

Tafoni-Bildungen auf der Insel Ischia am Golf von Neapel (Italien)

Rainer Ahrweiler

Bei mehreren Exkursionen auf Ischia während einer Urlaubsreise im Oktober 2008, lernte der Verfasser, abseits der Tourismusströme zu den Thermalquellen, die sehr abwechslungsreiche vulkanisch geprägte Landschaft dieser Insel kennen. Im Vorfeld der Reise erfolgte eine Internetrecherche. Dabei konnte festgestellt werden, dass auf Ischia weder Karst- noch Lavahöhlen zu erwarten sind. Ein anderer Hohlräumtyp, so genannte "Tafoni", deren Existenz auf den Mittelmeerinseln Zypern, Elba und insbesondere Korsika schon lange bekannt ist, sollte jedoch auch hier zu finden sein. Dies war ein Anlass für mehrere Fotoexkursionen entlang der Küste und ebenso in das weitgehend unbesiedelte gebirgige Inselinnere.

Tafoni und ihre Entstehung

Tafoni, (Einzahl: "Tafone") ist ein aus dem Korsischen entlehnter Begriff. Er wurde von PENCK bereits 1894 in die wissenschaftliche Literatur eingeführt und bedeutet in wörtlicher Übersetzung "Fenster". Man bezeichnet damit kugel- oder ellipsenförmige, offene Aushöhlungen vertikaler Gesteinsflächen. Diese bilden sich mit unterschiedlicher Tiefe durch Verwitterungsvorgänge im anstehenden Gestein oder auch in größeren Gesteinsblöcken. In Einzelfällen können so 6-8 m tiefe Hohlräume entstehen ("Großtafoni", nach FRENZEL 1965). Sie verdienen damit durchaus die Bezeichnung "Höhle" bzw. "Halbhöhle". Ihre Lage in der Vertikalen unterscheidet sie von den so genannten "Opferkesseln" und "Kamenitzas". Dies sind abflusslose

Einsenkungen auf etwa horizontalen Oberflächen von Festgesteinen, letztere auch im Kalkstein, die durch chemische Lösungsvorgänge entstehen. Tafoni sind dagegen überwiegend ein Produkt physikalischer Verwitterung. Sie werden im Schrifttum teils auch rein morphologisch als "kavernöse Verwitterungsformen" bezeichnet (zum Beispiel durch HÖLLERMANN 1975).

Oftmals sind Tafoni von so genannten "Hartrinden" bedeckt. Diese schützen die Oberflächen vor Abtragung.

Damit Tafoni entstehen können, bedarf es unter anderem bestimmter groß- und kleinklimatischer Bedingungen, wie sie insbesondere im Mittelmeerraum auf mehreren Inseln gegeben sind. Inzwischen hat man aber Tafoni auch anderenorts mit den für sie typischen Verwitterungserscheinungen gefunden. Großklimatische Bedingungen sind vorwiegend meerwasser- und damit auch meersalzhaltige Winde, die stetig landwärts wehen. Sie führen zu einer kontinuierlichen Benetzung der Gesteinsoberflächen, die dann immer wieder durch intensive Sonneneinstrahlung abtrocknen. Dies initiiert Lösungsprozesse und entwickelt sie weiter. Kleinklimatisch begünstigt die in ariden und semiariden Gebieten sich niederschlagende Taunässe und insbesondere das durch kapillaren Aufstieg an die Oberfläche gelangende und dort verdunstende Bodenwasser den Lösungsprozess (BESLER 1992). Neben einer direkten Befeuchtung des Gesteins, die hierbei zunächst am Kontaktsaum Boden/Gestein erfolgt, erhöht sich auch die Luftfeuchtigkeit bodennaher Luftschichten. Diese steigen am Gestein auf und benetzen damit über den

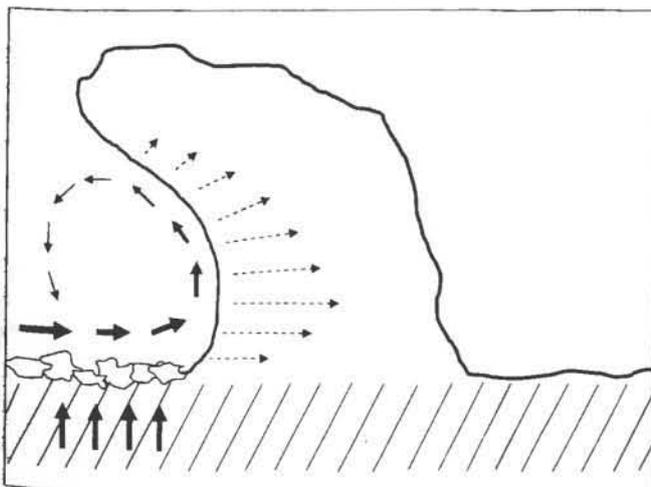


Abb. 1: Schematische Darstellung der zur Tafonierung führenden Luftzirkulationsprozesse: Durch Wind transportierte salzbelastete Feuchte (Pfeile von links). Zwischen Gesteinsschutt aufsteigende Bodenfeuchte (Pfeile von unten). Am Gestein aufsteigende Luft (Pfeilreihe nach oben), die sich durch Temperaturabgabe an das Gestein abkühlt und daher wieder zu Boden sinkt (absteigende Pfeilreihe), um mit dem Wind erneut an den Tafone herangeführt zu werden. Die sich ergebende Abtragungsintensität an der Fläche und deren ungefähre Richtung geben die gestrichelten Pfeile wieder. Zeichnung: Rainer Ahrweiler



Abb. 2: Am rechten Bildrand eine mehrere Meter hohe Wand körnigen Tuffgesteins im Kastanienwald zwischen Epomeogipfel und Forio. Seitlich auf einer herausgewitterten Gesteinsrippe haben sich Bröckellöcher entwickelt. Foto: Brigitte Ahrweiler

Kontaktsaum hinaus höher liegende Gesteinsflächen. Hierbei kühlt sich die Luft ab und sinkt schließlich wieder zu Boden. Es entsteht so ein Kreislauf auf- und wieder absteigender Luftströmungen, ein Prozess, den wohl erstmals KVELBERG & POPOFF (1937) beschreiben. Mit zunehmender Eintiefung der Hohlform wächst der beschattete, und dadurch kühlere Bereich der Gesteinsfläche. Dies wiederum stabilisiert, sich selbst verstärkend, den Zirkulationsprozess, bei gleichzeitig längerer andauernder Gesteinsbefeuchtung. Wo beide Faktoren zusammenkommen, sind optimale Bildungsvoraussetzungen gegeben (s. Abb. 1).

Damit sich Tafoni bilden können, ist jedoch zusätzlich ein Gestein erforderlich, das eine gewisse Oberflächenrauigkeit ("Körnigkeit") besitzt. Dort können sich ein Feuchtefilm und mit ihm die Salze anlagern. Das Gestein kann ein allgemein gegenüber Abtragungen als resistent geltender Granit wie auf Korsika, ein anderer Magmatit oder auch ein Sandstein sein. Ebenso sind nur geringe Festigkeit aufweisende Tuffgesteine, wie sie auf Ischia verbreitet vorkommen, tafonibildend (s. Abb. 2). In beiden Fällen ergibt sich nach Entfestigung des

Kornverbandes je nach Gesteinsstruktur eine Abgrusung, Absandung oder auch eine Abschuppung. Letzteres lässt sich als lamellenartige Ablösung Millimeter bis Zentimeter messender dünner Gesteinsplättchen beschreiben, durch die sich eine immer ausgeprägtere Eintiefung entwickelt (BRUNOTTE et al. 2001-2002, MURAWSKI & MEYER 2004, u.v.a.m.).

Ausgelöst werden diese Gesteinsabtragungen im Wesentlichen durch Salze. Sie werden in einem häufigen Wechsel auf der Oberfläche feucht angelagert bzw. aus dem Gestein über Risse kapillar dorthin transportiert, wo sie dann unter ariden Bedingungen austrocknen. Dieser als Salzsprengungsverwitterung bezeichnete Prozess kann bei günstigen Temperatur- und Luftfeuchteverhältnissen mehrmals täglich auftreten. Es handelt sich hierbei um eine gewisse Analogie zu der in Mitteleuropa besser bekannten Frost(sprengungs)verwitterung. Der Kristallisationsdruck des Salzes erreicht hierbei bis zu 1100 bar und wird damit zum entscheidenden Abtragungsfaktor. Dagegen sind, nach MURAWSKI & MEYER (2004) "stärkere chem. Veränderungen des Gesteins [...] nicht zu verzeichnen".

Insbesondere in Wüstengebieten kommt Insolationsverwitterung hinzu. Weitere Prozesse, wie etwa Kernverwitterung und Hydratation, werden immer wieder im Schrifttum genannt. Dies sind aber in der Regel, im Vergleich zur Verwitterung durch Salzsprengung und Bodenfeuchte, nur untergeordnete Faktoren.

Durch die beschriebenen Prozesse entstehen über größere Zeiträume hinweg sich immer tiefer in das Gestein entwickelnde Hohlformen. In fortgeschrittenem Stadium führt dies zu baldachinartigen Gebilden, die zuletzt wie ein Deckenkolk eingetieft sein können. Wenn dann die entstandenen Überhänge schwerkraftbedingt abbrechen, bleiben Tafoni-Torsi zurück.

Schon TRIMMEL (1965) erwähnt Tafoni in seinem "Speläologischen Fachwörterbuch". Er erklärt deren Entstehung durch "Benetzung und Abtrocknung" und bezeichnet dies als "mikroklimatische Aridität". Im späteren Schrifttum werden Tafoni mehrheitlich den obertägigen geomorphologischen Verwitterungsformen zugeordnet. Als Objekte der speläologischen Forschung (Halbhöhlen oder Höhlen), die sie zweifellos sind, werden sie nur selten explizit beschrieben.

In der wissenschaftlichen Diskussion über die Bildungsbedingungen von Tafoni (die so genannte Tafonierung oder auch Tafonisierung) besteht auch heute durchaus noch kein Konsens. Dies hier umfassend darzustellen würde jedoch den Rahmen dieses Beitrages sprengen.



Abb. 3: Der "*Fungo*" (zu Deutsch: "*Pilz*") ein Felsblock (etwa 5 m hoch) nahe des Piers von Casamicciola (Ort an der Nordküste).

Foto: Brigitte Ahrweiler

Tafoni und Wabenverwitterung auf Ischia

Auf der Insel Ischia findet man sowohl verschiedene Tafoni-Typen in unterschiedlicher geographischer Lage und Exposition als auch häufig mit ihnen vergesellschaftete, so genannte "*Wabenverwitterungen*". Dies sind näpfchenartige Verwitterungsformen im Zentimeterbereich. Sie bilden sich oft entlang von Schichtfugen aufgereiht, aber auch flächig meist in größerer Zahl nahe beieinanderliegend, wirken dann wie Bienenwaben und haben daher ihren Namen. Im Gegensatz zu den Tafoni sind sie zum Beispiel auch in küstenfernen Sandsteinen

Mitteleuropas weit verbreitet, wo man sie synonym auch häufig als "*Bröckellöcher*" bezeichnet. Sie werden durch Sickerwassertropfchen hervorgerufen. Tafoni wie Wabenverwitterung und viele morphologische Übergangsformen zwischen beiden – daher auch die gelegentliche Bezeichnung "*Bröckelhöhlen*" für Tafoni – konnte der Verfasser auf Ischia beobachten.

Die Abbildungen dieses Artikels zeigen selbstverständlich nur einen kleinen Teil der großer Formenvarianz. Sie sind aber exemplarisch für das vor Ort Gesehene und werden nachfolgend näher erläutert.

Zu Abbildung 3

Hier handelt es sich um einen am Hafen von Casamicciola (Nordküste) liegenden Tuffsteinblock (genannt: "*Fungo*" = zu deutsch: "*Pilz*"). Er zeigt mehrere tafonitypische Merkmale:

a) Es hat sich eine mützenartig den Block überziehende Hartrinde gebildet. Diese entstand durch mineralische Lösungen, die kapillar aus dem Tuffgestein zur Oberfläche aufgestiegen und dort getrocknet sind. Die Hartrinde schützt die Deckfläche gegen Abtragung (Denudation).

b) Durch Verwitterung ausgehöhlte Vertikalfächen geben dem Gesteinsquader eine pilzartige Form.

c) Der im Bild links (Westen) deutlich breitere Sockel des Blocks zeigt die windbedingte Hauptverwitterungsfront an. (Auf Ischia wehen regelmäßig vom Tyrrhenischen Meer kommende WSW-Winde, wie der Libeccio).

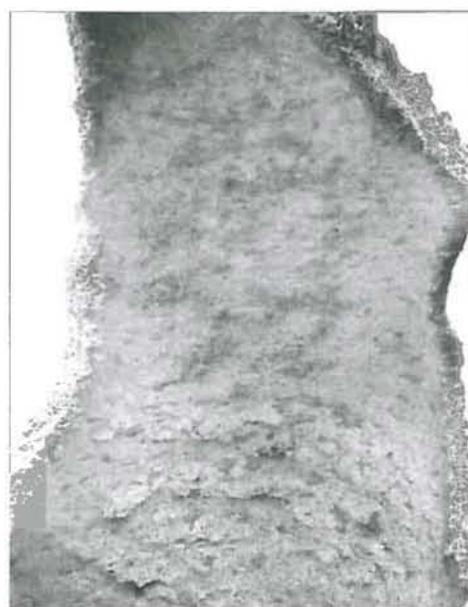


Abb. 4 und 5: Der als "*Vogelkopf*" von den Insulanern bezeichnete Tafone (etwa 3 m hoch) in Forio (Ort an der Westküste) und eine Nahaufnahme von seiner konkaven Innenfläche, die durch blättrige Abschuppungsstrukturen entfestigt ist. Fotos: Brigitte Ahrweiler

Zu den Abbildungen 4 und 5

Nur wenige Meter von der Mittelmeerküste entfernt befindet sich dieser Tafone. Er steht mitten auf einer kleinen Verkehrsinsel der Küstenstraße am Ortsausgang von Forio. Wegen seines Aussehens wird er auch als "Vogelkopf" bezeichnet. Nicht nur eine tiefe Aushöhlung (seewärts) ist entwickelt, sondern auch innerhalb der baldachinartigen Vorwölbung treten ausgeprägte blättrige Abschuppungsstrukturen auf (s. Abb.5). Nischenartige Auswitterungen nordwestseitig der Hauptaushöhlung (im Bild nicht erfasst) deuten auf Inhomogenitäten des Gesteins hin. Eine ausgeprägte, den Block bedeckende Hartrinde ist jedoch nicht (oder nicht mehr?) vorhanden.

Zu den Abbildungen 6 bis 9

Zwischen der Hafenstadt Forio an der Westküste und dem höchsten Berg Ischias, dem Epomeo (789 m

ü.NN), erstreckt sich über eine Distanz von etwa 3 km Luftlinie ein teils über kurze Rampen abfallender Hang. Er ist auf einer Fläche von mehreren Quadratkilometern mit Kastanienwäldern bedeckt (s. Abb. 6).

Hier lagern Tuffgesteinsblöcke in größerer Zahl. Einige von ihnen sind von mehreren, sehr unterschiedlich großen Tafoni durchsetzt. Deren Formen (s. Abb. 7) weisen auf eine Auswitterung von weniger widerstandsfähigen Schichten im Tuffgestein hin. Dagegen zeigt Abb. 8 als Doppelblöcke übereinandergeschichtete, rund 5 m hoch aufragende, unregelmäßig im Gestein angeordnete Tafoni. Sie werden von einem etwa 2 m² großen, offensichtlich von einer Hartrinde bedeckten Baldachin abgeschlossen. Abb. 9 dokumentiert ganz in der Nähe zwei dicht beieinander liegende Basistafoni, deren Entwicklung zu einer Verschneidung beider Bildungen geführt hat. Die Folge ist ein im Übergangsbereich frei hängender, herausgewitterter Felszapfen. Diese Tafoni belegen zudem exemplarisch

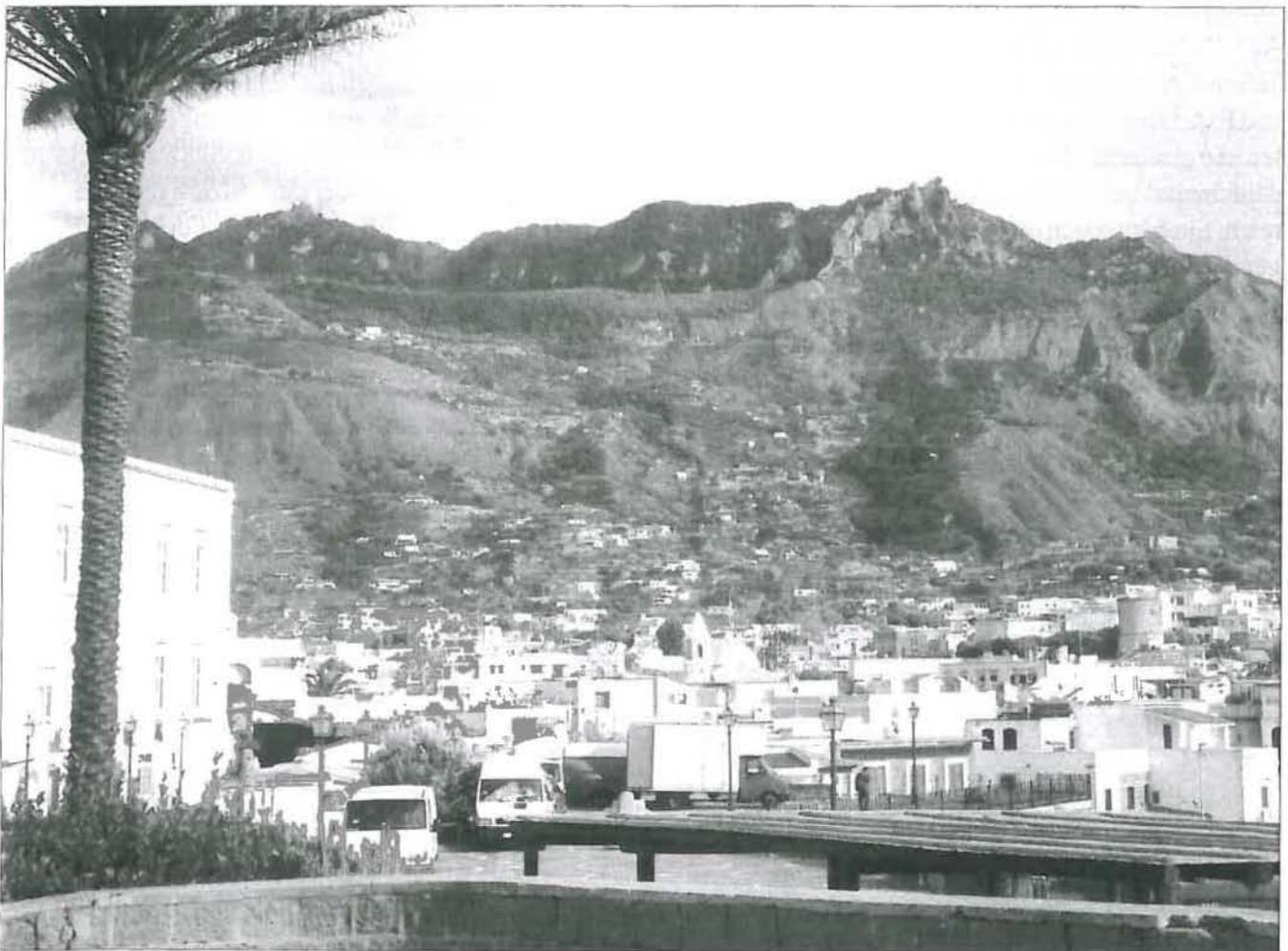


Abb. 6: Blick über den Ort Forio auf das Epomeo-Massiv. Oben vegetationsfreie Felsflächen der Gipfelregion, darunter in einer flachmuldenartigen Einsenkung ein Kastanienwald (auf 500 bis 600 m ü.NN), unterhalb dessen der teils besiedelte Hang wieder steiler abfällt. In diesen Hanglagen finden sich zwischen Gebäuden und Gärten mehrere hausgroße Gesteinsquader. Sie erinnern an Bergsturzkatastrophen vergangener Tage. Foto: Brigitte Ahrweiler



Abb. 7: Tuffgesteinsblock (etwa 6 m hoch) im Kastanienwald am Westhang des Epomeo oberhalb von Forio mit mehreren kavernösen, schichtparallelen Auswitterungshorizonten. Foto: Brigitte Ahrweiler



Abb. 8: Übereinandergestapelte Tuffgesteinsblöcke im Kastanienwald. Der obere Block besitzt in etwa 5 m Höhe über dem Boden einen weit überkragenden Baldachin. Foto: Brigitte Ahrweiler



Abb. 9: Zwei ineinander übergehende Basistafoni mit einem zwischen beiden herausgewitterten Gesteinszapfen im Kastanienwald. Foto: Rainer Ahrweiler



Abb. 10: Durch Windschliff wellenförmig herauspräparierte geschichtete Tuffsteinlagen in Küstennähe (Wandhöhe ca. 3 bis 4 Meter). Foto: Brigitte Ahrweiler

die große Bedeutung, welche die Bodenfeuchte bei der Tafonierung haben kann, wodurch deren Basis um etwa einen Meter zurückverlegt wurde. Auch viele weitere Tafoni in der unmittelbaren Umgebung waren diesbezüglich dem hier gezeigten Beispiel sehr ähnlich. Zum Dritten hat der größere Tafone offensichtlich durch eine widerstandsfähigere Schicht im Gestein zwei übereinanderliegende Höhlungen entwickelt. Vor beiden Tafoni sind deutlich sandige Abtragungsrückstände zu sehen. Sie überdecken teils verwelktes Laub. Dies könnte zu der Annahme führen, dass die Abtragungen relativ schnell voranschreiten. Da das Gebiet jedoch häufiger von Einheimischen und Touristen begangen wird, sind anthropogene Umlagerungen wahrscheinlicher.

Geologische Voraussetzungen für die Tafonierung auf Ischia

Kommen wir nun zu den Ursachen der Tafonierung speziell auf Ischia, wie sie sich dem Verfasser nach einem Blick

in die geologische Literatur und durch eigene Beobachtungen vor Ort darstellen.

Petrographische Basis jeder Tafonierung auf Ischia ist, wie erwähnt, das Tuffgestein. Dies ist ein Produkt der vulkanischen Vergangenheit dieser Insel. Sie hat sich erst während des Pleistozäns als vulkano-tektonischer Horst gebildet. Nach PICHLER (1970), basierend auf grundlegenden und bis heute unstrittigen Untersuchungsergebnissen durch den Schweizer Vulkanologen Alfred RITTMANN (1930), kam es im Zentrum der Insel (Epomeo-Region) nie zu einem Vulkanausbruch (Lavaeruption). Lediglich sehr große Mengen feiner und gröberer "Bimsstein- und Aschenmassen (etwa 20 bis 40 Kubikkilometer)" wurden freigesetzt. Nachdem sie sich in mächtigen Schichten, noch bevor die Insel entstand, untermeerisch abgelagert hatten, wurden sie zu lokal unterschiedlich festem Tuffgestein verdichtet. Noch heute lassen sich an Steilküsten der Insel und anderen Aufschlüssen diese Ablagerungen gut beobachten. An dem in Abb. 10 gezeigten Standort sind sie nur von geringer Festigkeit. Im Hangschutt liegende, aus der Wand gebrochene Stücke ließen sich hier in der Hand zerreiben.

Ischia hat eine Gesamtfläche von 46 km² und ist von vielen, weitgehend abgetragenen, meist küstennahen und noch jungen

Vulkanbauten bedeckt. Der Epomeo als zentraler Berg der Insel ist jedoch kein Vulkan, sondern lediglich die Aufwölbung über einer Magmakammer. Dennoch hat er sich und mit ihm die Insel durch den Druck des Magmas vor etwa 50 000 Jahren aus dem Meer erhoben. Dieser Hebungsprozess dauert noch an. Die exponierten, weitgehend vegetationsfreien Bereiche um den Gipfel sind besonders der Verwitterung ausgesetzt. Hier findet man unterschiedlich große Hohlformen, von den Bröckellöchern der Wabenverwitterung bis zu Tafoni in allen Übergängen (s. Abb. 11). Eine Maximalgröße der Bröckellöcher (s. Abb. 12) oder ein Minimum für Tafoni bestimmen zu wollen, ist unmöglich. (Zur zeitlichen Veränderungen der Größe von Bröckellöchern, beobachtet über 30 Jahre hinweg, siehe unter: www.tafoni.com/Data.html). Hartrinden befinden sich hier auf steilen, nach Westen orientierten Hangflächen und ebenso entlang der letzten rund 100 m des Wanderweges zum Gipfelpunkt. Sie sind teils durch Verwit-

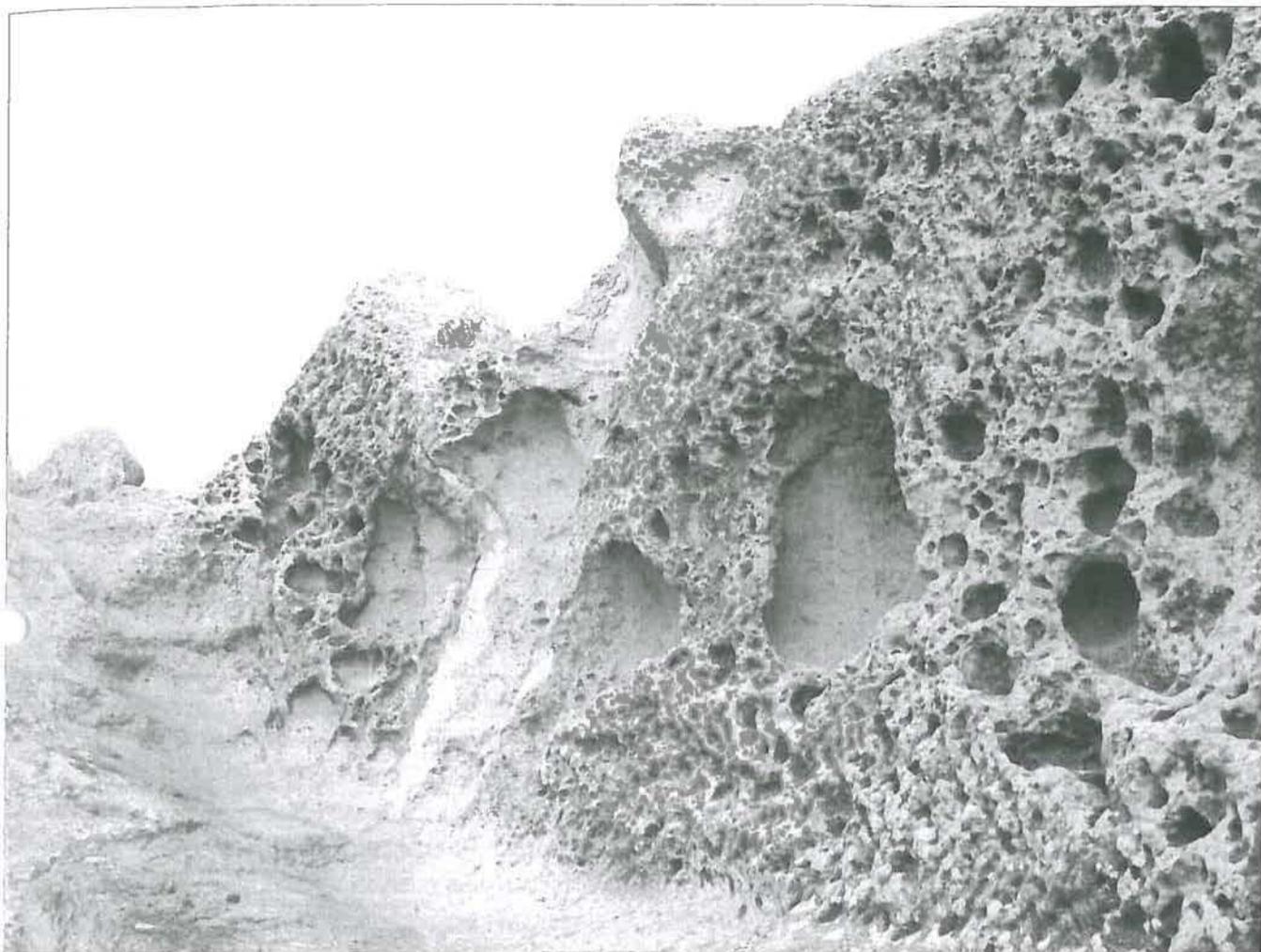


Abb. 11: Tuffgestein nahe des Epomeogipfels mit einer Vielzahl von Bröckellochbildungen, die von einigen Tafoni durchsetzt sind (Höhe im Vordergrund etwa 2 m). Foto: Brigitte Ahrweiler



terung zerrüttet. Viele bis zu handgroße Bruchstücke dieser Gesteinsrinden liegen abgerutscht im Hangschutt. Untersucht man die so freigelegten und dadurch gegenüber atmosphärischen Einflüssen ungeschützten Felsflächen, stellt man fest, dass das Gestein oberflächennah mürbe ist. Dadurch lässt es sich leicht bis etwa 1 cm Tiefe wie ein nur gering verfestigtes Pulver abreiben.

Die Tuffgesteine um den Gipfel zerscherten während der Hebung durch Staffelbrüche. Hier lösten sich im Laufe der Jahrhunderte immer wieder kleinere, aber mitunter auch bis zu hausgroße Blöcke aus den Steilwänden, besonders am Westabfall des Epomeo. Sie stürzten dann die Hänge hinab und erreichten dabei teils sogar die etwa 3 km entfernte Küste. (siehe Tafoni der Abb. 3 und 4). Zudem wurden durch Erdbeben mehrfach Bergstürze ausgelöst. "So berichtet die

Abb. 12: Eine ganz gewiss nicht ernst gemeinte "Präzisionsvermessung" im Netzwerk der Wabenverwitterungen, in unmittelbarer Nähe des Epomeogipfels (etwa 780 m ü.NN). Foto: Brigitte Ahrweiler

Chronik, daß bei einer solchen, durch ein Erdbeben verursachten Bergsturzkatastrophe im Jahre 1228 über 700 Menschen den Tod fanden" (PICHLER 1970). Viele Blöcke blieben aber auch in höheren Lagen an den unbesiedelten Nord- und insbesondere Westhängen liegen. Man findet sie unterhalb des Gipfels auf dem mit angepflanzten Kastanienwäldern bedeckten Plateau (s. Abb. 7 bis 9). Aus einigen haben "[...] die Einheimischen durch das Aushöhlen der Gesteinsquader bewohnbare Felsenhäuser erschaffen" (DI IORIO 2007). Überall sind die Blöcke hier den vom Meer kommenden Westwinden ausgesetzt, die immer wieder feuchte, salzhaltige Luft heranbringen. Mit den Winden kommende Wolken regnen an den Hängen ab und tragen so zu einer erhöhten Bodenfeuchte bei.

Beides führte dazu, dass sich Tafoni hier in den körnigen Tuffgesteinen Ischias ausbilden konnten. Durch die Bodenfeuchte wurden die Tuffsteinblöcke besonders häufig von der Basis her abgetragen. Man bezeichnet diesen Typ daher allgemein auch als "*Basistafoni*" (s. Abb. 9). Durch Einsprengsel wechselnder Korngrößen variiert die Widerstandsfähigkeit einzelner Schichten. Dies führt in größeren Blöcken zu lokalen, nischenartigen Auswitterungen. Diese entwickeln sich dann zu einer zonalen Anordnung flach-elliptischer Aushöhlungen weiter (s. Abb. 7).

Um die Beobachtungen auf Ischia in einen größeren Zusammenhang zu stellen, sei abschließend noch auf folgendes hingewiesen: Inzwischen sind Tafoni und Wabenverwitterung weltweit, insbesondere in Küstenregionen nachgewiesen (so zum Beispiel auf Hongkong, Neuseeland und Spitzbergen sowie in der Antarktis). Die Beschreibungen sind jedoch oft sehr allgemein und lassen daher nicht immer näher bestimmen, ob es sich um ausgeprägte Tafoni oder eher um Wabenverwitterung handelt. Es wird auch nicht immer zwischen beiden unterschieden. Ursächlich geht dies wohl auf die sehr weit gefasste Definition durch PENCK (1894) zurück, der mit "*Tafoni*" jegliche Art von Verwitterungslöchern im Gestein bezeichnet hatte. Dies macht auch verständlich, dass zum Beispiel OWEN (2007) im Schrifttum 16 verschiedene "*Tafoni*"-Definitionen nachweisen konnte.

Im Internet existieren inzwischen viele Fotos beider Bildungen aus den unterschiedlichsten Regionen der Erde (exzellentes Bildmaterial bietet zum Beispiel: www.tafoni.com). Hier sind sogar von der Viking-Mission der NASA 1976 auf dem Mars fotografierte Gesteinsblöcke abgebildet. Diese zeigen bröckellochartige Oberflächen und könnten als ein Anzeichen für Wassertropfenbildungen auf unserem Nachbarplaneten gedeutet werden.

Literatur

- BESLER, Helga (1992): Geomorphologie der ariden Gebiete. – Erträge der Forschung. – 189 S., 70 Abb.; (Wissenschaftliche Buchgesellschaft) Darmstadt
- BRUNOTTE, Ernst et al. (Hrsg.) (2001-2002): Lexikon der Geographie. – 4 Bd.; (Spektrum Akademischer Verlag) Heidelberg, Berlin.
- DI IORIO, Aniello (2007): "*Kleine*" Geologiekunde. – In: Der Ischia und Capri Tip. – S. 86-89, 5 Abb., (Hrsg: Il Quadrante, Turismo d' Ischia) Ischia Porto
- FRENZEL, Gerhard (1965): Studien an mediterranen Tafoni. – Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen, 122, 3, S. 313-323; Stuttgart
- HÖLLERMANN, Peter (1975): Formen kaverner Verwitterung ("*Tafoni*") auf Teneriffa. – Catena, 2, S. 285-410; Gießen
- KLAER, Wendelin (1956): Verwitterungsformen im Granit auf Korsika. – Petermanns geographische Mitteilungen, Ergänzungsheft 261, S. 1-146, 65 Abb., 10 Fig.; Gotha
- KVELBERG, J. & POPOFF, B. (1937): Die Tafoni-Verwitterungserscheinung. – Latvijas Universitāte Raksti, Kimijas Fakultāte, Serie 4, S. 6; Riga
- MARTIN, Christiane et al. (Red.) (2000-2002): Lexikon der Geowissenschaften. – 6 Bd.; (Spektrum Akademischer Verlag) Heidelberg, Berlin
- MURAWSKI, Hans & MEYER, Wilhelm (2004): Geologisches Wörterbuch. – 11. Aufl. – 262 S., 82 Abb., 7 Tab.; (Elsevier GmbH, Spektrum Akademischer Verlag) Heidelberg
- OWEN, Athena Marie (2007): Tafoni caves in quaternary carbonate eolianites examples from the Bahamas. – 207 S., 107 Abb., 20 Tab.; (Department of Geosciences, Institution: Mississippi State University, Mississippi State) Mississippi, USA
- PENCK, Albrecht (1894): Morphologie der Erdoberfläche. – Teil 1. – 471 S., 29 Abb.; (Verlag J. Engelhorn) Stuttgart
- PICHLER, Hans (1970): Italienische Vulkan-Gebiete II. Phlegräische Felder, Ischia, Ponza-Inseln, Roccamonfina, Sammlung Geologische Führer, Bd. 52, 183 S., Gebr. Bornträger, Berlin – Stuttgart
- RITTMANN, Alfred (1930): Geologie der Insel Ischia. In: Zeitschrift für Vulkanologie, Ergänzungsband VI, S. 1-267 S., 55 Abb., 10 Taf., 2. Karten; Berlin
- TRIMMEL, Hubert (1965): Speläologisches Fachwörterbuch. – Beiheft zu den Akten des dritten Intern. Kongresses für Speläologie, 109 S., 20 Abb.; Wien
- www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/Geologisches%20Portrait/Verwitterung/Tafoni (Abruf am 19.02.2010)
- www.tafoni.com (Abruf am 17.02.2010)