

Über Brandungserosion durch Strudellöcher

Von W. v. Seidlitz, Jena

Meistenteils äußert sich die zerstörende Wirkung der Meeresbrandung an Steilküsten durch Unterwaschung und in der Bildung von Brandungshohlkehlen oder Brandungs- und Abrasionsterrassen. Deshalb soll hier über die nicht allzu häufige Bildung von Strudellöchern an steilen Kalkküsten auf der Ostseite der Insel Leukas berichtet werden.

Die Insel liegt von allen jonischen Inseln dem griechischen Festland (Akarnanien) am nächsten und wird nur durch einen schmalen und flachen Sund von diesem getrennt, andererseits durch eine Nehrung, die das Festland nicht ganz erreicht, mit diesem verbunden. Der Sund verläuft quer zur Streichrichtung der Gesteinsbänke, die von der Insel zum Festland in NO-Richtung hinüberziehen¹⁾. Zwei Richtungen von Dislokationen, die eine dem Streichen der Gesteinsbänke parallel, die andere fast senkrecht dazu, haben die Schichten in der Umgebung des Sundes zerstückelt und damit sowohl das grabenförmige Einsinken der Schollen im Sundgebiet, andererseits die Zerstörungsarbeit des Meeres beeinflußt. Eine postquartäre Terrasse mit steilen Kliffabstürzen, die etwa 30 m über dem Meeresspiegel liegt, zeigt, daß die in diesem Tal des jonischen Meeres vorwiegend südnördlich gerichtete Küstenströmung in noch nicht weit zurückliegender Zeit, als Insel und Festland noch nicht so weit herausgehoben waren, eine beträchtliche Brandungsarbeit geleistet hat. Seit historischer Zeit ist das ganze z. T. lagunenartig versumpfte Sundgebiet so weit gehoben, daß diese Küstenkliffs durch eine vorgelagerte Flachküste aus Schlamm- und Schuttmassen z. T. hunderte von Metern vom jetzigen Ufer des Meeres getrennt sind. Nur an einer Stelle, und zwar im engsten Teil, der am Südausgang des jetzigen und einstigen Sundes liegt, nähern sich die auch heute noch von der Brandung benagten steilen Uferfelsen bis auf 600 m und setzten der Strömung wohl ein beträchtliches Hindernis entgegen, so daß sich hier »Uferwalzen« im Sinne von Rehbock

¹⁾ Ausführlichere Darstellung des geologischen Baues von Leukas vergleiche:

W. v. Seidlitz: Der geologische Aufbau des Gebietes in der Umgebung der Lagune und der Nehrung von Leukas. Z. D. G. G. 1927.

W. v. Seidlitz: Geologie der Insel Leukas in W. Dörpfeld: »Leukas—Ithaka«. München 1927. Mit geologischer Karte.

und Salomon (Geol. Rundschau XVII. 1926. S. 421) bilden konnten. Auf leukadischer Seite heißt die Örtlichkeit Tembeli, auf akarnanischer Seite ist es die Steilküste, die von der Festung H. Georgios gekrönt wird. Das hier anstehende Gestein ist ein z. T. sehr fossilreicher Nummulitenkalk mit eingeschalteten Breccienlagen und Crinoidenkalken. Sowohl auf der akarnanischen (H. Georgios) wie auf der leukadischen Seite (zwischen Tembeli und Episkopu) sind vor allem die brecciösen Ausbildungen der Nummulitenschichten, mit z. T. faust- und kopfgroßen Komponenten, von zahlreichen röhrenförmigen, tiefen Strudellöchern durchbohrt. Diese bisweilen 8 m tiefen und 1—2 m im Durchmesser breiten Röhren sind bei Tembeli, wo ich sie vor allem untersuchen konnte, gegen das Meer zu geneigt. Da die Erosion auf den schräg gegen das Meer zu geneigten Schichtflächen schneller vorwärts schritt, als nach der Tiefe zu, zeigen diese kaminartigen Röhren einen abwechselnd ausgebauchten und wieder verengten Querschnitt, der wohl aus der Differenz zwischen Schichtneigung und Neigung der Röhren herzuleiten ist. Vielleicht kann dies auch auf eine spirale Strudelbewegung zurückgeführt werden. — Im übrigen sind die inneren Flächen trotz der Konglomerat-Komponenten ganz glatt geschliffen.

Da an einzelnen Stellen die Vorderwände beim Straßenbau Leukas-Nidri gesprengt wurden, lassen sie sich jetzt gut untersuchen. Nur in der Höhe der Straße, die etwa 8 m über dem Meeresniveau liegt, sind sie noch erhalten, während sie tiefer unten am jetzigen Meeresufer sich bei dem einst höheren Wasserstand gar nicht bilden konnten; vielleicht auch, weil sie späterer Brandung zum Opfer fielen. Am Ufer unterhalb H. Georgios auf akarnanischer Seite sind nur einige kleine Trichter vorhanden; auch in der Nähe von Tembeli sind sie nur sehr klein, dagegen am größten und tiefsten nördlich von Episkopu. An allen diesen Stellen findet man sie aber nur in den Nummulitenkonglomeraten und Breccien, also einem aus mehr oder weniger gerollten Stücken zusammengesetzten Gestein, dessen Komponenten durch ein kalkiges Bindemittel zusammengehalten werden. An anderen Gesteinen der alten Kliffküste, die größtenteils aus breccienfreiem Nummulitenkalk des Tertiärs und Rudistenkalk der Kreide zusammengesetzt ist, habe ich nirgends etwas ähnliches beobachten können, wie hier an der einstmals engsten Stelle des Sundes, wo die Brandung vielleicht noch durch die Strömung verstärkt wurde. Nur an der südlichen Halbinsel von Leukas, die in das Cap Dukato (Sapphosprung) ausläuft und aus hellen Rudistenkalken der oberen Kreide besteht,

fiel mir, vielleicht bei niedrigem Wasserstand, entlang der steilen Ostküste, auf, daß hier eine Brandungskehle verhältnismäßig hoch über dem Meeresniveau lag, daß aber die Uferfelsen unterhalb der Brandungskehle von den Wogen regellos durchnagt waren und daß der Wellenrücklauf (Sog) karrenartige Rinnen in diese Felsen gefressen hatte.

Diese Beobachtungen tragen vielleicht zur Erklärung der Strudellöcher von Episkopu bei, besonders, wenn ich hinzufüge, daß die näher zum Meer hin liegenden Röhren nicht nur nach der Tiefe zu ausgehöhlt sind, sondern auch vielfach in schmale rinnenartige, gleichfalls sehr tiefe Spalten sich fortsetzen, die nach der Seeseite zu auslaufen. Es ist also auch hier sehr möglich, daß neben der Strudelwirkung der Strömung an der engen Stelle auch dem Wellenrücklauf eine große Bedeutung zugeschrieben werden muß. Der Vergleich wird noch dadurch verstärkt, daß auch hier, wie beim Cap Dukato, diese Strudellöcher und Sogrinnen in dem Steilabsturz der Küste unter der Hauptbrandungsterrasse einer früheren Periode liegen, während der die Insel noch nicht so weit herausgehoben war. Die Bildung einer Brandungskehle oder Brandungsterrasse und die Entstehung von Strudellöchern und Sogrinnen würden also Erscheinungen sein, die einander nicht ausschließen, sondern ergänzen, indem es sich um die Zerstörung des Küstensockels handelt, der unter dem Hauptbrandungsniveau liegt und daher der Sogwirkung am stärksten ausgesetzt ist. Nur an Küsten, die gehoben oder in langsamer Hebung begriffen sind, wäre demnach etwas ähnliches zu beobachten.

Wichtiger erscheint mir für ihre Entstehungsgeschichte das Gestein, in dem sich diese Strudellöcher gebildet haben. In dem sehr gleichmäßigen, fast ungeschichteten Rudistenkalk nördlich des Cap Dukato haben sich nur karrenartige Sogrinnen gebildet. Anders in den konglomeratischen Bildungen, wo einzelne Komponenten von ihrer Unterlage und aus ihrem Zement gelöst werden konnten und von dem strudelnden Wasser des Wellenrücklaufs und der Strömung an der hier engsten Stelle des Sundes in eine wirbelnde Bewegung gesetzt wurden, so daß sie im Stande waren, die zerstörende Arbeit der Brandung noch zu verstärken. In den Höhlungen, in denen sie ursprünglich eingebettet waren, wurden sie herumgewirbelt und diese allmählich vergrößert und vertieft. Je größer die Vertiefung war und je mehr einzelne Rollstücke nachstürzten und an der Scheuerarbeit teilnahmen, umso schneller wird die Arbeit von statten gegangen sein. Dabei ist es bemerkenswert, daß die Wände dieser Strudelkessel, die in dem konglomeratischen Gestein aus Bruchstücken sehr ver-

schiedener Härte bestehen, dennoch ganz gleichmäßig glatt gerieben wurden. Die Wirkung der Strudelarbeit durch die gelösten Gesteinsbrocken ist demnach durchaus ähnlich der der Reibsteine in den Strudellöchern der Gletschertöpfe und der an einem Wasserfall oder einer Klamm; nur handelt es sich beim Sogstrom um eine intermittierende Triebkraft und nicht um einen gleichmäßig wirkenden Strom, der diese Turbinen in Bewegung setzte. Auch wird die Arbeit eine zweifache gewesen sein, einmal in die Tiefe durch die Strudelwirkung der Reibsteine und andererseits der Abfluß und Überlauf in die flachen oder weniger tief eingeschnittenen Sogrinnen.

Einen ähnlichen Prozeß, in viel kleinerem Maßstab, kann man nördlich der erwähnten Stelle an der Nehrung von S. Maura (Leukas) noch heute beobachten, deren Gerippe aus einem festen — Plake genannten — Konglomerat von ganz jugendlicher Entstehung gebildet wird. Die einzelnen Komponente des Konglomerats, die durch ein kalkiges Bindemittel mehr oder weniger lose zusammengebacken sind, haben nur einen Durchmesser von 0,3—1,5 cm und lösen sich leicht aus ihrer Umgebung heraus. Dort wo die Plake nicht mehr von jüngeren Kies- und Sandlagen der Nehrung überdeckt ist und andererseits so weit über das Meeresniveau aufragt (z. B. S. Nikolo), daß sie der Zerstörung durch die Brandung ausgesetzt ist, geht diese derart vor sich, daß die einzelnen Komponenten dieses Konglomerats sich von ihrer Unterlage lösen und in diesen Vertiefungen herumgewirbelt werden. Bei jedem Wogenrücklauf kann man beobachten, daß sich dieser Vorgang wiederholt, wodurch die Löcher allmählich vertieft werden. Vielfach haben sich auch kleine Kanäle für das rückströmende Wasser eingenagt. Da hier das Bindemittel des Konglomerats weicher ist, wie die eingebackenen Brocken, kommt auch kaum eine allseitige Glättung und Rundung zustande, sondern das Loch vergrößert sich nur dadurch, daß weitere Komponenten des Konglomerats gelockert und aus ihrer Umgebung herausgerissen werden. So ist der ganze Plakerand auf der Seeseite stellenweise von derartigen kleinen Strudellöchern zernagt, die aber nur bei niedrigem Wasserstand sichtbar werden und von wenigen Zentimetern Durchmesser stellenweise auch bis 20—30 cm breit und ebenso tief oder noch tiefer werden. Auf der westlichen Hälfte der Nehrung, wo die Plake stellenweise vor der jetzigen Nehrung unter Wasser liegt, kann man feststellen, daß sie, anscheinend durch die Sogströmung, stark zerteilt und vielfach in einzelne größere, blockartige Massen aufgelöst worden ist.
