ausbau in antiker Zeit zusammenhängen.

Die Wetterbewegung ist wesentlich von Wind und Wellengang abhängig. Bei starkem Wind werden die Wellen heftig in die Höhle eingepresst, indem sie das ganze Lumen des Einfahrtprofils ausfüllen. Der entstehende Überdruck wird bei der nächsten rückläufigen Welle wieder ausgeglichen. Bei starkem Sturm wurden an den kleinen Öffnungen im Südteil des Blauen Domes sowie im Korrosionsgang kräftige böige Windstöße beobachtet. Diese empfindliche Reaktion auf die Windverhältnisse deutet darauf hin, dass wir es mit einem ausgedehnten, wenn auch nicht befahrbaren Höhlensystem zu tun haben, das durch zahlreiche Öffnungen an den Tag angeschlossen ist.

Bei mässig bewegter See und ruhiger Aussenluft ging der Rauch des Blitzlichts, das im Blauen Dom abgebrannt wurde, nur bis zum Rastplatz. Hier wurde er langsam wieder zurückgeworfen und wogte im Blauen Dom hin und her. Vom Rastplatz bergwärts herrschte Wetterstockung.

Was nun die Entstehung der Grotta azzurra betrifft, so müssen wir die beiden morphologisch völlig verschiedenen Teile, nämlich den Blauen Dom und das anschliessende Gangsystem, getrennt betrachten.

Das Gangsystem ist von ausserordentlich unregelmässiger Gestalt. Die wechselnde Raumkonfiguration ist abhängig von der Verschiedenheit der Gesteinsschichtung. An den schmalen Stellen stehen die Schichten sehr steil, an den breiteren Stellen liegen sie flacher und wir haben es der Hauptsache nach mit Schichtfugenräumen zu tun. In der geräumigen Pfeilergalerie treten starke Bruchfugen in flachliegenden Schichten auf, wodurch der labyrinthartige Charakter dieser Räume bedingt ist.

Das Gangsystem ist verhältnismässig wenig geneigt und ist, wie der Befund ergibt, in der Hauptsache durch die korrosive Wirkung stehender oder nur sehr langsam fliessender Wässer, ohne stärkere erosive Tätigkeit, entstanden. Dafür spricht die kantige oder nur sehr wenig verschliffene Beschaffenheit der Evakuationswände und -decke sowie das Fehlen allochthonen Höhleninhalts. Diese Räume sind also in einem Grundwasserhorizont ausgeleugt worden; zur Zeit seiner Aktivität muss der Stand des Meeres um mindestens 3 bis 4 m höher gewesen sein als heute. Die Windröhren, die an der Südostwand des Blauen Domes gegen die Grotta Guarracini ziehen, sowie die heutige Einfahrt liegen ungefähr im Horizont dieses alten Grundwasserspiegels, der sich ursprünglich wohl auch über das Gebiet des heutigen Blauen Domes erstreckte und dort ebenfalls ein niedriges Gangsystem korrodierte. In diesem Zustand stellte das Gesamtsystem der Grotta azzurra einen gegen die Küste hin leicht geneigten Laugungshorizont dar.

Die Laugungsphase entspricht der Karstwasserphase an der Ostküste (vergleiche S. 12/13 und Tabelle auf Tafel VI). Eine Sedimentationsphase ist hier nicht zu belegen, weil der Grundwasserhorizont nicht durch offene Höhlengrinne an die Erdoberfläche angeschlossen war. Analog der Zerreiisungsphase der Ostküste fand auch hier eine negative Strandverschiebung, und zwar bis etwa -20 m, Einbruch der Steilküste und Beginn der Abrasion im söhligem Gebiet des marinen Fensters statt. Dadurch entstand zuerst eine bescheidene Brandungsevakuation, die durch Deckeneinstürze des stark zerpressten Gesteins an Höhe zunahm, bis auch die alten Karststrecken im Gebiete des Blauen Domes niederbrachen. Nur am Eingang blieb über der Brandungsevakuation eine Naturbrücke bestehen, der heutige Felsbogen über dem submarinen Fenster.

In der Abrasionsphase stieg das Meer, wie aus Brandungskehlen zu ersehen ist, etwa 4 m über den heutigen Wasserspiegel, was zur Folge hatte, dass die Pfeilergalerie und das anschliessende Gangstück zum Teil völlig, zum Teil nur söhlig mit Meerwasser erfüllt wurden. Hier und im Gebiete der heutigen Einfahrt wurde daher das Gestein nochmals durch Wasser angegriffen und es entstanden stark verrundete Formen.

Analog der Endphase an der Ostküste erfolgte eine negative Standverschiebung bis zum heutigen Meeresspiegel, die sich aber auf die Morphologie des Höhlenbildes nicht mehr wesentlich ausgewirkt hat.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Anlage des gesamten Systems, einschliesslich des Blauen Domes, eine alte Karsthöhle hauptsächlich korrosiver Herkunft, entstanden durch wenig bewegtes Grundwasser, darstellt und

dass der Blaue Dom eine diskordante, gesunkene Brandungshöhle ist, deren Raumerweiterung sehr stark auf Verbruch zurückgeht.

Die irrigen Ansichten über die Entstehung der Höhle, die in der Literatur anzutreffen sind, sollen im Folgenden einer kurzen Kritik unterzogen werden, um an einem so krassen Beispiel zu zeigen, auf welche Irrwege man gerät, wenn man in der Höhlenkunde ohne genaue analytisch-systematische Untersuchung sich auf das Gebiet der Spekulation begibt.

Die phantastische Annahme, dass der Korrosionsgang künstlich geschaffen wurde, um die Verbindung mit einem Palast auf dem Plateau herzustellen, und dass durch ihn Kaiser Tiberius samt Gefolge zu orgiastischen Festen in die Grotta azzurra einzog, haben bereits FURCHHEIM und SCHONER widerlegt. Dagegen ist bisher in der Literatur die künstliche Herstellung der heutigen Einfahrt in antiker Zeit und die Annahme einer postantiken positiven Strandverschiebung, die im wesentlichen auf OPPENHEIM (Nr.17) zurückgeht und von GÜNTHER (Nr.11) übernommen wurde, unwidersprochen geblieben.

KNEBEL (Nr.12, S.176) fasst diese Ansicht im Anschluss an OPPENHEIM so zusammen: '...Die ehemals daselbst vorhanden gewesene Strandhöhle wurde von römischen Patriziern benutzt, um in ihr Kühlung .... zu suchen. Da der Zugang zur Strandhöhle auf dem Seewege zu unbequem war, liessen sie eine Öffnung in den Berg hauen, welche vom Lande aus den Eingang in die Grotte ermöglichte. Die Grotte von Capri besass damals naturgemäss noch nicht die Blaufärbung des Lichtes; und man hat sie daher auch nirgends bei alten Schriftstellern erwähnt gefunden ..... Später fanden die grossen Küstenschwankungen statt, denen zufolge die alte Strandhöhle unter den Meeresspiegel getaucht wurde; zufällig kam die neue Strandlinie in das Niveau des künstlich geschaffenen Fensters, des jetzigen Einganges in die Grotte.'

Dazu ist zu bemerken:

Die kleine nischenförmige Vorhöhle, eine typische Brandungsbildung, geht allmählich in die Einfahrt über. Wäre die heutige Einfahrt künstlich geschaffen worden, dann müsste die natürliche Form dieser Brandungshöhle verletzt sein. - Der Verlauf der Küstenlinie im Blauen Dom, unmittelbar nach der Einfahrt, ist völlig ausgeglichen. Dies wäre nicht möglich, wenn die Einfahrt ein künstlich geschlagener Stollen wäre. - Von einer antiken Villa, deren Reste oberhalb der Grotta azzurra zu sehen sind, zieht eine Stiege gegen das Meer hinab, die knapp westlich der Einfahrt endet. Die letzte künstlich geschaffene Stufe liegt genau in der heutigen Strandlinie; darunter sind keinerlei Stufen zu sehen, sondern ein senkrechter, 3 bis 4 m hoher Felsabsturz. Das Enden der Stiege, deren antike Anlage freilich nur im Zusammenhang mit der römischen Villa wahrscheinlich erscheint, im heutigen Meeresniveau wäre aber sinnlos, wenn der Spiegelstand in antiker Zeit etwa 4 m tiefer gewesen wäre als heute.

Später, aber auch noch in antiker Zeit, soll der künstliche Stollen geschlagen worden sein und eine Galerie vom Ende der Stiege durch den Stollen und längs einer Höhlenwand im Blauen Dom bis zur Landungsstelle geführt haben. Es konnten aber nicht die geringsten Anzeichen für Ausnehmungen im Ge-

stein angetroffen werden, die als Widerlager für einen galerieartigen Umgang zu deuten wären.

Die in antiker Zeit künstlich verebnete Landungsstellè bei der Pfeiler-galerie liegt etwa 1 m über dem heutigen Meeresniveau und fällt über eine niedrigere Stufe senkrecht in die Tiefe. Die künstlichen Stufen, die FURCHHEIM (Nr. 8, S. 157) erwähnt, sind nicht vorhanden. Demnach wäre die Landungs-stelle sinnlos, wenn in antiker Zeit der Meeresspiegel wesentlich tiefer als heute gelegen wäre.

Aus den vorgebrachten Gründen ergibt sich, dass die Lage der Grotta azzurra zum Meeresspiegel in antiker Zeit gleich wie heute war.

In welcher Art die Grotta azzurra in der Antike tatsächlich benützt wurde, lässt sich nur schwer zutreffend sagen. Die Reste der Einbauten sind sehr einfach und deuten wohl mehr auf Gebrauchs- denn auf Prunkräume. Man kann daher annehmen, dass die Höhle als Zufluchtsort und Versteck diente.

Die künstlichen Ausnehmungen im Korrosionsgang müssen verhältnismässig jung sein. Am naheliegendsten ist es, sie auf Süßwassersuche zurückzuführen.

Mit der Frage der Herkunft des blauen Lichtes und des silbrigen Glanzes ins Wasser getauchter Gegenstände hat sich neuerdings G. GIANFRANCESCHI (Nr. 10) befasst. Er führt diese weltberühmte Erscheinung auf drei Kardinalpunkte zurück:

- 1.) Das Tageslicht tritt durch das submarine Fenster in den Blauen Dom ein und wird im Meerwasser einer Filtration unterworfen, die nur die blauen Farben zur Erscheinung kommen lässt.
- 2.) Ein Austritt des Lichtes in den Blauen Dom kann nur bei bewegtem Wasserspiegel in den vorhandenen Wellenkämmen erfolgen, da bei absoluter Ruhe Totalreflexion eintreten würde.
- 3.) Das silbrige Leuchten eingetauchter Gegenstände rührt daher, dass sie submarin in starkes Licht getaucht werden und die an der Oberfläche adhärenten Luftblasen durch den verschiedenen Brechungsindex ein silbriges Glänzen hervorbringen.

Etwa 200 m östlich der Blauen Grotte liegt die **Grotta Botte** (43). Sie bildet ein 6 m hohes, nahezu eiförmiges Gewölbe, welches durch einen Steilabbruch des Felsens angeschnitten ist. Im Innern ist das Meer etwa 4 m tief. Wir haben es mit einer gesunkenen Brandungshöhle zu tun, deren Raumformung noch die alte hydrische Modellierung zeigt.

Zwischen Punta di Gradola und Punta Sbruffo erstreckt sich das Gebiet " **Le Colonnelle** ". Dieser Steilabsturz fällt vielfach senkrecht zum Meer ab und ist im Niveau der heutigen Brandungszone von zahlreichen kleinen Evakuationen besetzt, z. B. **Grotta dell' orecchio** (44), **Grotta del cuore** (45), **Grotta Testa del cavallo** (46), **L'occhio di Santa Lucia** (47) usw.. Ausserdem sind noch eine Unzahl kleinerer und grösserer Brandungslöcher vorhanden, die zum Teil ohne Namen sind. Einzelne Höhlen liegen mit ihrem oberen Rande bis etwa 2.5 m über dem heutigen Fluthorizont. Die bedeutendsten Objekte seien im folgenden erwähnt.

Das Portal der **Grotta del binocolo** (48) wird durch einen Felspfeiler, das der **Grotta della funicolare** (49) durch eine waagrechte Felsbrücke in zwei Öffnungen geteilt. Die Raumformen beider Höhlen, in der letzteren auch das Vorhandensein eines Sinterbodens, lassen vermuten, dass sie ehemalige Mündungen von Süßwassergerinnen darstellen.

Die **Grotta del Vesuvio** (50) gabelt sich in zwei Äste. In verschiedener Höhe übereinanderliegende ausgedehnte Sinterdecken und insbesondere von der Brandung nicht mehr erreichte Lehmschichten im südwestlichen Gange lassen auf eine Entstehung der Höhle durch ein Süßwassergerinne schliessen.

Der Scheitelpunkt der Decke der **Grotta Sbruffo** (51) liegt 40 cm über der Strandlinie, so dass bei normalem Wellengang das Wasser durch die Brandung in die Höhle eingepresst und längs der Höhlendecke wieder mit grossem Getöse und zu weissem Gischt zersprüht herausgeschlagen wird, weshalb sie auch scherzweise "Champagnerhöhle" genannt wird. Sie ist eine diskordante, nur wenig gesunkene Brandungshöhle.

Im Gebiet " **Il Cantone** " (zwischen Punta Sbruffo und Punta Tràsele) liegen die folgenden Höhlen:

Die **Grotta di Lucina** (52) zeigt vom Meer aus zwei Eingänge. Über Felsstufen und eine Engstelle soll man nach Angabe der Schiffer in einen etwa 10 m breiten und 6 m hohen Raum mit zahlreichen Deckenzapfen gelangen. Wir haben es mit einer gesunkenen Brandungshöhle zu tun, durch die eine alte Karstwasserhöhle sehr stark verändert wurde.

Die **Grotta del naso** (53) ist eine kleine Brandungshöhle mit einem höhergelegenen ovalen Fenster. Durch die Brandung wird das Wasser beim unteren Eingang hineingetrieben und bei der oberen Öffnung mit starkem Geräusch in weitem Bogen herausgepresst, was vom Volkswitz nicht unzutreffend mit dem Niesen verglichen wird. Die Höhle ist eine typische Vertreterin des Sbruffo-typus.

Nächst der **Grotta del portuso** (54) wurde ein Stollen auf Süßwasser vorgetrieben.

Südöstlich der **Punta Tràsele** liegt die **Grotta dei meandri** (55), eine konkordante Brandungshöhle zwischen riesigen Versturzböcken und tuffigen und sandigen Überlagerungen, deren Höhenentwicklung durch Verbrüche begünstigt wird.

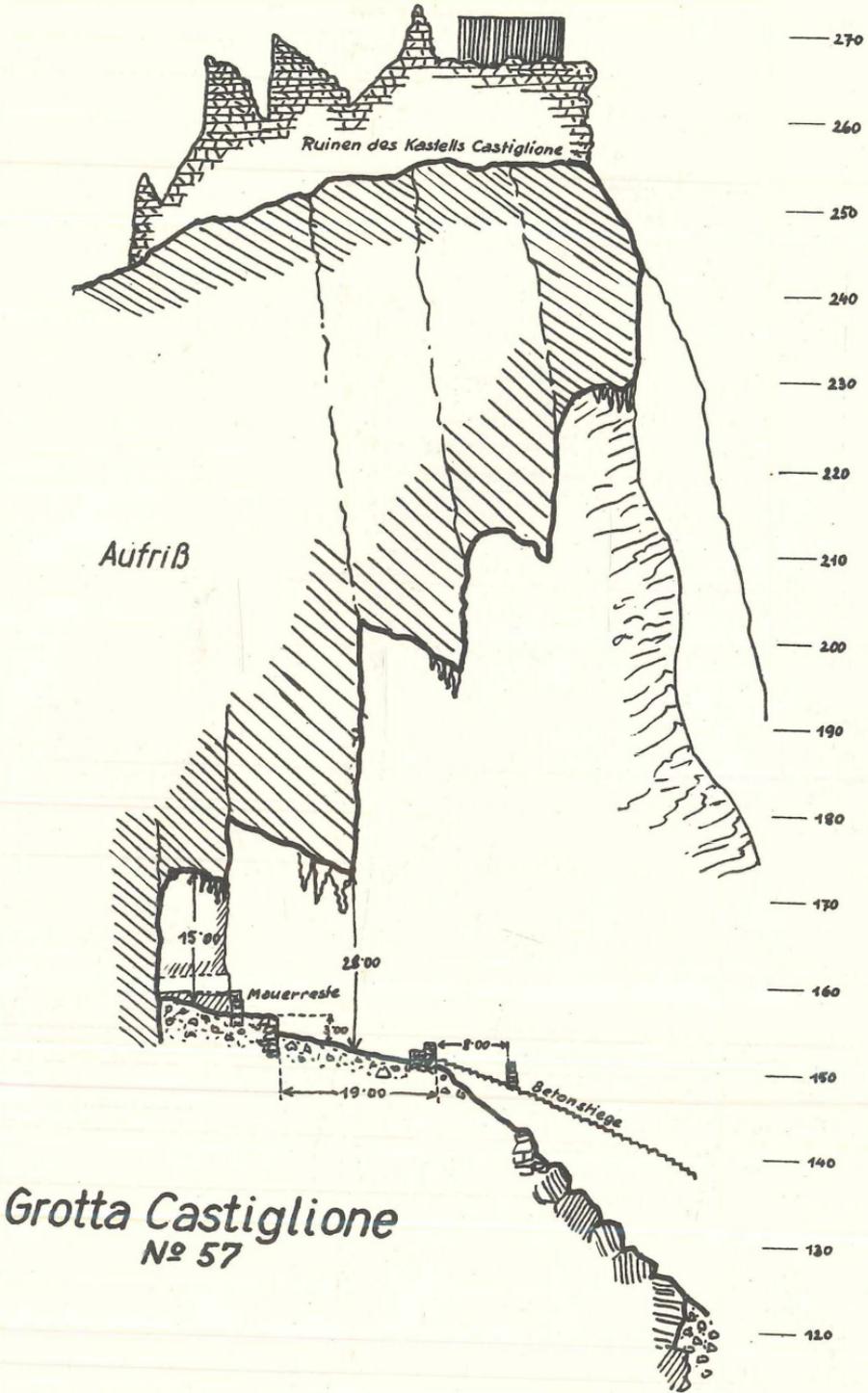
Von hier gelangen wir über das **Bad des Tiberius** (**Bagno di Tiberio**; vgl. S.42) zurück zur **Marina grande**, dem Ausgangspunkt unserer Rundfahrt.

## B) Höhlen im Landinneren.

Nächst der Villa CERIO, c.500 m Luftlinie südwestlich der Kirche von Capri, liegt die **Grotta Castiglione** (56; s. den Aufriss auf Tafel V). Die Seehöhe des Eingangs beträgt etwa 180 m. Auf einem Serpentinsteig mit rund 390 Betonstufen erreicht man das Plateau der Grotte, das künstlich verebnet ist. Die Höhlensohle steigt steil an und flacht erst in den berg-



Tafel V



wärtigen Partien allmählich aus. Im Westteil befindet sich eine alte Zisterne, die jetzt wieder in Gebrauch genommen wurde. Die Lage der Höhle in einer fast senkrechten Steilwand macht sie für Verteidigungszwecke hervorragend geeignet und gestattet einen weiten Fernblick auf Küste und Meer. Mauerreste aus römischer und aus späterer Zeit beweisen die Benützung der Höhle als Festung.

Die Ausmasse der Höhle sind ganz gewaltige. An der Basis ist sie etwa 60 m breit und ebenso tief; die Höhe beträgt etwa 100 m. Die Decke ist negativ gestuft, am Deckenrand beträgt die Dicke der überlagernden Gesteinschichten nur mehr etwa 25 m. Über der Höhle befindet sich ein verfallenes Kastell, vermutlich aus der Sarazenenzeit.

Wir haben es mit einer typischen und in gigantischen Ausmassen ausgebildeten Ausbruchhöhle zu tun. Durch Ausbrüche in den ausserordentlich stark zerpressten, weitgehend dolomitisierten Schichten hat sich die erste Anlage der Höhle gebildet. Bescheidene Kluftwässer haben im Laufe der Zeit bedeutende Mengen des feinkörnigen Materials aus den Schichten losgelöst, was zu mächtigen Verbrüchen der hangenden Partien führte. Auch die Pflanzensiedlung, die Tagverwitterung und insbesondere die Insolation haben das Ihre zur Gesteinszerstörung beigetragen.

Die austretende Bergfeuchtigkeit hat Teile der Höhle mit weisser Bergmilch überzogen und längs der Klüfte sind vielfach Deckenzapfen entwickelt. Ihre knolligen und unregelmässigen Formen rühren hauptsächlich von eingesinterten Pflanzen her.

Unmittelbar östlich der Grotta Castiglione liegt eine ganz analoge Evakuationsbildung, deren Deckengestein jedoch bereits vollständig niedergebrosen ist und die jetzt einen nach einer Seite offenen Schacht darstellt; der **Abisso Castiglione** (57).

Die **Grotta di Fra Felice** (58) liegt in fast seiger stehenden Schichten zerriebener und sekundär wieder verbackener Brekzien. Sie ist eine künstlich sehr stark veränderte Nischenhöhle. Der Überlieferung nach soll in ihr lange Zeit ein Einsiedler gehaust haben.

Vom westlichsten Punkt der Serpentinenstrasse, die zur **Marina piccola** hinabführt, erreicht man auf einem Fusssteig über die Villa MOOREA die **Grotta del arco** (59). Sie besteht aus zwei Teilen. Der nördliche ist ein gewaltiger Ausbruch von ca. 50 m Breite, 40 m Tiefe und 90 m Höhe. Müttergestein und Raumkonfiguration stimmen weitestgehend mit der Grotta Castiglione überein. Der südliche Teil ist eine Halle, die im Osten von einer mächtigen abgestürzten Felskulisse begrenzt wird und alte Mauerreste enthält. Die Decke zeigt zahlreiche Tropfsteingebilde. Die Vegetation ist auf niedere Pflanzen (Farne, Moose, Algen) beschränkt. Funde von groben Gefässscherben und Obsidiansplintern beweisen die Besiedlung der Höhle in der Jungsteinzeit.

In der nahegelegenen **Grotta delle felci** (60) wurde, wie BLASIO (Nr. 3) berichtet, eine grössere neolithische Höhlenstation mit guter Keramik, Steingeräten und Resten von Haus- und Jagdtieren gefunden.

Am Osthang des **Monte San Michele** liegt nächst der Villa **LENNOX** in etwa 190 m Seehöhe die **Grotta di San Michele** (61). Die Höhle zeigt vorwiegend Entwicklung nach der Tiefe und ist durch eine gemauerte Stiege sehr gut erschlossen. Die Höhlenräume weisen eine ausserordentlich reiche Versinterung auf; stellenweise sind zwei Tropfsteingenerationen zu beobachten, die sich durch ihre Färbung unterscheiden.

Die **Grotta di San Michele** ist eine längs einer steil in die Tiefe ziehenden Bruchfuge angelegte Karsthöhle. Im unteren Teile haben längs einer Schichtfuge auch mehr flächenhafte Auslaugungen stattgefunden; die Decke hat sich durch Verbruch erhöht. Zur Entstehungszeit der Höhle lag das Verkarstungsniveau an dieser Stelle bei etwa 180 m. Die heute befahrbaren Räume sind nur der oberste Teil eines Tiefenverkarstungsphänomens, das schon bis zum Grundwasserhorizont, der auf dem liegenden Sandstein aufsitzt, fortgeschritten ist.

Knapp unterhalb des Randes des Steilabsturzes zur Ostküste liegt in etwa 160 m Seehöhe der **Arco naturale** (62), dessen internationale Berühmtheit der der **Grotta azzurra** nicht weit nachsteht.

Da diese Naturbrücke zu einem ehemals grossen Höhlensystem gehört hat, dessen prominentesten Rest sie darstellt, müssen wir die ganze Gegend in den Kreis der Betrachtung einbeziehen.

Das Gebiet des **Arco naturale**, in das man von einer Betonplattform aus einen ausgezeichneten Einblick gewinnen kann, besteht aus steileinfallenden, sehr stark verpressten, zum Teil dolomitisierten und brekziösen Schichten. Die fast senkrechten Wände im N und W enthalten mehrere Reste von Ausbruchhöhlen, die schmal und seicht, aber sehr hoch sind. Von der Nordwand zieht ein steiler Schutthang in die Tiefe. In seiner unteren Hälfte wird er vom **Arco naturale** überspannt, der im Westen auf der Steilwand und im Osten auf einem mächtigen Felspfeiler aufsitzt; seine Pfeilhöhe beträgt etwa 18 m, die grösste Breite etwa 12 m, die Gesteinsüberdeckung erreicht eine Stärke bis zu 12 m. In einem Vorsprung des Felspfeilers befinden sich drei übereinanderliegende Fenster und unter dem mittleren ein Evakuationsrest von ähnlicher Profilkonfiguration, aber noch nicht durchgebrochen.

Aus den geschilderten Umständen ist die Genese des **Arco naturale** uns schwer abzuleiten. Es handelt sich um die Reste einer tiefen und sehr hohen Ausbruchhöhle, deren Deckengestein grösstenteils durchgebrochen ist; im **Arco naturale** ist die Höhlendecke noch erhalten geblieben. Wenn sich hier durch Kluftwasser stellenweise Tropfsteine gebildet haben, ist dies eine durchaus sekundäre Erscheinung.

Südlich des **Arco naturale** liegt die **Grotta Matromania** (63) in einer Seehöhe von etwa 100 m, ungefähr an der Stelle, wo die Hochfläche in den Steilhang zur Küste übergeht. Sie ist etwa 30 m tief, bis 20 m breit und bis 10 m hoch. Aus dem Portal hat man über den künstlich verebneten Vorplatz hinweg einen prächtigen Ausblick auf das Meer.

Die Höhle ist an der Kontaktfläche zwischen kompaktem Gestein und verfestigtem Gehängeschutt angelegt. Hier mag sich ein Quellhorizont gebildet

haben, der söhliche Partien der Brekzie ausgelaugt und ausgescheuert hat, was zu Verbrüchen und damit auch zu einer gewissen Höhenentwicklung der Höhle geführt hat.

Diese natürliche Schichtfugenhöhle hat nun weitestgehende künstliche Veränderungen erfahren. Vorstehendes Gestein wurde abgeschlagen, Mauerungen und Treppen aufgeführt und eine halbbogige amphitheatralische Anlage eingebaut.

A. MAIURI hat der Grotta Matromania eine ausführliche Studie gewidmet (Nr.15). Er bestreitet die Verwendung der Höhle als Kultstätte des Mithras oder der Kybele und hält sie gleich der Grotta Arsenale für ein Nymphäum. Kleine periodische Rinnsale und Tropfwässer haben das Wasser geliefert, die noch in Resten erkennbaren Bogenkonstruktionen haben gegen Steinschlag geschützt. Die ganze Anlage weist er der Zeit des Tiberius zu.

In der senkrechten Felswand längs der Via Tragara sieht man zahlreiche gut erhaltene oder schon in Zerstörung begriffene **Ausbruchhöhlen**, darunter auch eine kleine **Naturbrücke**.

Rund 30 m über dem Ende der letzten Serpentine der Strasse, die von Capri nach Anacapri hinaufführt, liegt in einem steilen Felsabsturz die **Grotta della Madonna** (64; Seehöhe c.270 m), eine typische Ausbruchhöhle. In der Höhle befindet sich eine Lourdesstatue, der Zugang ist gärtnerisch ausgestaltet.

Im westlichsten Teil des Steilabsturzes zur Südküste liegen die **Grotte delle stalattiti** in einer Seehöhe von durchschnittlich 150 m. Sie sind sehr schwer zugänglich und wurden von uns nicht befahren, sondern nur vom Boot aus einer genauen Betrachtung unterzogen. Die Tagverwitterung hat vielfach rundliche, weiche Formen geschaffen, die eine Entstehung durch Wasserwirkung vortäuschen. Tatsächlich sind es aber nischenförmige Ausbrüche bis 10 m Höhe und 5-6 m Tiefe, die meisten noch in dem jugendlichen Entwicklungsstadium der Evakuationsvergrößerung befindlich. Die Sickerwässer haben zahlreiche Deckenzapfen gebildet, deren unregelmässige Formen auf Pflanzen zurückgehen, die überronnen werden und einsintern.

In den "Marmolata" genannten Steilabstürzen liegen in etwa 350 m Seehöhe, ausserordentlich schwer zugänglich, die **Grotte del Pisco**. Auch sie wurden nicht befahren. Sie sind ebenso wie die Grotte delle stalattiti Ausbruchhöhlen von verschiedener Grösse.

Im östlichen Steilabfall des Monte Tiberio zur Küste liegt, sehr schwer zugänglich, in etwa 230 m Seehöhe die **Grotta di Tiberio** (65). Sie besitzt ein ungefähr 15 m hohes flachbogiges Portal und ist an der Sohle ungefähr 10 m breit und ebenso tief. Die stark geneigte Sohle ist mit Lehm und scharfkantigem Bruchschotter bedeckt, an Wänden und Decke sind vielfach noch Reste der Negativflächen von Wand- und Deckenausbrüchen zu sehen. - Etwa 30 m über ihr liegt die **Obere Grotta di Tiberio** (66). Sie ist ebenso wie die vorgenannte eine typische Ausbruchhöhle.

## II. VERGLEICHENDE BETRACHTUNGEN ÜBER HÖHLENBILDUNG

### A) Evakuationstypen

Primäre Höhlen, also solche, die mit ihrem Muttergestein annähernd gleichaltrig sind und deren Bildung wenigstens zum Teil auf die Entstehungsursachen des Muttergesteins zurückzuführen ist, konnten auf Capri nicht angetroffen werden. Alle Höhlen der Insel sind **sekundäre** Höhlen, die nach tektonischer Vorbereitung (Schichtung, Klüftung) durch evakuations-schaffende Kräfte entstanden sind.

Nach der Art der raumschaffenden Kräfte, die sich in den Höhlen hauptsächlich ausgewirkt haben, lassen sich die Höhlen der Insel Capri in folgende Gruppen gliedern:

#### 1. Tektonische Evakuationen

##### a) A u s b r u c h h ö h l e n .

Die Ausbruchhöhlen haben in der höhlenkundlichen Literatur bisher wenig Beachtung gefunden. Der Grund hierfür ist darin zu suchen, dass sie nicht besonders häufig sind und meist nur kleinräumige Formen von nischenartigem Charakter aufweisen. Nur beim Zusammentreffen einer Reihe von begünstigenden Umständen nehmen sie Riesenformen an, wie sie auf Capri in geradezu klassischer Weise ausgebildet sind.

Für ihre Entstehung ist notwendig, dass eine möglichst steile Felswand vorhanden ist, in die steil einfallende Gesteinsschichten ausstreichen. Wenigstens einzelne dieser Schichten müssen weitgehend zertrümmert und zerpresst sein, so dass ihre Standfestigkeit eine geringe ist und die Tagverwitterung leicht angreifen kann.

Liegen solche Verhältnisse vor, dann gleiten oder bröseln aus dem Gesteinsverband Stücke heraus und kollern die Steilwand hinunter. Es entsteht in dieser 1. P h a s e (Entstehungsphase; Beispiel: Grotta della Madonna) eine kleine Evakuation von geringer Tiefe. Ihre Sohle wird von der liegenden, ihre Decke von der hangenden Schichte, die Wände von den stehengebliebenen Teilen der ausgebrochenen Schichten gebildet.

In der 2. P h a s e (Erweiterungsphase; Grotta di Tiberio) gehen Teile der hangenden Schichten zu Bruch, die Versturztrümmer kollern auf der Evakuationssohle dem Steilhang zu und denselben hinunter. Die Evakuation zeigt bei geringer Tiefe schon ein hohes Portal. Die Decke steigt vom bergwärtigen Ende der Höhle gegen den Tag hin stark an und erhält durch die Verbrüche ein negativ gestuftes Profil.

In der 3. P h a s e (Reifephase; Grotta Castiglione) verursachen Tagverwitterung, Insolation und Pflanzenanflüge ein sehr beträchtliches Wachstum in die Höhe.

In der 4. Phase (Verfallsphase) schliesslich bricht entweder die Gesteinsüberdeckung vollständig nieder und es entsteht ein nach der einen Seite offener Halbschacht (z.B. Abisso Castiglione); oder es brechen die bergwärtigen Deckengesteinspartien ein und lassen das Höhlenportal als Naturbrücke stehen (z.B. Arco naturale).

Neben einem sehr hohen Höhlenportal bei verhältnismässig geringer Tiefe gegen den Berg zu und bei negativ gestufter Deckenkonfiguration im Reifestadium ist eine Ausbruchhöhle in allen Entwicklungsstadien durch eine gegen die Felswand hin sehr steil abfallende Höhlensohle charakterisiert.

Die Ausbruchhöhlen sind als verhältnismässig jugendliche Bildungen aufzufassen. Infolge der labilen Gleichgewichtsverhältnisse in diesen Höhlen muss angenommen werden, dass wenigstens die Ausbildung des Reifestadiums bereits in eine Zeit fällt, in welcher die Insel von keinen wesentlichen tektonischen Störungen mehr betroffen wurde, weil sonst ein partieller oder totaler Raumverfall hätte eintreten müssen. Soweit sie prähistorische oder römische Besiedlungsreste aufweisen, dürfte zur Zeit der Besiedlung die heutige Konfiguration der Höhle bereits im wesentlichen bestanden haben.

Die Ausbruchhöhlen sind an keinerlei Niveau gebunden. Dass sie mit der Meeresbrandung in Zusammenhang standen, wie bezüglich des Arco naturale und der Grotta Castiglione in der Literatur vielfach behauptet wird, ist nach dem vorher Gesagten unzutreffend.

#### b) Verbruchhöhlen.

Verbruchräume sind sekundäre Bildungen. Sie setzen bereits das Vorhandensein einer Evakuierung voraus und sind daher frühestens in der Phase der Raumerweiterung denkbar.

Raumformung durch Gesteinsverbrüche ist in den allermeisten Höhlen Capris anzutreffen. Bei der Evakuierungserweiterung und beim Evakuierungsverfall spielen sie eine ausschlaggebende Rolle; dort, wo sie vom Wasser nicht mehr aufgearbeitet werden, tragen sie auch zur Evakuierungserfüllung reichlich bei.

Die Ausmasse der Verbrüche sind sehr verschieden. Es kommen mächtige Deckenbrüche vor, aber auch feinkörnige Abblätterungen, deren kantenscharfe Reste sich vielfach als Schuttstraten und brekzienartig verbackene Schichten in den Ausfüllungsprodukten der Karsthöhlen finden.

#### c) Überdeckungshöhlen.

Auf Capri konnten Überdeckungshöhlen (Versturzhöhlen) nur in der Mari-nella di Tiberio beobachtet werden. Dort sind mächtige Lagen von verbackenem Gehängeschutt niedergebrochen und die Trümmer stellenweise übereinandergelagert worden. Dies führte zur Bildung kleiner Höhlen, die aber kein besonderes speleologisches Interesse erwecken.

## 2. Hydrische Evakuationen.

### a) Karsthöhlen.

Die Karsthöhlen spielen in der Speläologie sowohl bezüglich ihrer Zahl und räumlichen Ausdehnung als auch bezüglich der Intensität ihrer Erforschung die Hauptrolle. Sie sind überall dort anzutreffen, wo eine Tiefenverkarstung stattgefunden hat. Auf Capri sind sie in stattlicher Anzahl vorhanden, doch im wesentlichen kleinräumig.

In der Phase der Evakuationsentstehung geht ihre Bildung auf die korrosive Tätigkeit der Karstwässer zurück. Die Raumerweiterung geschah durch fließende Wässer, wobei neben der Erosion immer auch die Korrosion mitwirkte. Die Phase der Raumerfüllung ist hauptsächlich durch Einschwemmungen von der Oberfläche her charakterisiert (terra-rossa-ähnliche Sedimente, vulkanische Asche). Sinterbildungen spielen als Ausfüllungsprodukte eine verhältnismässig bescheidene Rolle. Charakteristisch für jene Karsthöhlen Capris, die ungefähr im Niveau des heutigen Meeresspiegels liegen, ist ihre seinerzeitige totale Erfüllung mit Sedimenten, die völlig eben abgelagert und schichtweise verbacken sind. Am Ende der Evakuationserfüllung müssen diese Höhlen wasserinaktiv geworden sein. Der Evakuationsverfall, im wesentlichen auf die unteren Enden der Karstwasserläufe beschränkt, trat durch Niederbrüche und durch Abrasion des Muttergesteins ein. Mächtige Deckenbrüche begünstigten den Raumverfall oder brachten stellenweise eine vollständige Umbildung der alten Karstevakuationen in Verbruchevakuationen mit sich.

Die Entwicklung der Karsthöhlen auf Capri ist von ausschlaggebender Bedeutung für die Beurteilung der quartären und postquartären geologischen Verhältnisse im ganzen Gebiete des Golfes von Neapel.

### b) Brandungshöhlen.

Die geradezu klassische Ausbildung dieses bisher in der speläologischen Literatur recht stiefmütterlich behandelten Evakuationstypus auf Capri gibt die erwünschte Gelegenheit, eine systematische Gliederung zu versuchen.

Brandungshöhlen können an jeder Steilküste entstehen, gleichgültig, aus welchem Gestein sie besteht. Im Karstgestein wird die erosive Tätigkeit der Abrasion durch die Korrosion nicht unwesentlich unterstützt. Stellen, an denen die Widerstandsfähigkeit des Gesteines durch Bruchfugen oder Zertrümmerungszonen geschwächt ist — hieher gehören auch Strecken alter Karstwasseraustritte — werden bei der Entstehung von Brandungshöhlen besonders bevorzugt.

Aus der bergwärts abnehmenden Wirkung der Abrasion ergeben sich für alle Brandungshöhlen gemeinsame Merkmale: Die Evakuationssohle steigt gegen das Innere leicht an, während sich die Decke, soweit sie nicht durch Verbrüche stark verändert wurde, erniedrigt. Die Breite nimmt bergwärts ab, die Wände schliessen sich endlich flachbogenförmig zusammen. Die Tiefenerstreckung ist gering.

Neben der Intensität der Brandung und der Widerstandsfähigkeit des Gesteins spielen bei der Höhlenentstehung und -erweiterung noch die Exposition gegen den Wind, die Tagverwitterung und manches andere eine Rolle.

Brandungshöhlen, die in flachliegenden Schichtfugenzone ausgeschlagen wurden, zeigen flächigen Charakter und sind gewöhnlich nur wenig von Verbrüchen betroffen. Brandungshöhlen, die längs steileinfallender Schichtfugen, in Bruchfugen- und Zerklüftungszonen oder längs alter Karstevakuations entstanden sind, zeigen hohe Profile und sind stark von Verbrüchen betroffen.

Sehr interessante Veränderungen ergeben sich durch Spiegelschwankungen des Meeres. Nach der Einwirkung der Strandverschiebungen auf die Raumformung können wir zwei Gruppen von Brandungshöhlen unterscheiden:

1.) **Konkordante** Brandungshöhlen, bei denen seit ihrer Entstehung keine Strandverschiebungen stattgefunden haben und somit die Evakuationssohle der Abrasionsbasis des heutigen Ebbeniveaus entspricht.

2.) **Diskordante** Brandungshöhlen, bei denen seit ihrer Entstehung eine oder mehrere Strandverschiebungen stattgefunden haben und somit die Evakuationssohle der Abrasionsbasis des heutigen Ebbeniveaus nicht entspricht. Bei Strandverschiebungen, deren Beträge im positiven und im negativen Falle gleich sind, können diskordante Brandungshöhlen konkordante vortäuschen. Durch erhaltene Anzeichen der positiven Strandverschiebung wird es aber auch in diesen seltenen Fällen möglich sein, die beiden Gruppen voneinander zu trennen.

Hat eine positive Strandverschiebung stattgefunden, so liegt die Evakuationssohle unter der Abrasionsbasis des heutigen Ebbeniveaus und wir sprechen von einer **gesunkenen** Brandungshöhle. Hat eine negative Strandverschiebung stattgefunden, sprechen wir von einer **gehobenen** Brandungshöhle.

Bezüglich der **Wasserführung** unterscheiden wir ebenfalls zwei Gruppen:

a) **Aktive** Brandungshöhlen sind solche, in denen sich die Abrasion noch heute auswirkt. Konkordante und gesunkene Brandungshöhlen sind permanent aktiv. In gehobenen Brandungshöhlen, deren Sohle unter dem heutigen Flutniveau liegt, wirkt sich die Abrasion nur zu Zeiten der Flut aus, sie sind temporär aktiv.

b) Gehobene Brandungshöhlen, die heute überhaupt nicht mehr von der Abrasion betroffen werden, nennen wir **inaktive** Brandungshöhlen.

Eine besondere Untergruppe der permanent aktiven Brandungshöhlen sind die Spritzlöcher (**Sbruffotypus**). Sie stellen diskordante Brandungsevakuationen dar, die nur so weit gesunken sind, dass der Scheitelpunkt der Decke wenig über dem heutigen Flutniveau liegt. Das hat zur Folge, dass bei starkem Wellenschlag das Wasser an die Decke geschleudert und längs dieser in mehr oder weniger hohem Bogen als Wassergischt herausgeschleudert wird. In diesem Falle sprechen wir von einem **Tagsbruffo**. Wir konnten aber auch im Inneren der Höhlen Sbruffobildungen wiederholt beobachten (**Höhlensbruffo**).

## B) Höhleninhalt

Im folgenden soll nur der  **feste Höhleninhalt** besprochen werden, der allein näher untersucht wurde.

### 1.) Autochthoner Höhleninhalt (Verwitterungsprodukte, Verbrüche, Konkretionen)

Die **Höhlenverwitterungsprodukte** gehen entweder auf die exochthone Verwitterung — besonders in Höhlen mit grossen Portalen — oder auf die endochthone Verwitterung zurück. Die letztere erzeugt die charakteristischen mehligten Wandbeläge, die aber nur in tiefer bergwärts befindlichen Höhlenteilen, z.B. im Korrosionsgang der Blauen Grotte, vorkommen.

Von den Trümmern der **Gesteinsverbrüche** wurde schon früher gesprochen.

Kalzitkonkretionen finden sich in den Höhlen im allgemeinen nur spärlich. Das aride Klima Capris sowie eine weit fortgeschrittene Abdichtung gegen die vertikale Karstentwässerung, wodurch heute fast jegliches Eindringen von Sickerwässern verhindert wird, sind der Sinterbildung nicht günstig.

Ganz eigenartige Erscheinungsformen von Wandversinterung sind in einzelnen Höhlen, z.B. der südlichen Grotta dei preti, dadurch zustande gekommen, dass Wände, die durch Lithodomus-Anbohrungen unregelmässig verändert waren, übersinterten. Es entstanden da knollige und leistenförmige Bildungen, die mit trichterförmigen Vertiefungen wechseln. Die von Lithodomus befallenen Zonen sind gegen die unbefallenen und damit gegen die gewöhnlichen Formen der Wandversinterung meistens scharf abgegrenzt.

In manchen Höhlen (Grotta dell' Arco di Betlemme, Grotta meravigliosa, Grotta Castiglione u. a.) sind eigenartige Stalaktiten und unregelmässige, knollige Formen von Wandversinterungen anzutreffen. Sie sind auf die dem Tageslicht noch stärker ausgesetzten Portalregionen beschränkt. Es handelt sich um phytogene Formen. Auf der weichen Sintermasse siedeln sich Pflanzen an, die nach dem Absterben übersintern. Phytogene Sinterbildungen wurden bisher in der höhlenkundlichen Literatur nicht beschrieben. \*

Der Entstehungsprozess phytogener Wandsinterformen lässt sich z.B. in der Grotta Fontolina sehr gut erkennen. Nahe dem Portal siedeln sich auf einem streifenförmigen Bergmilchabsatz spärlicher Sickerwässer Grünpflanzen an, welche die Bergmilch so verfestigen, dass sie sich wie ein Stück durchnässtes Holz schneiden lässt.

Ganz besonders schöne Formen phytogener Tropfsteinsäulen finden sich auf dem Sedimentplateau der Grotta meravigliosa. Ihre Verästelungen, Fensterbildungen usw. gehen darauf zurück, dass sich hier, begünstigt durch das helle Reflexlicht, Blütenpflanzen angesiedelt haben, deren Entwicklung

\* Seit KYRLE diesen Satz niederschrieb, hat insbesondere P. MAGDEBURG mehrere Arbeiten über phytogene Sinterbildungen veröffentlicht. (Anm. d. Hg.)

bis zu 30 cm Länge gedieh. Wenn sie durch Übersinterung oder Austrocknung abstarben, bildeten ihre Stengel und Blätter unter anderem auch die Bogen für die fensterartigen Sinterformen.

Andere Kalzitkonkretionen im Innern der Höhlen, wie Bergmilch, Stalaktiten, Stalagmiten und die reichen Sinterbildungen der Grotta di San Michele gehören durchwegs dem allgemein bekannten Formenkreise an.

## 2.) Allochthoner Höhleninhalt

In den Höhlen Capris kommen Einrutschungen, Einwehungen, Einschwemmungen und animalische Ablagerungen vor. Von grösserer Bedeutung sind nur die **Einschwemmungen**; bei ihnen kann man rezente und fossile unterscheiden.

Die **rezenten** Einschwemmungen sind sehr spärlich und gehören mehr in die Gruppe der Sedimentumschwemmungen innerhalb der Höhlen. Dies hängt damit zusammen, dass seit der frühen Postglazialzeit die vertikale Karstentwässerung erloschen ist und seither Einschwemmungen von der Oberfläche her in nennenswertem Umfang nicht mehr möglich sind. Die einzige bemerkenswerte Stelle liegt im rückwärtigen Teile der Grotta meravigliosa. Unter der Hauptkluft, längs der die Höhle angelegt ist, sind dort Lösungsrückstände des Kalkes und Kleinschotteranlagerungen abgelagert. Sie bestehen aus dunkelbraunen bis fast schwarzen mulmigen und feinkörnigen Bestandteilen, Terra rossa, fluviatilem Gerölle und Auswitterungsprodukten der Zerreibungsschichten.

Ausserordentlich wichtig, sowohl wegen ihrer Mächtigkeit als auch ihres zeitbestimmenden Charakters, sind die **fossilen** Einschwemmungen. Sie bestehen aus feinstem bis grobkörnigem Material, aus lehmigen, sandigen oder schotterigen Bestandteilen sowie besonders aus vulkanischer Asche. Sie sind durchwegs horizontal gebankt, mehr oder weniger kräftig durch Kalksinter verkittet und kommen in Schichtstärken geringsten Umfangs bis zu 3 m Dicke vor. Nicht selten sind in ihnen Süsswasserconchilien anzutreffen, ein untrüglicher Beweis für ihre Verfrachtung durch Süsswasser. Ihre Ablagerung erfolgte aus ruhigstehenden Wässern, die durch eine positive Strandverschiebung zum Stau gezwungen wurden.

Wo die Schichten ungestört erhalten geblieben sind, erfüllen sie die ganze Evakuationshöhle; Gesamtstärken von 20 Meter konnten angetroffen werden. Dort, wo sie von der Brandung abradiert wurden, sind nur Reste an verschiedenen Stellen der Höhlenwände erhalten. Ihr Auftreten beweist, dass wir es bei vielen Höhlen der Küste mit Karsthöhlen zu tun haben, was in der Literatur bisher nirgends vermerkt wurde.

Durch eine zeitliche Fixierung der Überdeckung der Oberfläche mit vulkanischer Asche lassen sich auch die Einschwemmungen zeitlich reihen. Die mineralogische Beschaffenheit diluvialer vulkanischer Bomben und Tuffe auf Capri schliesst ihre Herkunft von Ausbrüchen des Vesuv bzw. Monte Somma aus. Da aber diese Ablagerungen an der Oberfläche später sicherlich mit Stoffen aus diesen Vulkanen vermischt und überschichtet wurden, könnten genaue

Untersuchungen der Tuffschichten in den Höhlen, wo sie seit dem Ende der Würmeiszeit nicht mehr durch fremde Beimengungen verunreinigt werden konnten, eine Klärung in dieser Frage bringen.

Die fossilen Einschwemmungen sind besonders häufig in den Höhlen an der Ostküste anzutreffen; auch in manchen Höhlen der Südküste kommen sie vor. In den Höhlen der Nord- und Westküste konnten sie aber bisher noch nicht sicher nachgewiesen werden. Dies deutet darauf hin, dass die alte Karstentwässerung hauptsächlich gegen Süden und Südosten erfolgte.

\* \* \*

### III. KULTURHISTORISCHES

Obwohl die Insel Capri bereits im Paläolithikum besiedelt war, sind aus Höhlen erst Funde aus dem Ende der **Jungsteinzeit** bekannt geworden. In früherer Zeit bestanden die Höhlen wohl noch nicht in einer Form, die eine Besiedlung ermöglicht hätte.

In der Grotta dell'arco (59) konnten wir oberflächlich liegend einige Obsidiansplitter und Scherben roher Hauskeramik finden, die typologisch dem jüngsten Neolithikum zuzuteilen sind. In der Literatur konnten wir nirgends einen Hinweis auf diese Höhlenstation finden.

In der Grotta delle felci (60) fanden sich menschliche Skelette, zahlreiche Stein- und Knochengeräte, Keramik und Speisenreste. Aus dem von BLASIO (Nr.3) publizierten Fundinventar ergibt sich, dass wir es mit einer **endneolithisch-frühbronzezeitlichen** Höhlensiedlung einer Jäger- und Fischerbevölkerung, die aber auch Haustierzucht pflegte, zu tun haben.

Erst aus der **Antike** lässt sich die Benützung der Höhlen durch den Menschen wiederum nachweisen. Die besterhaltenen antiken Einbauten beherbergen die Grotta dell'arsenale (27) und die Grotta Matromania (63). Nach MAIURI (Nr.15) handelt es sich um Nymphäen der tiberianischen Zeit.

Als Landfestungen waren in antiker Zeit die Grotta Castiglione (56) und die benachbarte Grotta dell'arco (59) ausgebaut. Eine verlässliche Rekonstruktion der antiken Festungsanlagen lässt sich aber nicht mehr durchführen wegen des geringen Umfangs der erhaltenen Reste und der erfolgten starken Verrutschungen; auch scheinen die Höhlen späterhin immer wieder als feste Punkte benützt und damit verändert worden zu sein.

Die antiken Einbauten in der Grotta azzurra (41) waren reine Zweckbauten, die weder mit kultischen noch mit festivalen Verwendungen in Verbindung gebracht werden können. Die grosse Wasserfläche des Blauen Domes und seine schmale, leicht zu verteidigende Einfahrt lassen seine Benützung als gesicherten Naturhafen und die der ganzen Höhle als einer Seefestung sehr naheliegend erscheinen.

Die künstlichen Veränderungen in der Grotta bianca (8) können zwar,

müssen aber nicht antik sein. Die Höhle dürfte mehr den Charakter einer gesicherten Schiffswerft gehabt haben.

In der **postantiken** Zeit, in der Capri sehr wechselvolle Geschehnisse und stürmische Ereignisse (z. B. die Sarazenenherrschaft) mitgemacht hat, wurden wiederum viele Höhlen vorübergehend als feste Stützpunkte verwendet. Die Einbauten in der Grotta Castiglione, Grotta dell'arco und anderen sind jedoch zeitlich nicht näher zu fixieren.

Die Grotta della Madonna (64) hat in allerjüngster Zeit durch Aufstellung einer Lourdesstatue eine schöne Verwendung gefunden.

\* \* \*

#### IV. VERKARSTUNG

##### A) Oberflächenverkarstung

Die Insel Capri besteht vorwiegend aus Karstgestein. Wo dieses nicht von einer Überlagerung überdeckt ist, finden wir mehr oder weniger exzessive Oberflächenverkarstung. Im wesentlichen sind die freien Plateaus und die Südhänge **kahler** Karst; z. B. ist die Hochfläche des Monte Solaro oder der Südhang des Monte Capelletto eine vegetationslose Karstwüste. Dagegen sind die Nordhänge kräftig von Vegetation (Gestrüpp von Ginster und Baumerika) bedeckt und damit dem **grünen** Karst zuzurechnen. Dort aber, wo das Karstgestein von vulkanischer Asche oder terra-rossa-ähnlichem Material überdeckt ist, findet sich üppigste Feld- und Gartenkultur.

Mit der Oberflächenverkarstung, die auch zu einer Tiefenverkarstung geführt hat, steht in einem scheinbaren Widerspruch die heutige Tagentwässerung durch die verschiedenen Rios, die sich in Kaskaden und Wasserfällen über die Steilküste ins Meer ergießen. Die vielfach vollständig zertrümmerten und zerriebenen Gesteinsschichten müssten ja den Oberflächenwässern den Eintritt leicht gestatten. Die Schicht- und Bruchfugen sind aber überall weitgehend verschmiert und verpickt. Die Verschmierung liegt hauptsächlich oberflächennah und wird gegen das Innere des Gesteins geringer. Dies rührt auch davon her, dass die eintretenden Regenwässer im Sommer bis zu einer gewissen Tiefe vollkommen austrocknen und die gelösten Stoffe absetzen. Die Abdichtung wird auch durch feinkörnige Schwemmstoffe begünstigt. Sie hat zur Folge, dass trotz des klüftigen Karstgesteins eine vertikale Entwässerung fast vollständig fehlt. Dies wird durch die Tropfwasserhältnisse in den Karsthöhlen bestätigt. In ihnen wirken sich auch sehr kräftige und langdauernde Regengüsse kaum aus, so dass der Tropfenfall immer ziemlich spärlich ist.

Wenn wir uns nun der zeitlichen Reihung der Stadien der Oberflächenverkarstung zuwenden, müssen wir vorerst die stratigraphischen Verhältnisse in der Überdeckung näher betrachten.

Anlässlich von Erdaushebungen auf der Certosa-Terrasse wurde wiederholt folgende Schichtfolge festgestellt: Über dem Kalkfels lag eine 2 bis 5 m mächtige Schichte aus rotem Lehm (wohl Terra rossa), darüber vulkanische Asche, schliesslich der rezente Kulturboden. In der Lehmschichte eingebettet fanden sich zahlreiche typische Faustkeile aus Quarzit oder Feuerstein, welche Gesteinsarten auf der Insel nicht vorkommen. Die Artefakte sind sicher protolithisch und deuten auf Chelléen bzw. Acheuléen hin. Die in der gleichen Schichte gefundenen fossilen Knochen gehören einer Warmfauna mit Flusspferd, Altelefant und Merck'schem Nashorn als führenden Tierarten an, denen sich noch Faunenelemente eines gemässigten Klimas zugesellen.

OBERMAIER\* verlegt das Acheuléen gegen das Ende der letzten Zwischenzeit. Damit ergibt sich für die Fundstrate eine gesicherte Zeitstellung. Die Reste der diluvialen Grosstiere, die in nächster Nähe der protolithischen Station vom Menschen gejagt wurden, sind ein sicherer Beleg dafür, dass in diesem Zeitpunkt die Insel vom Festland noch nicht abgetrennt war, da diese Grosswildformen auf einer so kleinen Insel, wie es Capri heute ist, nicht vorhanden sein konnten.

Am Beginn oder im ansteigenden Ast des Wurm-Glazials erfolgte dann die Überdeckung des Gebietes mit Asche. Es erscheint naheliegend, diese mit dem Vesuv in Zusammenhang zu bringen. Mikroskopische Untersuchungen FINKELSTEINs, die von OPPENHEIM (Nr. 17, S. 472) veröffentlicht wurden, haben aber ergeben, dass es sich um leuzitfreie Trachyttuffe handelt, die nicht vom Vesuv bzw. vom Monte Somma stammen können. OPPENHEIM (S. 473) meint daher, 'dass in der Quartärperiode sich in der Nähe von Capri zwischen diesem und Ischia ein Seitenkrater befand, dessen Eruptionen das vulkanische Material auf die Insel warfen.'

Durch die Überdeckung der Karstflächen mit vulkanischer Asche hat die diluviale Oberflächenverkarstung ihr Ende gefunden. Die Aschenschichte wurde aber noch in der Pluvialzeit des Würm-Glazials oder des Postglazials durch die Wässer zerrissen, weggeschwemmt oder in den Karsthöhlen akkumuliert; der Rest blieb bis heute als Bedeckung erhalten. Wo die alte Karstoberfläche unbedeckt liegt, wurde sie ziemlich wesentlich verändert. Dies gilt insbesondere bezüglich der heutigen Oberflächengerinne und ihrer Talbildungen, die sich erst ausbilden konnten, als die Tiefenverkarstung zum Stillstand gelangt und aus der fossilen vertikalen Karstentwässerung eine rezente horizontale Oberflächenentwässerung geworden war.

## B) Tiefenverkarstung

Stellenweise reichen Karsthöhlen — und damit der Tiefenverkarstungsprozess — bis mindestens 15 m unter den heutigen Meeresspiegel. Nahe der Küste finden sich mehrere Stellen einer siebartigen Durchhörterung des Ge-

\*OBERMAIER Hugo: Das Paläolithikum und Epipaläolithikum Spaniens. Anthropos 14/15, Wien 1919/20, 143-179.

steins. In der Gegend "Le Sementelle" wird durch den Wellenschlag aus kleinen Löchern im Gestein Luft ausgepresst, in der Tümpelhöhle sogar Meerwasser hochgepresst. Die wahrscheinliche Verbindung der Blauen Grotte mit einer benachbarten Höhle wurde oben (S.18) erwähnt. Dies sind Ausschnitte aus einer auf weite Strecken hin vorhandenen Tiefenverkarstung, die teils durch kleine Süßwasserquellläufe, teils durch den Grundwasserhorizont entstanden ist. Die ganze bis 500 m dicke Karstgesteinsschicht ist zweifellos weitestgehend drainiert.

Die Tiefenverkarstung hat offenbar mit dem Einsetzen der diluvialen Pluvialperiode begonnen — für eine tertiäre Tiefenverkarstung sind keinerlei Belege beizubringen — und kann gegen das Ende des Rissglazials als im wesentlichen beendet angesehen werden, das heisst, dass die Drainierung bis auf das Grundgebirge fortgeschritten war, sich dort ein Quellhorizont gebildet hatte und die Wasseraustritte in Form von Vaclusequellen erfolgten.

Durch das aridere Klima im Riss-Würm-Interglazial trat eine beinahe völlige Inaktivierung der Karstwässer ein. Die Karsthöhlen waren in diesen Zeiten nur periodisch wasseraktiv, eine Raumerfüllung durch Einschwemmungen hat nur in sehr geringem Mass stattgefunden. Der Typus einer Karsthöhle, die seit dem Rissglazial keine wesentlichen Veränderungen mehr mitgemacht hat, ist die Grotta di San Michele.

Im Übergang vom Riss-Würm-Interglazial zum Würmglazial erfolgte die Überdeckung des Gebietes mit vulkanischer Asche. Dieses lockere Material wurde während der Pluvialzeit des Würmglazials verschwemmt und auch in die Karsthöhlen eingeschwemmt. Infolge einer positiven Strandverschiebung kam es in diesen zu Wasserstauungen, die die Sedimentation der Triftstoffe bewirkten und allmählich zu einer totalen Raumerfüllung führten, welche mit dem Ende des Würmglazials als beendet angesehen werden kann.

Im Verhältnis der Oberflächen- zur Tiefenverkarstung können wir eine ältere Oberflächenverkarstung mit aktiver Tiefenverkarstung und vertikaler Entwässerung und eine jüngere Oberflächenverkarstung mit inaktiv gewordener Tiefenverkarstung und Horizontalentwässerung feststellen. Die ältere reicht bis etwa in die Mitte des Würmglazials, die jüngere entwickelt sich aus der älteren.

Diesen Zeitansätzen entsprechend können wir auch die Karsthöhlenphasen (s. S. 12) an ein Zeitschema anschliessen. Die **Karstwasserphase** muss mit der kräftigen Karstentwässerung im Rissglazial und die **Sedimentationsphase** mit der Reaktivierung der Karstwässer und der Verschwemmung von vulkanischer Asche im Würmglazial synchron sein. Daraus ist abzuleiten, dass die **Zerreissungsphase** dem frühen Postglazial, die **Abrasionsphase** dem späteren Postglazial und die **Endphase** dem Alluvium zuzurechnen ist.

Da die mit vulkanischer Asche erfüllten Karsthöhlen im wesentlichen an der Süd- und Ostküste liegen, kann angenommen werden, dass die alte Karstentwässerung nach Süden und Osten orientiert war.

## V. STRANDVERSCHIEBUNGEN

Die Strandverschiebungen spielen in den einzelnen Bildungsphasen der Karsthöhlen und bei deren Umbildung zu Brandungshöhlen eine sehr grosse Rolle. So wie wir versucht haben, diese Bildungsphasen in eine allgemeine geologische Zeitabfolge einzugliedern, soll dies auch bezüglich der Strandverschiebungen geschehen.

Wenn wir uns im folgenden des neutralen Ausdruckes "Strandverschiebungen" bedienen und nicht von Landhebungen oder -senkungen sprechen, so geschieht dies deshalb, weil für die Art der Bewegung die Bezugsebene fehlt. Wir verstehen unter **negativer** Strandverschiebung eine solche, bei der die neue Küstenlinie im Vergleich zur alten tiefer liegt, also eine relative Landhebung stattgefunden hat, und unter **positiver** Strandverschiebung eine relative Landsenkung.

Die Frage der Strandlinien auf Capri hat u. a. R. T. GÜNTHER (Nr. 11) diskutiert. Er bezieht in den Kreis seiner Betrachtungen auch einige Höhlen ein, ohne jedoch die Verhältnisse in ihnen genauer erforscht zu haben; dadurch bringt er auch reine Ausbruchhöhlen, wie den Arco naturale, in Beziehung zu Strandverschiebungen. Bezüglich der Annahme postantiker Strandverschiebungen fusst er auf OPPENHEIM (Nr. 17). - W. KRANZ (Nr. 13) widmet den höchsten Strandlinien eine besondere kritische Beurteilung, kommt aber bezüglich der niederen Strandlinien zu keiner genaueren zeitlichen Fixierung.

In unserem Zusammenhange soll nur auf die Strandverschiebungen, die sich auf die Formenbildung von Höhlen an der Küste ausgewirkt haben, eingegangen werden.

In der nachstehenden Aufstellung sind als Extremwerte der negativen Strandverschiebungen die Sohlen der Portale gesunkener Brandungshöhlen angegeben. Auf allfällige submarine Brandungsleisten und Abrasionsterrassen wurde nicht eingegangen, da über die genetische Zugehörigkeit solcher Bildungen in den meisten Fällen Sicheres nicht ausgesagt werden kann. Als Belege für positive Strandverschiebungen wurden die Sohlenlage gehobener Brandungshöhlen und -kolke sowie Strandlinien, die einwandfrei als solche zu erkennen waren, angeführt. Hiebei sei darauf verwiesen, dass an mehreren Stellen durch Verbrüche und subaerische Verwitterung Strandlinien vorgetäuscht werden, z. B. in der Grotta Massullo. Im Gebiete des Küstenniederbruchs sind durch diesen die oberflächigen Überreste von Strandverschiebungen zugrundegegangen. Direkte Zeugen früherer Strandverschiebungen finden sich hier nur in alten Karstwasserquellaustritten.

Lage zum heutigen Meeresspiegel in m

Ostküste	Höhlen- portalsohle	Oberer Strandlinienrand
Grotta di Santa Maria	- 4.25	----
Grotta dei polpi	----	+ 6.50
Grotta bianca	- 12.00	----
Le Sementelle	----	+ 7.50
Grotta del moschino	- 4.50	+ 8.00
Grotta Massullo	- 13.00	+ 7.00
Grotta del Porto di Tragara	- 12.00	+ 8.00
Sottopassaggio u. "Durchfahrt"	- 15.00	+ 7.00
<b>Südküste</b>		
Grotta Fontolina u. deren Umgebung	+ 3.50	+ 7.00
Grotta della forca	+ 7.50	----
Grotta del Belvedere	+ 6.00	----
Grotta Albergo dei marinai	- 8.00	----
Grotta oscura	- 2.00	----
Grotta dell'arsenale	+ 2.50	----
Tümpelhöhle	+ 4.50	----
Grotta Certosa	- 6.00	----
Grotta verde	- 7.00	----
Grotta rossa	- 4.00	----
Gegend der Grotticella d'Insurro	----	+ 7.00 bis + 8.00
Grotta dei santi	- 10.00	----
Grotta della vela	- 6.00	----
Grotta Marmolata	- 4.00	----
Grotticella dell'articola u. deren Umgebung	- 7.00	+ 6.00 bis + 7.50
<b>Westküste</b>		
Grotta Jannarella	- 8.50	----
Punta Vitaretta u. Punta del pino	----	+ 4.50 bis + 6.00
<b>Nordküste</b>		
Grotta dell'Arcera u. deren Umgebung	+ 5.00	+ 5.00
Blaue Grotte	- 22.00	----
Grotta Botte und deren Umgebung	- 5.00	+ 3.00
Grotta di Lucina	- 6.00	----
westl. der Grotta del binocolo	----	+ 3.00 bis + 4.00
Grotta Testa del cavallo	----	+ 2.80
Grotta del bove marino	- 5.00	----
Grotta u. Scogli della ricotta	- 4.00	+ 7.00

Die Abrasionsbasis der gesunkenen Brandungshöhlen liegt demnach an der Ostküste bis -15 m, an der Südküste bis -10 m, an der Westküste bis -8.5 m, an der Nordküste bis -6 m, in der Blauen Grotte bis -22 m. Für die Annahme, dass an den verschiedenen Küsten ungleiche Landhebungen stattgefunden hätten, geben diese Werte keinen Anhaltspunkt. Die Abrasionsbasis des Blauen Domes von -22 m ist sonst nirgends nachzuweisen. Wenn es sich nicht um eine lokale Störung handelt, muss das Meer einmal einen so tiefen Stand gehabt haben.

Die Extremwerte für die positive Strandverschiebung liegen an der Ost- und Südküste bei +8 m, an der Westküste bei +6 m und an der Nordküste bei +7 m. Diese Werte liegen so nahe beisammen, dass wohl überhaupt keine Kippung der Insel nach der Abtrennung vom Festland und dem Küstenniederbruch anzunehmen ist.

An der Ostküste liegen bei etwa -4.5 m, an der Südküste bei -8, -6, -4, -2, +2, +4 und +6 m, an der Westküste bei etwa -8, +4, +5 und +6 m, an der Nordküste bei ca. -5, +2, +3 und +5 m kräftiger entwickelte Brandungsreste, die auf einen längeren Gleichstand des Meeres in diesen Niveaus schliessen lassen.

Über die zeitliche Stellung der Strandverschiebungen kann Folgendes ausgesagt werden: Am **Ende des Rissglazials** bestand noch eine wasseraktive Tiefenverkarstung, die bei etwa -15 m freie Quellaustritte hatte. Das Meer muss in dieser Zeit mindestens 15 m tiefer als heute gestanden sein.

Während der Sedimentationsphase muss eine positive Strandverschiebung stattgefunden haben, die spätestens am **Ende des Würmglazials** ein Spiegelniveau von mindestens +20 m erreichte.

Die Zerreißungsphase der Karsthöhlen, die Abtrennung der Insel vom Festland und der Niederbruch der Küste kann, wie schon früher ausgeführt wurde, erst nach Beendigung der Sedimentationsphase stattgefunden haben. Da zu Beginn der Abrasionsphase der Meeresspiegel um rund 15m tiefer als heute gestanden sein muss, hat zwischen dem Ende des Würmglazials und dem Beginn des späteren Postglazials eine negative Strandverschiebung etwa von +20 auf -15 m stattgefunden, die im wesentlichen dem **frühen Postglazial** angehört. Wahrscheinlich am Ende derselben ereignete sich der Küstenniederbruch.

Mit dem Beginn der Abrasionsphase erfolgte wieder eine positive Strandverschiebung bis etwa +8 m, während der in der Hauptsache die gesunkenen Brandungshöhlen gebildet wurden; sie ist ins **späte Postglazial** zu stellen.

Nach dem Hochstand von +8 m erfolgte im **Alluvium** eine negative Strandverschiebung bis auf das heutige Meeresniveau. Ihr gehören die meisten gehobenen Brandungshöhlen und Strandlinienreste an; sie hat spätestens in antiker Zeit ihr Ende gefunden.

Verschiedene Autoren halten für Capri postantike Strandverschiebungen für nachgewiesen. Diese Ansicht geht im wesentlichen auf OPPENHEIM (Nr.17, S. 473-479) zurück. So meint z.B. FURCHHEIM (Nr.8, S.156); Zu des Tiberius Zeiten erhob sich der Nordrand der Insel um ungefähr 6 m höher aus dem Wasser als heute. In späteren Jahrhunderten senkte er sich um nahezu 11 m, um sich in der Folge wieder um 5 m zu heben.

Soweit sich diese Annahmen auf die Verhältnisse in der Blauen Grotte erstrecken, ist darüber schon oben (S.21 f) ausführlich gehandelt worden. Es hat sich gezeigt, dass der Meeresspiegel in antiker Zeit gleich wie heute lag.

Das gleiche Ergebnis hatten unsere Untersuchungen am Bagno di Tiberio, den ruinenhaften Überresten eines antiken Palastes. Von dem Hauptgebäude am Berghang führt eine gut erhaltene antike Stiege an den Strand; sie endet 50 cm über dem heutigen Ebbeniveau. Die anschliessenden im Meere liegenden Gebäudereste stellen zweifellos eine antike Hafenanlage dar, die gegen Osten geöffnet war. Bei den heute unter dem Meeresspiegel befindlichen Mauerresten

handelt es sich um Fundamente, die bereits unter Wasser (aus Sparbeton) errichtet wurden, während der obere Teil Bruchsteinmauerwerk ist. Irgendwelche Anzeichen für Strandverschiebungen in nachantiker Zeit sind im Gebiete des Bagno di Tiberio nicht vorhanden.

Dasselbe gilt auch für die antiken Baureste am Porto di Tragara und für die Rinnenanlagen der Grotta dell'arsenale und der Grotta bianca.

Dieses Resultat steht in einem gewissen Widerspruch zu nachgewiesenen postantiken Strandverschiebungen an der Festlandsküste des Golfes von Neapel. Es scheint, dass die Insel Capri nicht von analogen Erscheinungen betroffen wurde wie das benachbarte Festland. Auf die Frage, ob es sich bei den positiven Strandverschiebungen an der Festlandsküste um echte Landsenkungen handelt, kann aber hier nicht eingegangen werden, da dies den Rahmen unserer höhlenkundlichen Untersuchung weit überschreiten würde.

\* \* \*

## VI. ZUSAMMENFASSUNG

In der stark schematisierten Tabelle (Tafel VI, S. 45) sind neben unseren höhlenkundlichen Untersuchungsergebnissen auch solche geologischer, prähistorischer, mineralogischer, vulkanologischer und klimatologischer Natur verarbeitet, immer unter besonderer Betonung der zentralen speleologischen Gesichtspunkte. Durch diese vergleichende Einbeziehung von Ergebnissen aus ganz verschiedenen Disziplinen war es möglich, sowohl eine gesicherte relative als auch eine sehr wahrscheinliche absolute Zeitabfolge für die Höhlenphänomene Capris zu finden.

Wenn wir die auf der synchronen Tabelle aufscheinenden Eintragungen kurz besprechen, so sehen wir, dass am Ende des **Rissglazials** eine kahle Oberflächenverkarstung bei vertikaler Karstentwässerung, die in Form von Vaclusequellen an den Tag trat, bestand, dass die Karsthöhlen am Ende des Raumerweiterungsprozesses standen und der Meeresspiegel mindestens 15 m tiefer als heute lag.

Im **Riss-Würm-Interglazial** bildete sich an der Oberfläche Terra rossa. Die vertikale Karstentwässerung bestand noch in vollem Umfang, doch gelangte der Karsthöhlenerweiterungsprozess durch das Trockenerwerden des Klimas zum Stillstand. Auch setzte eine positive Strandverschiebung ein, die erst im Würmglazial ihr Ende fand. Aus dem Ende des Riss-Würm-Interglazials stammen die protolithischen Jagdstationen auf der Certosa-Terrasse.

Mit dem Beginne des **Würmglazials** wurde die Karstoberfläche von vulkanischer Asche, die nicht vom Vesuv bzw. Monte Somma stammen kann, total überdeckt. Durch die Oberflächenwässer wurde diese Überdeckung zerrissen und nesterweise verlagert. Die Karstwassertätigkeit, die durch das humide Klima wiederum auflebte, verschemmte die vulkanische Asche in die Karsthöhlen.

Infolge der positiven Strandverschiebung, die bis zum Ende des Würmglazials einen Höchststand von + 20 m erreichte, traten in den Karstwassergewässern Stauerscheinungen auf, die die Sedimentation der Einschwemmungen erzwangen und die Erfüllung der Karsthöhlen mit sich brachten. Bis zum Ende des Würmglazials war Capri mit dem Festlande verbunden.

Im **frühen Postglazial** ist die Oberflächenbedeckung schon ungefähr dieselbe wie heute und je nach der Exposition und Bedeckung haben wir von dieser Zeit an einen kahlen oder grünen Karst. Seit dem frühen Postglazial ist die Tiefenverkarstung teils durch den Abschluss der oberflächigen Wassereintrittsstellen, teils durch die Sedimentfüllung der Karsthöhlen wasserinaktiv geworden und findet eine horizontale Oberflächenentwässerung statt. Im frühen Postglazial erfolgte auch die Abtrennung Capris vom Festlande und der Niederbruch der Steilküsten im Zuge einer negativen Strandverschiebung bis etwa -15 m.

Im **späten Postglazial** werden die durch den Küstenniederbruch aufgerissenen Karsthöhlen, die meistens mit Sedimenten total erfüllt sind, von der Brandung betroffen, die im Zuge einer positiven Strandverschiebung ihre Abrasionstätigkeit bis 8 m höher als heute entwickelte. In dieser Zeit entstehen im wesentlichen die gesunkenen Brandungshöhlen.

Im **Alluvium** erhalten die alten Karsthöhlen, die von der Brandung betroffen sind, allmählich ihr heutiges Zustandsbild, besonders durch die negative Strandverschiebung, die bis auf das Niveau des heutigen Meeresspiegels geht. Es entstehen in dieser Zeit die gehobenen Brandungshöhlen; ins spätere Alluvium ist wahrscheinlich auch der Beginn der Ausbruchhöhlenbildung zu setzen. Aus dem späten Neolithikum und der frühen Bronzezeit sind menschliche Funde bekannt, aber erst von der Antike an ergibt sich eine Besiedelungskontinuität. Irgendwelche nennenswerten Veränderungen des Erscheinungsbildes, insbesondere irgendwelche Strandverschiebungen, haben auf Capri in **postantiker** Zeit **n i c h t** stattgefunden.

\* \* \*

## VII. W I C H T I G S T E L I T E R A T U R

Die Literatur über Capri und auch über die Höhlen, besonders über die Grotta azzurra, ist umfangreich und stark zerstreut. Die mehr belletristisch gehaltenen Arbeiten scheiden für unsere Untersuchungen von vornherein aus.

FURCHHEIM hat in seiner Bibliographie (Nr.9) die bis 1915 erschienene Literatur samt kurzen Inhaltsangaben in vorbildlicher Weise zusammengestellt. In dem nachstehenden Verzeichnis der wichtigsten Arbeiten sind die Werke, die FURCHHEIM verzeichnet, grösstenteils **n i c h t** angeführt.

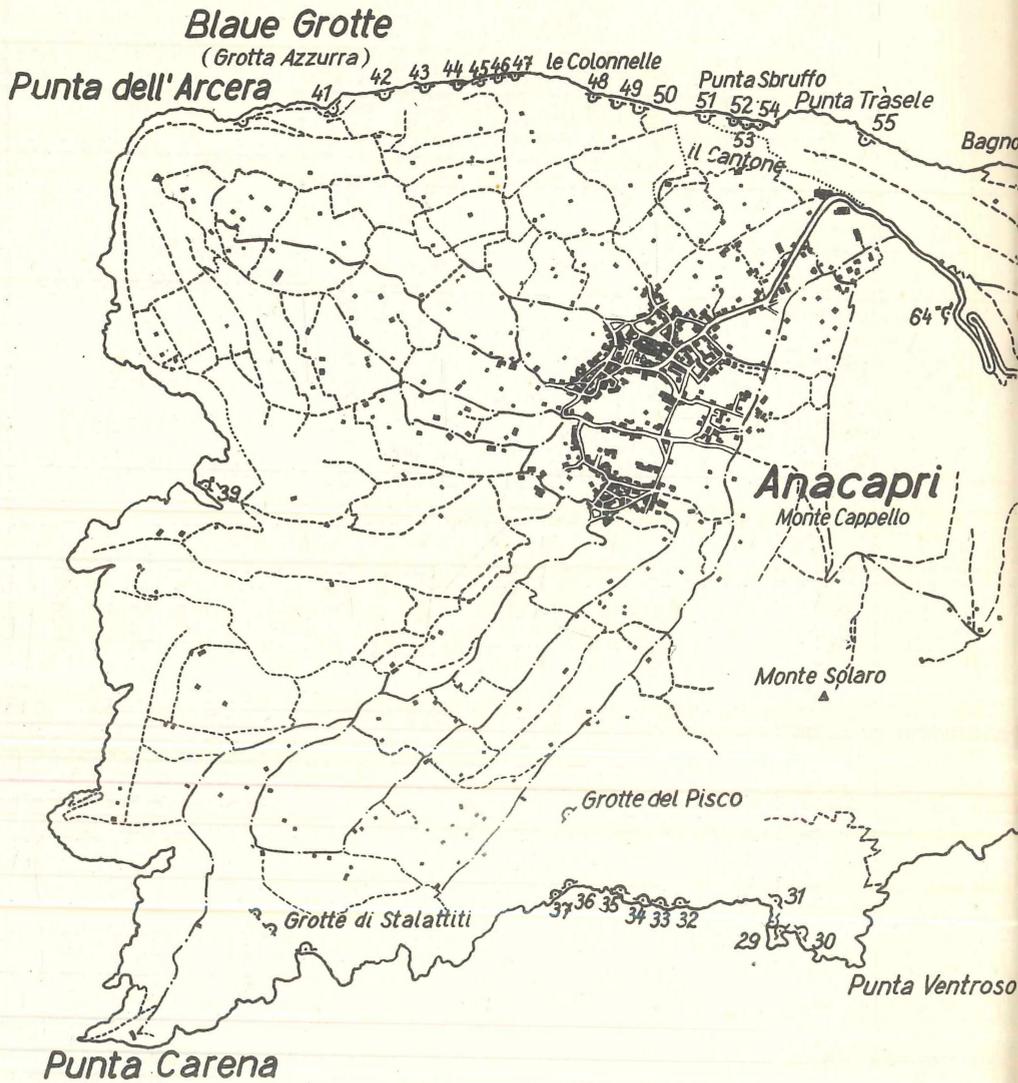
TAFEL VI

ENDE DES RISS-GLAZIALS	RISS - WÜRM INTERGLAZIAL			WÜRM-GLAZIAL			FRÜHES POSTGLAZIAL	SPÄTES POSTGLAZIAL	ALLUVIUM	ABFOLGE NACH PENCK-BRÜCKNER
	BEGINN	MITTE	ENDE	BEGINN	MITTE	ENDE				
KAHLER KARST	VULKANISCHE ASCHÉ			TERRA-ROSSA			KAHLER UND GRÜNER KARST UNGEFÄHR WIE HEUTE			OBERFLÄCHE
	BILDUNG UND VER- SCHWEMMUNG			NESTERWEISE BEDECKUNG	ZERREISSEN DER BEDECKUNG	TOTALE BEDECKUNG	HORIZONTALE KARSTENTWÄSSERUNG			
VERTIKALE KARSTENTWÄSSERUNG				ÜBERGANG			VOLLSTÄNDIGE KARSTWASSER- INAKTIVITÄT			TIEFEN- VERKARSTUNG
KARSTWASSER- AKTIVITÄT MIT VAUQUËSQUELLEN	BEGINN	HÖHE	ENDE	BEGINN	HÖHE	ENDE	DER 2. KARST- WASSERAKTIVITÄT			
	PER PERIODISCHEN KARSTWASSER- INAKTIVITÄT			DER SEDIMENTA- TIONSPHASE			ZERREISSUNGS- PHASE	ABRASIONS- PHASE	ENDPHASE	KARST- HÖHLEN
KARSTWASSER- PHASE	STILLSTAND			POSITIVE STRAND- VERSCHIEBUNG			NEGATIVE STRAND- VERSCHIEBUNG BIS -15m	POSITIVE STRAND- VERSCHIEBUNG BIS + 8 m	NEGATIVE STRAND- VERSCHIEBUNG BIS + 0 m	
MINDESTENS -15 m	BIS +20 m			POSITIVE STRAND- VERSCHIEBUNG			NEGATIVE STRAND- VERSCHIEBUNG BIS -15m			LAND- VER- BINDUNG
GAPRI MIT DEM FESTLAND VERBUNDEN							NIEDER- BRUCH	ALS INSEL	GAPRI ALS	
KARSTHÖHLEN							GEHOBENE BRANDUNGSHÖHLEN ALSBRUCHHÖHLEN			GESUNKENE BRANDUNGS- HÖHLEN

# INSEL

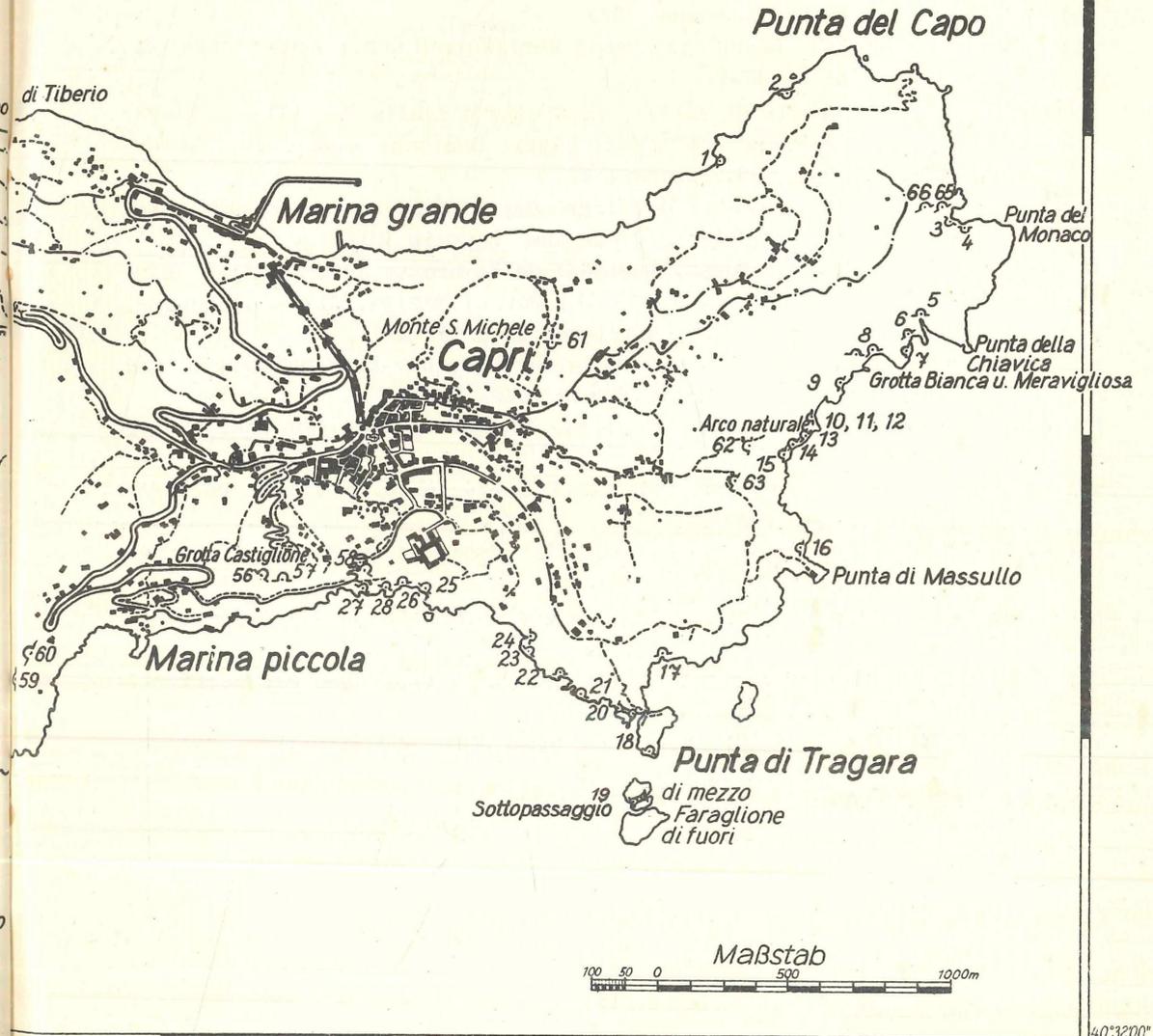
# CAPRI

1°44'30"  
40°34'00"



40°32'00"  
1°44'30" östlich von Rom (Monte Mario)

- Zeichenerklärung :
- |  |             |  |           |
|--|-------------|--|-----------|
|  | Zahnradbahn |  | Karrenweg |
|  | Hauptstraße |  | Saumweg   |
|  | Fahrweg     |  | Fußweg    |



1°49'00"  
40°34'00"



40°32'00"  
1°49'00"

Gezeichnet nach der Karte des  
Istituto geografico militare  
Stampa 1946 von Bruno Wagner

- |  |         |  |   |
|--|---------|--|---|
|  | Gebäude |  | Trigonometrischer Punkt                       |
|  | Kirche  |  | Kirche als trigonom. Punkt                    |
|  | Höhle   |  | beigesetzte Zahlen beziehen sich auf den Text |

- 1) BAEDEKER C.: Unteritalien, Sizilien, Sardinien, Malta, Tripolis, Corfu. Leipzig 1929, S.177-187.
- 2) BIESE W.: Entstehung von Kalkhöhlen. Abh.d.Preuss.Geol.Landesanstalt. H.146, 1933.
- 3) BLASIO A.de: Gli avanzi preistorici della Grotta delle Felci nell'Isola di Capri. Boll.di Paletnologia italiana, 21 (1895), S.58-72.
- 4) DIBELIUS F.: Zur Geschichte der Blauen Grotte auf Capri. Neues Jb. f. d. klass. Altertum, Gesch. u. dtsche. Lit. u. Pädagogik, 33., Berlin 1914, S.57-65.
- 5) DOUGLAS N.: Siren Land. London 1929.
- 6) DUHN F.v.: Artikel "Capri" in EBERTs Reallexikon der Vorgeschichte, 2., Berlin 1925, S.273 f.
- 7) FRANCESE R.: La Grotta di Amalfi. Le Grotte d'Italia, 7., 1933, S.81-83.
- 8) FURCHHEIM F.: Die Blaue Grotte auf Capri. Deutsche Rundschau f. geogr. Statistik, 29., 1907, S.154-159.
- 9) FURCHHEIM F.: Bibliographie der Insel Capri u.d.Sorrentiner Halbinsel sowie von Amalfi, Salerno u.Paestum. Leipzig 1916.
- 10) GIANFRANCESCHI G.: I fenomeni luminosi della Grotta Azzurra. Capri 1930.
- 11) GÜNTHER R.T.: Earth-Movements in the Bay of Naples. The Geographical Journal, 22., London 1903, S.121-149 u. S.269-286.
- 12) KNEBEL W.v.: Höhlenkunde mit Berücksichtigung der Karstphänomene. Die Wissenschaft, 15.H., Braunschweig 1906, S.171-177.
- 13) KRANZ W.: Hohe Strandlinien auf Capri. 13. Jber. d. Geogr. Ges. Greifswald, 1913.
- 14) KYRLE G.: Grundriss der theoretischen Speläologie. Speläol. Monographien 1., Wien 1923.
- 15) MAIURI A.: Grotte-ninfei imperiali nell' Isola di Capri. Boll.d' arte, 25., 1931/32, S.149-160.
- 16) OBERMAIER H.: Artikel "Italien; A) Paläolithikum" in EBERTs Reallexikon d. Vorgeschichte, 6., Berlin 1926, S.73-79.
- 17) OPPENHEIM P.: Beiträge zur Geologie der Insel Capri und der Halbinsel Sorrent. Berlin 1889.
- 18) SCHOENER R.: Capri. Natur, Volkstum, Geschichte und Altertümer der Insel. Wien o.J. (1892).
- 19) TROWER H.: The Book of Capri. Naples 1924.



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Die Höhle - Wissenschaftliche Beihefte zur Zeitschrift](#)

Jahr/Year: 1953

Band/Volume: [1\\_1953](#)

Autor(en)/Author(s): Kyrle Georg

Artikel/Article: [Die Höhlen der Insel Capri 1-48](#)