Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 14 (1969)
Heft: 114

Artikel: Irdischer und lunarer Vulkanismus : Ergebnisse einer Reise nach Island
Autor: Sannder, Werner
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-899821

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Irdischer und lunarer Vulkanismus — Ergebnisse einer Reise nach Island

von Werner Sannder, Grafing bei München

Die Sonden vom Typ Ranger, Surveyor und Lunar Orbiter haben uns vom Mond viel Neues und Interessantes gebracht. Die alte Frage nach der Entstehung der Mondformationen ist aber immer noch nicht gelöst, ja man kann mit den Worten eines bekannten Astronomen sagen, jeder Mondforscher könne aus den Aufnahmen die Richtigkeit seiner eigenen Anschauungen herauslesen.

Aus der Fülle der Theorien heben sich zwei grosse Gruppen heraus, deren eine das pockennarbige Gesicht des Erdbegleiters aus innerlunaren Kräften (vor allem – aber nicht ausschliesslich – vulkanischen Erscheinungen) zu erklären sucht, und deren andere extralunare Ereignisse (Meteoriteneinschläge, Zusammenstösse mit Planetoiden und eventuell kleinen Kometen) zur Deutung heranzieht. Beide können nicht voll befriedigen, und es ist schwer, sich für die eine oder die andere Annahme zu entscheiden.

Zur Erklärung der zahlreichen kraterförmigen Gebilde liegt auf den ersten Blick wohl die vulkanische Theorie am nächsten. Aber obwohl man aus anderen Messungen auf dunkles, lavaartiges Ergussgestein, das die Mondoberfläche bedeckt, schliessen muss, hat man mit Recht daran Anstoss genommen, dass Grösse und Dimensionen (Querschnitt) der Mondkrater ganz andere sind als die der meisten irdischen Vulkankrater. Dabei wird allerdings fast stets der Fehler gemacht, ausschliesslich an Vulkane vom Typus des Vesuv oder des Ätna zu denken, also kegelförmige Erhebungen mit einem vergleichsweise winzigen Krater auf ihrem höchsten Punkt, und es muss daher betont werden, dass es auf Erden auch mondkraterähnliche vulkanische Gebilde gibt (Wau-en-Namus in der zentralen Sahara oder das ostafrikanische «Hochland der Riesenkrater»). Dazu kommt, dass die so vielgestaltigen als «Mondkrater» bezeichneten Gebilde ihrer Natur und ihrer Entstehungsgeschichte nach sicher nicht einheitlich sind.

Viele, hauptsächlich angelsächsische Mondbeobachter haben sich der Meteoriten-Theorie zugewandt, zumal weil wir hier in den sogenannten «Meteoriten-Kratern» schöne irdische Vergleichsobjekte haben. Wir kennen heute etwa zwei Dutzend sicher als solche festgestellte und ebensoviel zweifelhafte derartige Objekte auf der Erde, deren grösstes vielleicht das vor ca. $15 \cdot 10^6$ Jahren entstandene Ries in Schwaben (um die Städte Nördlingen und Öttingen) sein dürfte (Durchmesser 20 km)[1]). Die charakteristischen Querschnitte der Mondkrater und irdischer Meteoritenkrater stimmen zwar gut überein, doch ergeben sich Schwierigkeiten hinsichtlich ihrer Grösse und Zahl.

Die «Krater» sind zwar die auffallendsten und häufigsten Formen der Mondoberfläche, nicht aber die einzigen. Andere, die es ebenfalls zu deuten gilt, seien genannt: die grossen Ebenen (Maria), die Rillen, Kraterreihen und die meist viel zu wenig beachteten Kuppen (kuppelartige Erhebungen, die wie nicht zum Platzen gekommene Blasen aussehen und meist auf ihrem Gipfel ein erst mit starker Optik sichtbares Kraterchen tragen; schöne Beispiele davon finden sich in der Umgebung des Mondkraters Hortensius, ferner im Oceanus Procellarum)[2]); auch die nach Prof. Haffner auf Ranger-Aufnahmen entdeckten kleinen, trichterförmigen (Explosions-)Krater müssen erwähnt werden[3]), desgleichen die Strahlensysteme, von denen einige grosse und anscheinend besonders junge Mondkrater umgeben sind, und endlich die erstmals von Kozyrew 1958 mit Sicherheit festgestellten Gasexhalationen[4]).

Alle Meteoritenkrater der Erde sind mehr oder weniger gründlich vom Erdboden aus und aus der Luft vermessen und erforscht, ja ein beträchtlicher Teil derselben wurde zunächst vom Flugzeug aus entdeckt bzw. als Krater erkannt. Der englische Mondforscher P. Moore hat daher schon vor fast 10 Jahren angeregt, dass es wünschenswert sei, ein ausgedehntes, sicher rein vulkanisches Gebiet der Erde durch einen mit dem Anblick des Mondes vertrauten Beobachter aus der Luft studieren zu lassen. Unter allen irdischen Vulkanlandschaften hinreichend grosser Ausdehnung ist dafür ohne Zweifel Island am geeignetsten (auch der Rostocker Geologe Prof. K. von Bülow hat auf diese hochnordische Insel als Vergleichsobjekt hingewiesen). Ihre Grösse ist etwa gleich zwei Dritteln der westdeutschen Bundesrepublik, die 190000 Einwohner leben fast ausschliesslich in der Hauptstadt Reykjavik (100000) und in Küstennähe, während das Innere praktisch menschenleer ist. Die Insel ist geologisch jung und rein vulkanischer Entstehung; wie sie im Laufe von Jahrtausenden und Jahrmillionen durch eine nie ganz abgerissene Kette von Ausbrüchen aus dem Meere aufgebaut wurde, führte uns in den letzten

Abb. 1: Postglaziale, vulkanische Tätigkeit und Hochtemperaturgebiete in Island. Schraffur: Zonen mit postglazialer, vulkanischer Tätigkeit (nach Thorarinsson).

Jahren die neu entstandene Vulkaninsel Surtsey vor der isländischen Südküste vor Augen[5]).

Dies war der Anlass für eine vom Verfasser aus privaten Mitteln im Sommer 1965 unternommene ganz kleine und bescheidene Studienreise nach Island.

Aus *Abb. 1* sind die jungvulkanischen Gebiete Islands mit postglazialen Ausbrüchen ersichtlich; seit Ende der Eiszeit waren auf Island etwa 150 Vulkane eruptiv tätig[6]), davon mindestens 30 seit der «Landnahme» durch die Wikinger. In den letzten Jahrhunderten erfolgte etwa alle 5 Jahre ein grösserer Ausbruch[7]). Heisse Quellen und Geysire sind häufig. Die vielfältigsten vulkanischen Erscheinungen zeigt das Gebiet um den Myvatn (vatn = See) in NO-Island; er ist mit 38 km² der drittgrösste See Islands, aber nur 2 bis 4 m tief.

Da sich der Haupteinwand gegen die Annahme vulkanischer Vorgänge bei der Gestaltung der Mondoberfläche immer wieder auf die Unterschiede in den Dimensionen irdischer und lunarer Krater beruft, sei zunächst auf diese eingegangen. In der Tat zeigt das Profil der Mondkrater keine Ähnlichkeit mit dem «normalen» Profil irdischer Vulkane, wie aus *Abb. 2* hervorgeht. Sehen wir uns also in dieser Hinsicht die Vulkane Islands an. Der Südküste vorgelagert finden wir die vulkanischen Westmänner-Inseln (mit dem Helgafjell), in deren Nähe (etwa westlich) durch einen submarinen Ausbruch im November 1963 die noch 1966 tätige Insel Surtsey entstanden ist (daneben einige kleinere, z. T. wieder verschwundene Inselchen)[5]). Surtsey ist südlich von dem noch in der Eiszeit tätigen, damals subglazialen, heute erloschenen Ingulfsfjell gelegen, von dessen Fuss aus sich in südlicher Richtung eine leicht geneigte Lavadecke ins Meer erstreckt, die, soweit sie oberhalb des Meeresspiegels liegt, von Schwemmland bedeckt ist (hier liegt die Stadt Eyrarbaki, 200 Einwohner). Vermag uns auch der Surtsey-Ausbruch keine Hinweise oder Vergleichsmomente mit lunaren Erscheinungen zu geben, so gibt er uns doch ein gutes Bild von der Entstehung der Insel Island.

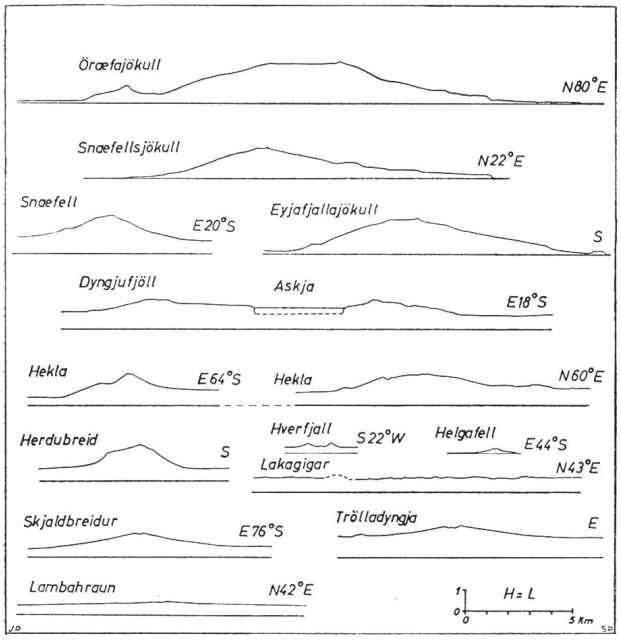

Abb. 2: nicht überhöhte Profile isländischer Vulkanberge (nach THORARINSSON).

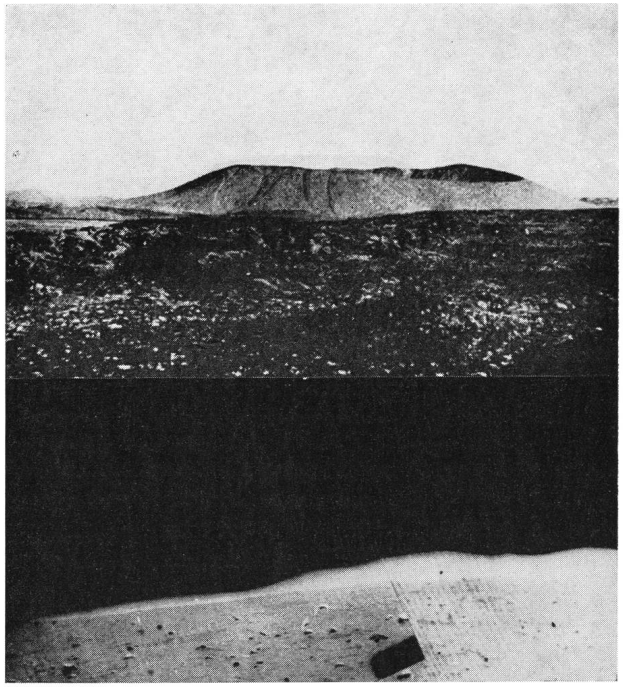

Abb. 3: Ansicht des Kraters Hverfjall (oben) und Photographie eines kleinen Mondkraters durch Lunar Orbiter 1 (unten).

Die grossen Vulkane (z. T. subglazial) im Inneren Islands zeigen uns die verschiedensten Typen nebeneinander. Für die aus sehr dünnflüssigen Laven aufgebauten Schildvulkane mit ihren ganz flachen äusseren Neigungen haben wir zwar auf dem Monde nichts unmittelbar Vergleichbares, wohl aber für andere Vulkantypen; immerhin scheinen die grossen, lavaähnlichen Flächen der Mond-Maria ihre Entstehung solch dünnem, leichtflüssigem Eruptionsmaterial zu verdanken. Die Riesen-Calderen einiger Vulkane erinnern beim Anblick aus der Luft z. T. frappierend an manche Mondkrater, und zwar nicht nur dem Querschnitt, sondern auch dem Durchmesser nach. Genannt sei vor allem der gewaltige Krater des Askja (letzter Ausbruch 1961/62). Viele kegel- und beulenförmige Erhebungen mit einem kleinen Krater zuoberst haben ihre Vergleichsstücke in den oben beschriebenen Kuppen des Mondes. Die beiden für uns wichtigsten Objekte aber sind der Lúdent und der Hverfjall, beide in der «Mondlandschaft» ostwärts des Myvatn gelegen. Beide sind geradezu typische Mondkrater, wie wir sie aus vielen Phantasiezeichnungen einer «idealen Mondlandschaft» kennen; ein Vergleich der hier wiedergegebenen Aufnahme des Hverfjall *(Abb. 3)* mit dem Surveyor-Photo eines am Mond-Horizont gelegenen kleinen Kraters sagt mehr, als sich mit vielen Worten ausdrücken lässt. In einer einmaligen, wohl nur einige Tage anhaltenden Eruption wurde der Hverfjall vor etwa 2500 Jahren aufgebaut, worauf eine mehrjahrhunderte lange Zeit starker aktiver Vulkantätigkeit im Myvatn-Gebiet

folgte. Der ihm ähnliche Lúdent dagegen scheint älter zu sein, etwa 6000 Jahre vor der Gegenwart entstanden. Die Ansammlung kleiner Kraterwälle in der Gegend von Skúturstadir (im Süden des Myvatn) ist zwar nicht primär vulkanischen Ursprungs, sondern nur sekundär (es handelt sich um sogenannte «Pseudokrater»), sie erinnert aber stark an manche kraterreichen Mondgegenden – und warum sollen in der Frühzeit der Mondgeschichte nicht ähnliche Verhältnisse geherrscht haben wie hier? Das gleiche («Pseudokrater») gilt auch für die sehr hübsche und eindrucksvolle Kraterkette im See.

Beim Flug über Island fallen – wenn einmal keine Wolkendecke den Durchblick zur Erdoberfläche verhindert – an vielen Stellen runde, mit Wasser gefüllte kleine Seen auf, die der Landschaft von oben ein mondähnliches Aussehen verleihen, worauf auch Prof. VON BÜLOW aufmerksam gemacht hat. Zwar sind sie meist nicht-vulkanischer Natur, geben aber einen guten Vergleich im Anblick. So ist dem Schreiber dieser Zeilen beim Flug von Akureyri nach Reykjavik ein solches Objekt aufgefallen, dessen Formen an den Anblick des Doppel-Kraters FAUTH auf dem Monde erinnerten.

Kleine runde Explosionskrater ohne nennenswerten Kraterwall finden sich vielfach (ein sehr schönes Exemplar ist wenig abseits des von Reisenden viel benutzten Fahrweges von der Stadt Sellfoss zum Gullfoss gelegen, *Abb. 4*). Der Verfasser hat für ein solches Gebilde die nachstehenden Werte gefunden: oberer Durchmesser 200 m, kein deutlicher Kraterwall, Abfall nach innen ca. 60°, am Boden des Trichters ein kleiner See mit kristallklarem Wasser. Diese Gebilde sind sicher vulkanisch und durch einen einmaligen explosionsartigen Ausbruch entstanden, sind also den Maaren der Eifel verwandt (schöne Maare finden sich auch beim Myvatn). Diese Explosionskrater haben ihr charakteristisches Gegenstück in den kleinen trichterförmigen Kratergebilden, die uns, wie oben ausgeführt, aus Ranger-Aufnahmen bekannt geworden sind.

Typisch für Island sind die Spaltenausbrüche, bei denen die Eruptionsprodukte nicht aus einem Schlot ausgeworfen werden, sondern aus einer unter Umständen kilometerlangen Spalte oder einer perlschnurartigen Kette von Einzelkratern (auch der berühmte Vulkan Hekla – letzter Ausbruch 1947 – erscheint nur von Süden gesehen als Kegel, während er sich vom Flugzeug aus oder von der Seite betrachtet als ein langgestreckter Rücken darstellt, der sich über einer Spalte aufgebaut hat). Die berühmteste Spalte ist die des Laki, dessen grosser Ausbruch von 1783 zu den verheerendsten Vulkankatastrophen, die sich in geschichtlicher Zeit jemals irgendwo zugetragen haben, zählt. Sie besteht aus einer Aneinanderreihung von etwa hundert kleinen Kratern bei einer Gesamtlänge von 25 km und gleicht damit vollkommen den Kraterketten des Mondes (das andere Extrem bildet eine kleine nur 10 m lange Spalte mit Kraterchen von nur 12 bis 100 cm Durchmesser; sie wurde von THORODDSEN in der Gegend des Sveinagjá in Nordisland aufgefunden)[8].

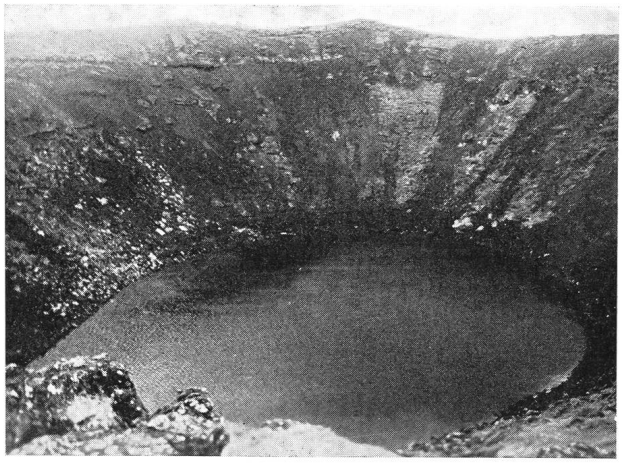

Abb. 4: Der Explosionstrichter liegt etwa halbwegs zwischen Sellfoss und Gullfoss, vielleicht etwas näher an Sellfoss (foss = Wasserfall). Sellfoss, 2000 Einwohner, ist die Hauptstadt von Südisland am Unterlauf des Hvita. Gullfoss = «Goldener Fall» ist der berühmteste Wasserfall.

Die als Rillen bezeichneten Gebilde sind für die Mondoberfläche charakteristisch, aber wahrscheinlich nicht einheitlicher Natur. Einen grossen Teil derselben sollte man besser als Kraterketten bezeichnen, da sie – wie die Kraterketten Islands – aus einer perlschnurartigen Aneinanderreihung kleiner Krater bestehen. Zwei besonders schöne Beispiele finden wir ostwärts des Myvatn: die Spalten Threngslaborgir und Lúdentborgir – man vergleiche die Karte des ersteren *(Abb. 5)* etwa mit der Hyginus-Rille des Mondes! Die «eigentlichen» Rillen auf dem Monde scheinen aber tektonische Spalten zu sein, wie sie auch auf Island in grosser Zahl vorkommen.

Schwache Äusserungen eines sterbenden Vulkanismus auf dem Mond in Gestalt von Gas-Exhalationen wurden zum ersten Mal mit Sicherheit 1958 von KOZYREW photographisch und spektrographisch beobachtet und untersucht (es liegen jedoch zahlreiche ältere Wahrnehmungen ähnlicher Art vor). Auch viele in Mondkratern festgestellte Leuchterscheinungen, denen in jüngster Zeit erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt wurde, dürften in derartigen Vorgängen ihre Ursache haben; auch gelegentliches Auftreten von Verfärbungen (wie beim KOZYREWschen Gasausbruch im Alphonsus von verschiedenen Beobachtern festgestellt)[9], gehört hierher. Island, das Land der Geysire und der heissen Quellen, ist reich an solchen Gasausblasungen *(Abb. 6,)* die sich am zahlreichsten im SW der Insel im Gebiet des Haukadalur und am schönsten, formen- und farbenreichsten nordostwärts des Myvatn im Namafjall finden (nach Prof. THORARINSSON gibt es zurzeit auf Island 13 Solfatarengebiete)[10]. Über-

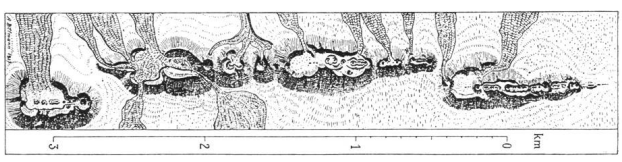

Abb. 5: Teil der Kraterkette Threngslaborgir (nach RITTMANN).

Abb. 6: Im jungvulkanischen Gebiet ostwärts des Myvatn sind heisse Quellen und Gasexhalationen häufig. In ihrer Nähe finden sich Sinter-Abscheidungen und Verfärbungen des Gesteines.

all dringen dort, auf eine weite Fläche verteilt, aus den Spalten des Bodens heisse Dämpfe hervor (die Hauptstadt Reykjavik, die sich die «Stadt ohne Rauch» nennt, wird ausschliesslich mit Wasser aus heissen Quellen beheizt). Der etwas federnde Boden fühlt sich warm an (50–60°) und die Wärme dringt sogar durch die Sohlen fester Bergstiefel. Auch das abfliessende Wasser ist «gut handwarm», es überzieht alle Steine mit einer oft perlmutterartig glänzenden Sinterschicht. Solche Vorgänge können sehr wohl gelegentlich zu Farbänderungen oder Leuchterscheinungen in Mondkratern führen.

Besonders erwähnen müssen wir schliesslich die grossen Lava-Ebenen Islands, deren berühmteste die Ebene Thingvellir ist, wo sich seit dem Jahre 930 die freien Männer des Landes alljährlich zum Althing versammelten, um über die Geschicke der Insel zu beraten (ältestes Parlament der Erde!). Aber noch viel lehrreicher sind die Lavaflächen in der Umgebung des Myvatn, der überhaupt das Eldorado der Vulkanologen ist. Das am Nordufer des Sees gelegene Lavafeld entstammt den berüchtigten Myvatn-Feuern von 1725–29, ist also noch jung, während die grössere und durch ihre bizarren Erstarrungsformen des ausgeflossenen Gesteines berühmte Lava-Wüste Dimmuborgir etwa um die Zeit Christi entstanden ist. Ganz ähnlich, aber vielleicht nicht so wild zerklüftet wie das Dimmuborgir-Gebiet, müssen wir uns die grossen Ebenen (Maria) des Mondes vorstellen, die anscheinend einer grossflächig ausgebreiteten dünnflüssigen Lava ihr Dasein verdanken. Ein Gang über diese Landschaft ist höchst beschwerlich und anstrengend, und auch ein Gang über die Mondoberfläche wird an die künftigen Astronauten – noch dazu in ihren schweren Schutzanzügen! – trotz der geringen Schwere erhebliche Anforderungen stellen. Es ist daher verständlich, dass die für die Mondlandung vorgesehenen amerikanischen Weltraumfahrer auf Island einer Schulung für ihre künftigen Aufgaben unterzogen werden.

Island ist zwar das grösste rein vulkanische Gebiet der Erde und für den Vergleich mit dem Mond vermutlich auch das geeignetste, aber auch andere Gegenden dürften uns Ähnliches lehren. Die als Vergleichsobjekt meist herangezogenen Phlegräischen Felder sind, weil flächenmässig zu klein, weniger geeignet, um uns Fingerzeige zu geben, dagegen wird – neben anderen Gebieten – in erster Linie Hawaii für weitere Untersuchungen Möglichkeiten bieten. Gründliche Arbeiten hierzu sind erwünscht. Die vom Verfasser unternommene Reise konnte natürlich keine Ergebnisse bringen, sondern darf höchstens als bescheidener «Vorversuch» gewertet werden.

Der Mond gilt im allgemeinen als toter Himmelskörper. Nur noch letzte schwache Reste vulkanischer Tätigkeit treten ab und zu in Form von Gasexhalationen auf, zum Ausfliessen glühend-flüssiger Massen ist es dagegen anscheinend schon seit sehr langer Zeit nicht mehr gekommen, doch muss es als erwiesen gelten, dass vulkanische Vorgänge der verschiedensten Art in der Lebensgeschichte unseres Begleiters eine entscheidende Rolle gespielt haben. Trotzdem wäre es eine unbegründete Einseitigkeit, wollte man diese allein gelten lassen. Selbstverständlich muss es auf einem Himmelskörper wie dem Erdmond – besonders in einem frühen Entwicklungsstadium des Sonnensystems – zum Niedergang grosser Meteorite und damit zur Bildung von Meteoritenkratern gekommen sein. Welche der beiden Möglichkeiten – Meteoriten-Einschläge bzw. vulkanische Vorgänge – in den einzelnen Phasen der Entwicklungsgeschichte des Mondes überwiegend wirksam war, werden spätere Untersuchungen zu klären haben.

Literatur:

1) Ekkehard Preuss: Das Ries und die Meteoritentheorie. Fortschr. d. Miner. *41* (April 1964) S. 271–312.
Ekkehard Preuss: Das Ries bei Nördlingen und die Bildung von Meteoritenkratern. Fortschr. d. Miner. *40*.

2) Philipp Fauth: Unser Mond, neues Handbuch für Forscher. Breslau, 1936, S. 397 402.

3) Hans Haffner: Altes und Neues über die Struktur der Mondoberfläche. Physik. Blätter, 21. Jg., Heft 10.

4) Aus der Vielzahl der Mitteilungen seien genannt: Gasausbruch auf dem Mond? ORION *5* (1959) Nr. 64, S. 623. M. Eichhorn in Die Sterne 35. Jg. (1959) S. 85 (dort weitere Literatur).

5) Thorleifur Einarsson: Der Surtsey-Ausbruch. Naturw. Rdsch. 20. Jg. (Juni 1967) S. 239–247.

6) Sigurdur Thorarinsson: Die Vulkane Islands. Naturw. Rdsch. 13. Jg. (März 1960) S. 81–87.

7) Gudmundur Thorlaksson in «Island 1965», herausgegeben von der Flugféllag (Icelandair).
Werner Sandner: Verzeichnis der Vulkanausbrüche auf Island 1700–1956. Polarforschung *3*, S. 140f.

8) Neumayr-Suess: Erdgeschichte, 1. Band, 3. Aufl., Leipzig und Wien 1920, S. 101.

9) Ludwig von Bartha: Beobachtungen im Mondkrater Alphonsus. Die Sterne, 35. Jg. (1959) S. 160 (dort auch weitere Literatur).

10) Sigurdur Thorarinsson: Über die Geologie Islands. Herausgegeben von der Icelandair, 2. Ausgabe, 1965.

Wir danken der Wissenschaftlichen Verlagsgesellschaft m.b.H., Stuttgart, bestens für die Bewilligung zur Publikation der *Abb. 2* und *5* aus der Naturw. Rdsch., 13. Jg. (1960).

Adresse des Verfassers: Dr. rer. nat. Werner Sandner, D-8018 Grafing-Bahnhof, Brünnsteinstrasse 9, BRD.