

# Sandkegel- und Kraterbildung auf Erdbebenspalten

Von Dr. Theodor Krätner, Bukarest

Gelegentlich des großen rumänischen Erdbebens vom 10. November 1940 konnten an zahlreichen Orten von Prof. I. ATANASIU und mir, während unserer Studienreisen in die vom Erdbeben betroffenen Gebiete, Erdbebenspalten beobachtet werden.<sup>1</sup> Diese Spalten befanden sich fast ausnahmslos in den Talauen größerer Flüsse und liefen dem Uferrand parallel. Sie traten, mit wenigen Ausnahmen, in Gebieten auf, in denen die Stärke des Bebens den 7. Mercalli-Sieberg-Grad überschritt. Während in den meisten Fällen diese in den feinsandigen alluvionalen Aufschüttungsböden der Flußauen aufreißenden Spalten keine weiteren Eigentümlichkeiten aufwiesen, so konnten in einigen Fällen an ihnen eine ganze Reihe von sehr interessanten morphologischen Kleinformen beobachtet werden, die durch den Austritt von mit feinem Sand vermischem Grundwasser hervorgerufen worden waren. Am schönsten waren diese Erscheinungen im unteren Siret-Tal, in der Nähe der Ortschaft Şendreni, etwa 9 km westlich von Galaţi, zu beobachten, wo wir Gelegenheit hatten, sie näher zu studieren. Im Buzăutal konnten wir ähnliche Erscheinungen in der Nähe von Gura Aninoasa beobachten. Ähnliche Bildungen sind uns auch aus der Moldau ziemlich häufig gemeldet worden, ebenso aus den Bezirken Ialomiţa und Teleorman. In der süd-

---

<sup>1</sup> ATANASIU, I. und KRÄUTNER, TH.: Vorläufige Mitteilung über das Erdbeben vom 10. November 1940. *Acad. Roum. Bul. Sect. Sci.* 24, Nr. 3, S. 207—219, Bukarest, 1941.

ATANASIU, I. und KRÄUTNER, TH.: Das Erdbeben vom 10. November 1940 in Rumänien. *Veröff. d. Reichsanst. f. Erdbebenforschung, Jena* (im Druck).

lichen Moldau wurden diese Bildungen auch von N. AL. RĂDULESCU studiert und abgebildet.<sup>1</sup>

Bei Şendreni stellten sich die Verhältnisse folgendermaßen dar: Am linken Ufer des Siret-Tales, das hier, einige Kilometer vor seiner Einmündung in die Donau, eine breite alluviale Aufschüttungsebene besitzt, die aus feinem, gelblich-weißem Sand gebildet wird und nur eine sehr dünne Bodendecke trägt, waren, infolge des Erdbebens vom 10. November 1940, eine Reihe von Spalten entstanden. Sie befanden sich gerade gegenüber der Bahnstation und des Wächterhäuschens Şerdani, an der Linie Barboşi — Galaţi. Sie liefen dem Uferrand mehr oder weniger parallel und zogen sich in relaiismäßiger Anordnung mehrere hundert Meter weit hin. Die einzelnen Spalten hatten eine Länge bis zu einigen Zehnern von Metern, im Mittel 10—20 m und eine klaffende Breite von 10—60 cm. Der gegen den Flußlauf liegende Flügel der Spalte wies in einigen Fällen eine Absenkung bis zu 10 cm auf. Einige dieser Spalten klafften bis zu einer Tiefe von etwa 80 cm, wiesen sonst aber keine Eigentümlichkeiten auf. Auf den meisten Spalten fanden sich jedoch Ablagerungen von feinem weißlich-gelblichem Sand, der durch austretendes Grundwasser an die Oberfläche gebracht wurde und sich hier in Form von Schlammströmen nach beiden Seiten der Spalten ergoß und ablagerte. Es entstanden dabei eine ganze Reihe von höchst interessanten morphologischen Kleinformen, die eine große Ähnlichkeit mit vulkanischen Bauformen aufwiesen und in einigen Fällen geradezu wie Miniaturmodelle verschiedener Vulkane anmuteten. Als Grundform fanden sich kleine flachgeböschte sandkegelartige Gebilde mit kraterförmigen Öffnungen in der Mitte, die durch mehr oder weniger dichte Aneinanderreihung alle Übergänge bis zu kontinuierlichen langgestreckten spaltenförmigen Öffnungen aufwiesen. Die Sandablagerungen, die auf den Erdbebenspalten lagen, hatten in-

---

<sup>1</sup> RĂDULESCU, N. AL.: Considérations géographiques sur le tremblement de terre du 10. Nov. 1940. *C. R. Acad. Sci. Roum.* 5, Nr. 3, S. 243—269, Bukarest, 1941.

RĂDULESCU, N. AL.: Cercetări în Moldova de Sud asupra cutremurului din 10 Noembrie 1940, *Rev. geogr. rom.* 3, fasc. 2—3, Bucureşti, 1941.

folgedessen eine mehr oder weniger elliptische Form mit zahlreichen zackigen Ausläufern und bestanden aus einer Anzahl mehr oder weniger dicht aneinander gereihter Sandkegel, die sich gegenseitig überschneiden. Die Scheitellinie dieser nur 10—20 cm hohen Sandablagerungen wurde von den kleinen kraterförmigen Öffnungen eingenommen, durch welche der Austritt des mit Grundwasser vermischten Schlammstromes erfolgt war. Diese kleinen, meist kreisrunden Kraterchen, die einen Durchmesser von 3—30 cm (in seltenen Fällen auch darüber) hatten, wiesen bei näherem Zusehen in ihrer Form, Anordnung und gegenseitigen Überschneidung eine Fülle von Kleinformen auf, die sie geradezu zu Musterbeispielen einer Kraterbildung überhaupt machten. Es fanden sich zunächst kleine kreisrunde Öffnungen, die nur 3 bis 5 cm im Durchmesser aufwiesen und senkrecht in die Tiefe gingen. Sie muteten morphologisch wie ein natürliches Modell der vulkanischen Durchschlagsröhren (Maare) an, wie sie z. B. in der schwäbischen Alb und auf der Hochfläche der Eifel zahlreich vorkommen und von W. BRANCA als „Vulkanembryonen“ beschrieben wurden.<sup>1</sup> Die sehr regelmäßige kreisrunde Form läßt vermuten, daß an diesen Stellen der Austritt des Schlammstromes mit großer Durchschlagskraft, hervorgerufen durch die plötzliche Druckentlastung bei der Spaltenbildung, erfolgte. Leider fand das Beben bei Nacht statt, so daß die Bildung dieser Kleinformen nicht direkt beobachtet worden ist.

Am häufigsten fanden sich etwas größere, 10—30 cm im Durchmesser aufweisende, meist kreisförmige, seltener unregelmäßig gestaltete Krateröffnungen, die sich nach unten trichterförmig verengten und von denen sich die Schlammströme nach allen Seiten ausbreiteten und so die Aufschüttung eines flach geböschten Kegels bewirkten. Oft war in den obersten Sandschichten eine schöne Schichtung zu sehen, die beweist, daß die Ausbrüche wiederholt stattgefunden haben. Diese morphologische Form kann als ein typisches Modell eines aus basischer, dünnflüssiger Lava bestehenden Schildvulkanes, vom hawaiischen Typus (Manua Loa

---

<sup>1</sup> BRANCA, W.: Schwabens 125 Vulkanembryonen. *Jahresh. Ver. f. vaterl. Naturkunde, Württemberg* 1894—95.

und Kilauea) gelten. In mehreren Fällen konnte beobachtet werden, daß der Kraterrand teilweise zerstört erschien und sich an dieser Stelle ein neuer Sandstrom seinen Weg nach außen bahnte. Einen Beweis für wiederholte Ausbrüche des Schlammstromes bildeten auch die öfters vorkommenden, konzentrisch ineinander geschachtelten Krater, die auch bei wirklichen Vulkanen oft ihr Gegenstück haben, so z. B. in besonders großartiger Form am Kilimandscharo, wie dies durch Flugaufnahmen MITTELHOLZER's vor einigen Jahren bekannt geworden ist.<sup>1</sup>

Die einzelnen Krater lagen meist perlschnurartig aneinandergereiht; die einzelnen Sandkegel überschnitten sich und vereinigten sich zu langgestreckten, elliptischen Sandablagerungen mit zahlreichen gezackten Ausläufern. Sehr oft lagen jedoch auch die einzelnen Krateröffnungen so eng beieinander, daß sich selbst die Kraterwände gegenseitig überschnitten, also Doppelkrater entstanden. Die Aneinanderreihung der einzelnen Austrittsstellen konnte schließlich so dicht werden, daß infolge der gegenseitigen Überschneidungen eine einzige lange Spalte entstand, die vulkanomorphologisch sehr große Ähnlichkeit mit richtigen vulkanischen Großspalten hatte, z. B. mit der allbekannten, 30 km langen „Elgdja“-Spalte auf Island.<sup>2</sup> Weitere Analogien zu isländischen Vulkanformen können auch darin erblickt werden, daß auf Island oft zahlreiche, auf einer Spalte aneinandergereihte Vulkankegel vorkommen.

Die große Düninflüssigkeit des austretenden Schlammstromes verursachte ein rasches Abfließen und ein weites Ausbreiten des geförderten Schlammmaterials, so daß die Böschungen der entstehenden Kegel sehr sanft waren. Während, wie bereits erwähnt, die Höhe der Kegel bloß 10—15 cm betrug, maßen sie im Durchmesser etwa 1—3 m. Es ergibt dies eine Böschung von 3—6°, was

---

MITTELHOLZER: Kilimandscharoflug. *Zürich* 1930. Abbildung siehe auch bei CLOOS, H.: *Einführung in die Geologie*, Berlin, 1936, S. 38.

THORODDSEN: Vulkane im nordöstlichen Island. *Mitt. d. geogr. Ges. Wien*, 34, 1891 und

SAPPER, K.: Über einige isländische Vulkanspalten. *Neues Jb. f. Min. etc. Beil. Band* 26, 1908.

ungefähr den Böschungsverhältnissen der aus äußerst dünnflüssiger, basischer Lava aufgebauten hawaiischen Schildvulkane Mauna Loa und Kilauea entspricht, die Böschungen von 2—10° aufweisen. Die aus wechsellagernden Tuff- und Lavaschichten aufgebauten Schichtvulkane weisen infolge der Verschiedenheit des Baumaterials stets viel steilere Böschungen auf.

Die Beweglichkeit eines Schlammstromes und der Böschungswinkel seiner Ablagerungen ist in erster Linie von der Korngröße des Materials abhängig. Die mikroskopische Ausmessung bei mehreren Sandproben von Şendreni ergab Korngrößen von 0,03 bis 0,4 mm, wobei Durchmesser von 0,06 bis 0,25 mm bei weitem überwogen.

Die Nachahmung vulkanischer Bauformen bei diesem mit Sand vermischten Grundwasseraustritt weist darauf hin, daß der Austritt des Schlammstromes sehr plötzlich, fast „explosiv“ erfolgt sein muß. Die Entstehung der Erdbebenspalten selbst kann auf die während des Bebens stattfindenden Erschütterungen zurückgeführt werden. Es ist möglich, daß auch die longitudinalen Verdichtungs- und Verdünnungswellen in plastischen Medien spaltenbildend wirken können. Im plastischen Medium kann wohl die Verdichtung eintreten, ohne daß jedoch die darauf folgende Verdünnung mehr möglich ist, was naturgemäß zu Zerrspalten führen muß. In anderen Fällen ist durch die Anordnung der Spalten parallel und nahe an Flußläufen klar zu sehen, daß bei der Entstehung der Spalten auch Setzungserscheinungen in den sehr mobilen sandigen Aufschüttungsebenen der Flüsse eine Rolle spielen. In diesen Talauen, in unmittelbarer Nähe des Flußlaufes, ist der Grundwasserspiegel in sehr geringer Tiefe, etwa 1 m, zu erwarten. Da der Grundwasserspiegel gegen den Flußlauf zu gewöhnlich eine Gefälle besitzt, so muß er hier unter artesischem Druck stehen. Durch das plötzliche Aufreißen von Spalten tritt nun eine Druckentlastung ein, das Grundwasser wird nach oben gepreßt und reißt den eventuell durch die Erdbebenerschütterungen bereits gelockerten Alluvionalsand mit sich empor. Wie bereits oben erwähnt, fand dieser Vorgang mehrmals hintereinander statt.

Diese Sandkegel- und Kraterbildungen scheinen bei allen größeren Erdbeben eine weitverbreitete Erscheinung zu sein, obwohl sie verhältnismäßig selten beschrieben werden. Gelegentlich früherer rumänischer Erdbeben werden sie von Bergrat SCHÜLLER in seinem Bericht über das Beben von 1838 aus dem Siret-Tal beschrieben, wobei sowohl die Spalten- als auch die Sandkegelbildungen ein viel größeres Ausmaß als am 10. November 1940 erreicht zu haben scheinen.<sup>1</sup> In den Handbüchern der Erdbebenkunde werden sie auch meistens erwähnt und hie und da auch abgebildet.<sup>2</sup>

Bei dem großen mittelanatolischen Beben vom 19. April 1938 erwähnen E. PAREJAS und HAMIT N. PAMIR ebenfalls ähnliche Sandkegel- und Kraterbildungen in den Alluvionen größerer Flüsse.<sup>3</sup>

Mit den sowohl im Siebenbürgischen Becken<sup>4</sup> als auch im rumänischen Erdölgebiet bei Berca und Beciu<sup>5</sup> bekannten Schlammvulkanen, die unter Mitwirkung von ausbrechenden Gasen entstehen, zeigen unsere Sandkegelbildungen nur geringe Ähnlichkeiten, da die Schlammvulkane eine viel beständigere Erscheinung sind und ihre Ausbrüche ziemlich häufig erfolgen. Auch ist die Böschung der Schlammvulkane meist größer. Auch in den Größenverhältnissen übertreffen sie die von uns beschriebenen Bildungen.

Wie aber ganz verschiedene Ursachen dieselbe Wirkung hervorrufen können, zeigt eine Beobachtung, die F. TRUSHEIM während des Feldzuges in Polen an dem Einschlag einer Fliegerbombe

<sup>1</sup> SCHÜLLER, G.: Raport asupra cutremurelor de pământ întâmplate în Tara Românească în anul 1838. *Bul. Soc. Reg. Rom. Geogr.* 3, 1882.

<sup>2</sup> SIEBERG, A.: Der Erdball und seine Kräfte, S. 363.

<sup>3</sup> PAREJAS, E. und HAMIT N. PAMIR: Le tremblement de terre du 19. avril 1938 en Anatolie centrale. *Publ. de l'Inst. de Géol. de l'Univ. d. Istanbul*, No. 5, Istanbul 1940.

<sup>4</sup> SCHUSTER, M.: Die Schlammquellen und Hügel bei den Reußener Teichen. *Verh. u. Mitt. d. Ver. f. Natw. zu Hermannstadt*, 32, S. 158—164, Hermannstadt 1882.

<sup>5</sup> KREJCI-GRAF, K.: Die Salsen von Berca-Beciu. *Geologische Charakterbilder*, Heft 40, Berlin 1935 und

KREJCI-GRAF, K.: Vulkanismus ohne Feuer. *Natur und Volk*, 70, S. 322 bis 329, Frankfurt, 1940.

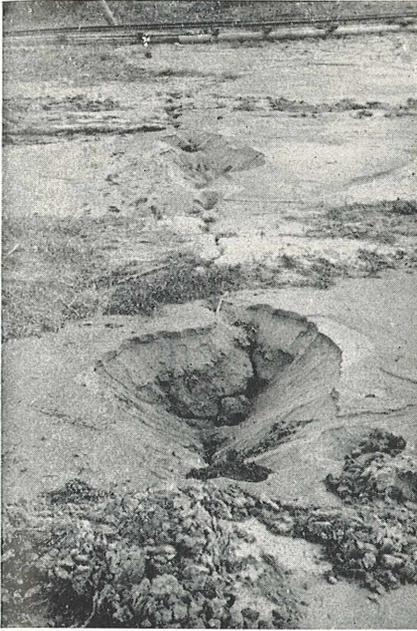


Abb. 1

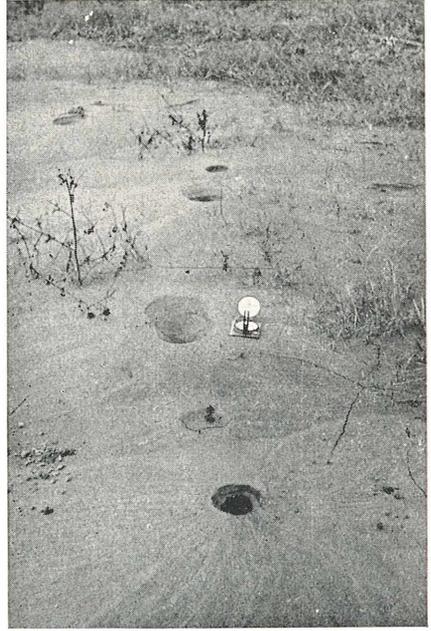


Abb. 2



Abb. 3

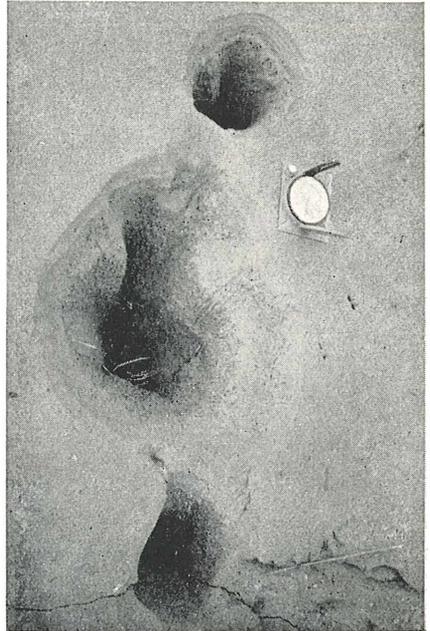


Abb. 4

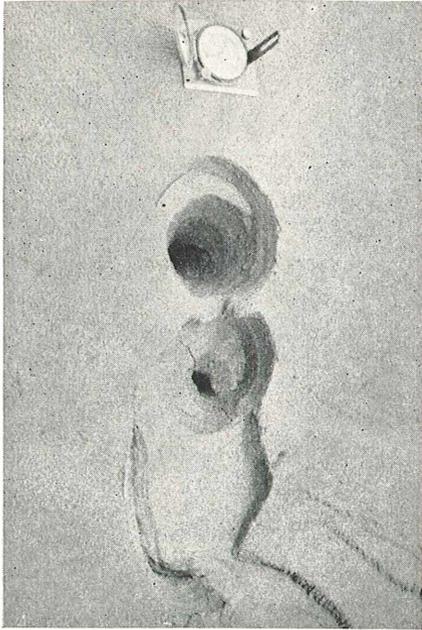


Abb. 7

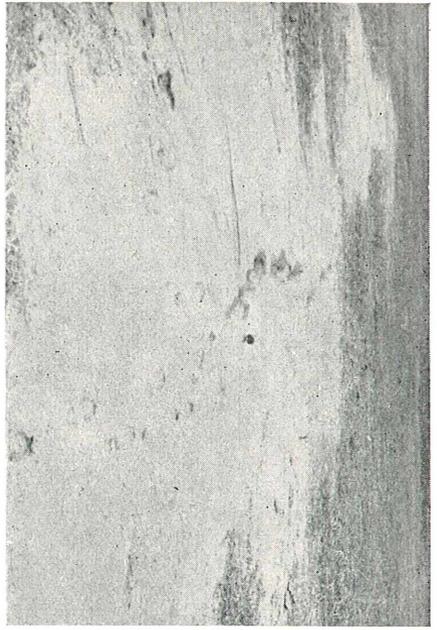


Abb. 5

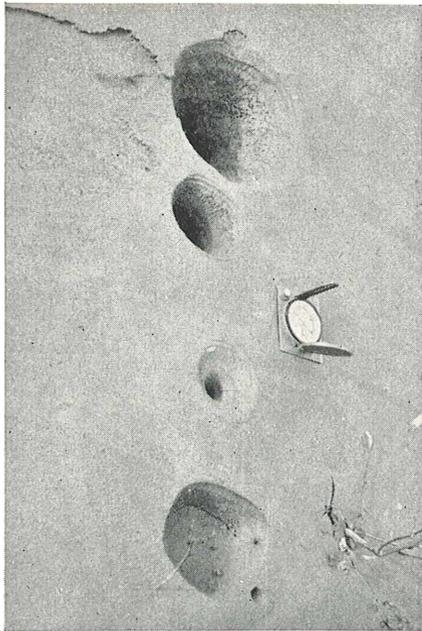


Abb. 8

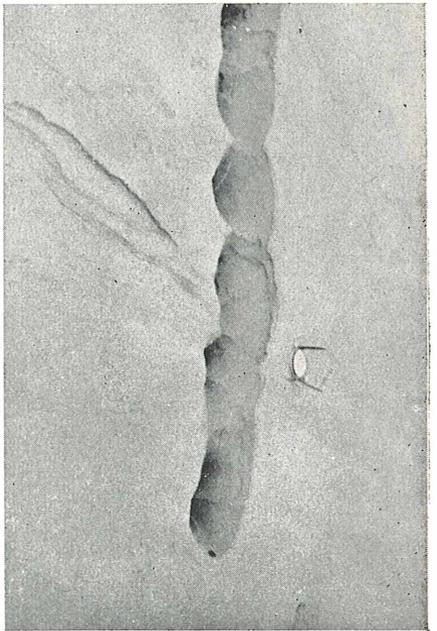


Abb. 6

zu machen Gelegenheit hatte.<sup>1</sup> Im Warthegau wurde der Aufschlag einer polnischen Fliegerbombe auf weichen, sandigen Ackerboden beobachtet, wo sich der Grundwasserspiegel in sehr geringer Tiefe (50—100 cm) befand. Um einen von einem Ringwall umgebenen Sprengtrichter rissen drei konzentrische Spalten auf, auf denen sich mit Krateröffnungen versehene Schlammkegel bildeten, die der Beschreibung und der Abbildung nach zu schließen mit den unserigen vollkommen identisch waren und auch in den Größenverhältnissen übereinstimmten. Hier wurden die konzentrischen Spalten durch eine kreisförmige Druckwelle mit nachfolgender Zugwelle verursacht und das durch die Explosion unter hohen Druck gesetzte Grundwasser drang, mit Schlamm beladen, empor. Die Bildung der Schlammkegel und das Ausfließen der Schlammströme konnte direkt beobachtet werden und dauerte etwa 10—15 Minuten.

### **Erklärung der Abbildungen:**

- Abb. 1. Erdbebenspalte mit Sandauswurf. Unregelmäßige, entlang der Spalte aufgereichte, z. T. sich überschneidende Kraterbildungen.
- Abb. 2. Sich überschneidende Sandkegel mit runden Krateröffnungen in der Mitte.
- Abb. 3. Unregelmäßige Kraterbildungen, Schichtung des ausgeworfenen Sandes.
- Abb. 4. Detailansicht einiger größerer Kraterbildungen.
- Abb. 5. Gesamtansicht einer Erdbebenspalte mit Sandablagerungen. In der Mitte Krateröffnungen.
- Abb. 6. Detail aus Abb. 5. Dicht aneinandergereihte, sich überschneidende Krateröffnungen, die fast eine zusammenhängende Spalte bilden.
- Abb. 7. Ein Doppelkrater. In jedem zwei ineinander geschachtelte Krater (wiederholte Eruption). Weg des letzten Schlammstromes (rechts) gut sichtbar.
- Abb. 8. Detailansicht einiger sehr regelmäßiger Kraterbildungen. Ganz rechts, eine kleine Durchschlagsröhre.

N. B. Der auf einigen Aufnahmen mitabgebildete Geologenkompaß dient zum Größenvergleich. Die lange Kante der Kompaßgrundplatte mißt 10 cm.

Phot. Th. Kräutner

<sup>1</sup> TRUSHEIM, F.: Fliegerbombe und Geologie, *ebendort*, 70, Heft 7, 1940.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen und Mitteilungen des Siebenbürgischen Vereins für Naturwissenschaften zu Hermannstadt. Fortgesetzt: Mitt.der ArbGem. für Naturwissenschaften Sibiu-Hermannstadt.](#)

Jahr/Year: 1941/1942

Band/Volume: [91-92\\_1](#)

Autor(en)/Author(s): Kräutner Theodor

Artikel/Article: [Sandkegel- und Kraterbildung auf Erdbebenspalten. 5-11](#)