Das Nördlinger Ries : ein Meteoritenkrater

Autor(en): **Lüthi, W.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **44 (1986)**

Heft 213

PDF erstellt am: **04.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-899140

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Das Nördlinger Ries - ein Meteoritenkrater

W. LÜTHI

Einleitung

Heute ist allgemein bekannt, dass in der Vergangenheit nicht nur die Oberfläche des Mondes, sondern auch die der Erde von Meteoriten, Asteroiden und Kometen bombardiert wurde. Im Laufe der letzten Jahrmilliarde dürfte die Erdoberfläche etwa tausendmal, also einmal pro Jahrmillion von einem grösseren Himmelskörper getroffen worden sein. Die Geschosse aus dem Weltraum sind, von der Erdatmosphäre weitgehend ungebremst, mit kosmischer Geschwindigkeit auf der Erdoberfläche aufgeschlagen und haben dabei grosse Kraterstukturen hinterlassen.

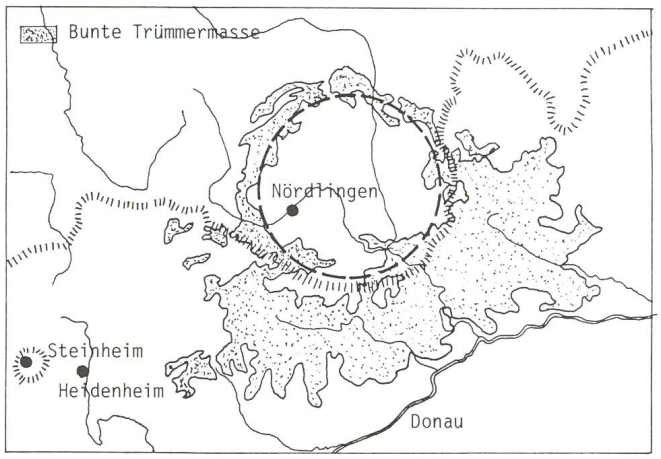
Die Erforschung der irdischen Meteoritenkrater erfuhr durch die Weltraumfahrt einen starken Aufschwung. Gegenwärtig sind auf der Erdoberfläche etwa 230 sichtbare und vermutete Einschlagkrater bekannt [1] [2]).

Die Mehrzahl der irdischen Meteoritenkrater weisen ein Alter von Jahrmillionen auf. Der älteste bekannte Meteoritenkrater, Vredefort in Südafrika, ist nahezu 2 Milliarden Jahre alt. Der Krater Canon Diabolo, Arizona USA, ist dagegen mit seinen 40000 Jahren ein ausgesprochen junger Krater.

Stellt man den Durchmesser der Meteoritenkrater ihrem Alter gegenüber, wird ersichtlich, dass die grössten Krater zugleich auch zu den ältesten gehören [3]). Diese Tatsache deutet darauf hin, dass das zuerst heftige Bombardament in jüngerer Zeit abgenommen hat und später nur noch kleinere Krater entstanden sind.

Zur Geschichte der Riesforschung

Die einzigartige geologische Erscheinung eines Meteoritenkraters kann in besonders ausgesprägter Art und Weise im Nördlinger Ries studiert werden. Das Nördlinger Ries liegt an der Grenze zwischen Schwäbischer und Fränkischer Alb, eingebetet in eine hügelige Umgebung, etwa in der Mitte des Städte-Dreiecks München-Stuttgart-Nürnberg. Das Ries ist eine annähernd kreisrunde Ebene von 20-25 km Durchmesser und ist rund 100 m tief in die umliegende Landschaft eingesenkt.



Karte des Nördlinger Rieses

Die auffällige Erscheinung des Rieses weckte bereits im 18. und 19. Jahrhundert die Aufmerksamkeit der Naturforscher. Sie versuchten, das Riesphänomen mit vulkanischen Ereignissen in Verbindung zu bringen. Ein *Riesvulkan* sollte die Juratafel angehoben, zertrümmert und schliesslich Asche und Bomben gefördert haben, die zu Suevit wurden, einem Gestein, das in der näheren Umgebung des Nördlinger Reises vorkommt.

Um die Jahrhundertwende versuchten andere Forscher die Rieserscheinung als *Gletscherwirkung* zu erklären. Die umliegenden Trümmermassen wurden als Moränenschutt, die Schliff-Flächen als Gletscherschliff gedeutet.

Viele Jahre unwidersprochen blieb die *Hebungs-Explosionstheorie.* Es wurde angenommen, dass ein Hochdringen von Magma den Boden des Rieses zu einem Riesberg angehoben hat, von dem dann Gesteinsschichten abgeglitten und zerbrochen sind und sich dabei zu einer bunten Breccie vermischt haben. Das Eindringen von Sickerwasser in Spalten und Klüften soll dann zu einer Dampfexplosion geführt haben, durch die Gesteinsmassen ins Vorries hinausgeschleudert wurden.

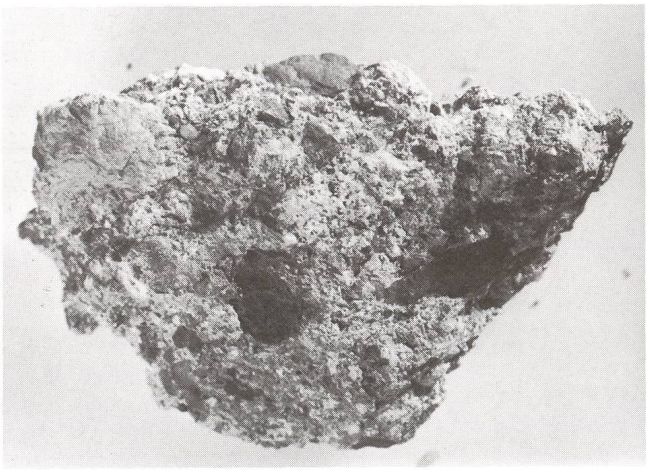
Bis etwa 1960 war die reine vulkanische *Sprengtheorie* nahezu unbestritten. Sie ging davon aus, dass aus der Tiefe vorgedrungenes glutflüssiges Gestein mit Grundwasser zusammengertroffen war und dass es dabei zu einer gigantischen Wasserdampf-Explosion gekommen sei, die den Ries-Kessel bildete.

Die grosse Wende in der Riesforschung kam 1961. Mit der Entdeckung von Ceosit und Stishovit, einer Hochdruckmodifikation von Quarz im Nördlinger Ries stand plötzlich wieder die *Meteoriteneinschlagstheorie* im Vordergrund. Kurz zuvor waren Ceosit und Stishovit auch im Arizona-Krater gefunden worden.

Bereits im Jahre 1936 setzte sich O. Stutzer intensiv mit der Meteoriteneinschlagstheorie auseinander[4]). Stutzer verglich die Erscheinungsform des Meteorkraters in Arizona mit derjenigen des Nördlinger Rieses und kam dabei zum Schluss, dass nicht Vulkanismus, sondern nur ein Meteoriteneinschlag als Ursache der Bildung des Rieses in Frage kommen konnte.

Die Darstellung Stutzers stiess auf heftige Kritik. A. Benz aus Berlin meinte: «Einen Haupteinwand sehe ich ferner darin, dass in den Auswurfmassen des Rieses in der sogenannten "Bunten Trümmermasse", Spuren von Meteor-Eisen vollkommen fehlen. Mit dem Hinweis auf die leichte Oxydierbarkeit des Eisens wird dieses Fehlen nicht erklärt, da ja dann immer noch die Oxydations-Produkte vorhanden sein müssten. Auf der anderen Seite enthalten diese Auswurfmassen völlig unveränderte Schichten des Jura, die nur mechanische Beeinflussung, so z.B. das bekannte Zerknicken von Belemniten, erkennen lassen. Es ist undenkbar, dass die bei einem solchen Riesenmeteor vorauszusetzende zerspratzte Masse spurlos verschwunden sein soll, während die zarten Schälchen von Muscheln, Ammoniten usw. mit allen Feinheiten erhalten geblieben sind. Auch die Annahme eines Stein-Meteoriten hängt völlig in der Luft, da noch niemand in der "Bunten Trümmermasse" auch nur die geringsten Spuren von Gesteinen kosmischen Ursprungs gefunden hat.»

Belemniten aus dem Steinbruch bei Gosheim
Bei der Rieskatastrophe wurden die Belemniten zertrümmert, die Bruchstücke blieben aber beisammen und wurden über die Jahrmillionen wieder zusammen verkittet. Leider wurde der Steinbruch bei Gosheim grösstenteils wieder aufgeschüttet, so dass die reiche Fundstätte versiegt ist.



Gesteinsstück aus der Bunten Trümmermasse

So könnte der Ablauf der Katastrophe gewesen sein

Vor rund 15 Millionen Jahren raste ein Steinmeteorit von vielleicht 600 m Durchmesser mit kosmischer Geschwindigkeit aus dem Weltraum auf die Erde zu. Nahezu ungebremst durchschlug der riesige Gesteinsbrocken aus vermutlich westlicher Richtung die Erdatmosphäre und durchborte die Sediment- und Kristallgesteine zwischen der Schwäbischen und Fränkischen Alb bis zu einer Tiefe von einem Kilometer.

Im Einschlagszentrum entstand durch die Stosswelle ein Druck von bis zu 10 Millionen Atmosphären, der radial nach aussen stark abfiel, jedoch in etwa 4 Kilometer Entfernung immer noch 100000 Atmosphären betrug. Der starke Druck komprimierte das Gestein und den Himmelskörper auf rund einen Viertel ihres ursprünglichen Volumens. Er bewirkte zudem blizartig eine extrem starke Erhitzung des Gesteins auf 30000°C. Unter diesen extrem hohen Temperaturen verdampfte der einschlagende Himmelskörper völlig, mit ihm auch vier bis fünf Kubikkilometer Gesteinsuntergrund. 20 bis 60 Millisekunden nach dem Aufprall setzte eine explosionsartige Druckentlastung ein. Dadurch wurde geschmolzenes und zertrümmertes Gestein aus der Tiefe von bis zu etwa 3 Kilometern mit hoher Geschwindigkeit herausgeschleudert. Der Auswurf von Gesteinsmassen dauerte nur wenige Sekunden. Bis in eine Höhe von mindestens 20 Kilometern reichte die Gesteinswolke. Aus ihr prasselten die festen Bestandteile in den Krater und seine Umgebung zurück. Ein grosser Teil des geschmolzenen und verglasten kristallinen Grundgebirges fiel wiederum in den Krater und in seine Randgebiete zurück. Dieses Material verfestigte sich dann zum sogenannten Suevit. Insgesamt wurden etwa 150 Milliarden Kubikmeter Gestein ausgeworfen, das als «Bunte Trümmermasse» bis 40 Kilometer weit ins Umland gestreut wurde. Zu den Trümmermassen gehören auch gewaltige zum Teil deformierte Gesteinsbrocken, die Sekunden nach dem Einschlag aus dem Krater nach aussen auf das Vorland geschoben wurden und dabei Schleifspuren hinterlassen haben. Durch Rückfederung und Ausgleichsbewegungen erhielt der Rieskessel seine heutige Grösse. Ablagerungen des sich später bildenden Kratersees füllen den rund 600 Meter tiefen Krater zum Teil auf. Der See bestimmte im allgemeinen die heutige Landschaft des Nördlinger Rieses.

Steinbruch bei Gosheim
Die Kleinfaltung ist auf den auswärts gerichteten Bewegungsvorgang beim Einschlag des Meteoriten zurückzuführen. Diese Deformationen sind nur unter einem gewissen allseitigen Druck möglich, welcher sich vermutlich am Kraterhang besonders ausgewirkt hat.

Bis 1973 war nicht bekannt, ob es sich um einen Eisen- oder Steinmeteorieten oder sogar um einen Kometen gehandelt hat. Mit den Forschungsborungen in der Nähe von Nördlingen konnte der Beweis erbracht werden, dass es sich beim Einschlagenden Himmelskörper um einen Steinmeteoriten gehandelt haben muss. In Tiefen von 602 bis 618 m fanden die Forscher mikroskopisch feine Lamellen aus Eisen mit hohem Chrom- und Nickel-Gehalt und Spuren von Kobalt, Silizium und Kalzium.

Die Geologie des Kraters

Dem aufmerksamen Besucher des Nördlinger Rieses fallen, abgesehen von der kraterähnlichen Form, Spuren einer starken Zerstörung der Jurakalke auf. Die regelmässige Lagerung in fast waagrechten Schichten, die sonst beim Jurakalk üblich

Blick vom südlichen Kraterrand auf die Riesebene

ist, fehlt grösstenteils. Das Gestein ist in seinem inneren Gefüge so vollständig zerstört, dass es nur noch als Schotter für den Strassenbau verwendet werden kann. An einzelnen Stellen im Ries sind die Schichten zum Teil noch erhalten, doch liegen sie schräg oder sind übergekippt. In Steinbrüchen am Riesrand oder in der näheren Umgebung des Rieses findet der Besucher eine Umlagerung der Gesteinsschichten. Auf erdgeschichtlich

Kiesgrube Ziswingen
Der Steinbruch zeigt verschiedene Zerstörungsgrade des Weissjura. Zum Teil ist noch eine Schichtung erkennbar. An einzelnen Stellen ist das Gestein jedoch völlig zertrümmert.

jungen Schichten, wie Weissjura, liegen Gesteine weit älterer Entstehung, wie Braunjura, Keupertone oder sogar Granite des Grundgebirges.

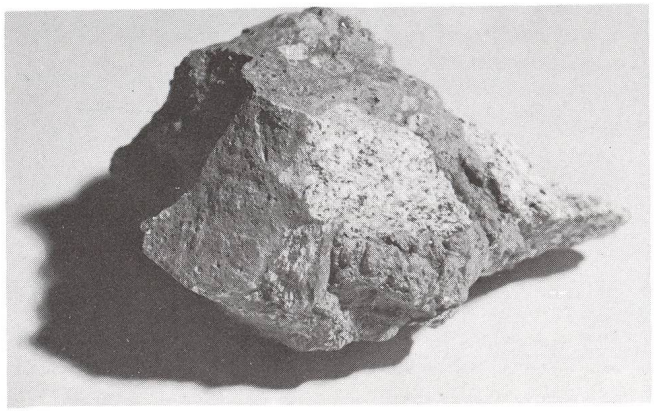
Verschiedentlich sind die Kontaktflächen zwischen jüngeren und darüber liegenden älteren Gesteinsschichten geglättet oder geritzt. Die Schrammen weisen von der Mitte des Rieses nach aussen. Die sogenannten *Schliff-Flächen* weisen darauf hin, dass ein Grossteil der Auswurfmasse nicht ballistisch, sondern nach der Roll-Gleit-Transportart, aus dem Krater transportiert worden ist.

Während des Auswurfvorgangs wurde das Gestein verschieden tiefer Schichten bunt miteinander vermischt. Dieser Vorgang führte zu der sogenannten *Bunten Trümmermasse,*

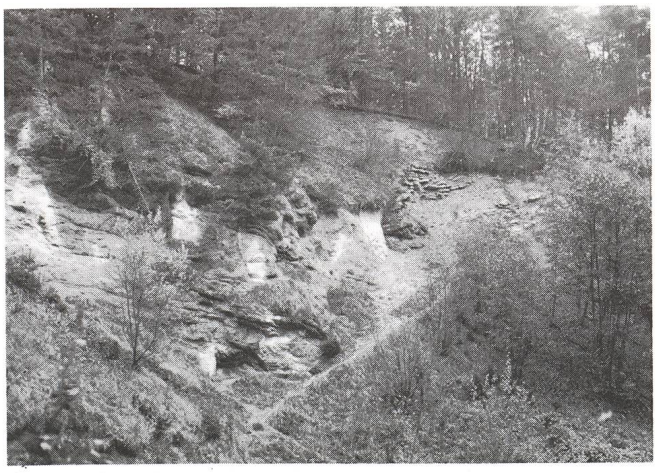
Schliff-Flächen im Steinbruch bei Holheim
Im Steinbruch Holheim sind die Schliff-Flächen sehr schön aufgeschlossen. Der Hammerstiel verdeutlicht die kraterauswärtsweisenden Striemen.

Glasbombe aus dem Suevit von Otting
Die dunklen Glasbomben im Suevit sind im zähflüssigen Zustand ausgeworfen worden und wurden dabei verformt.

die bis zu einer Entfernung von 40 Kilometern vom Kraterzentrum entfernt festgestellt werden kann. Die Bunte Trümmermasse besteht vorwiegend aus dem sedimentären Deckgebirge. Die einzelnen Trümmerstücke reichen von feinem Gesteinsstaub bis zu Brocken von 1 km Durchmesser.



Suevit von Polsingen
Der zum Teil graue, zum Teil aber auch rote Suevit von Polsingen unterscheidet sich von allen anderen bekannten Sueviten. Er ist sehr reich an grossen Einschlüssen kristalliner Gesteinsfragmente, die vorwiegend stark geschockt sind. Er enthält keine Glasbomben (Fladen) und auch keine Sedimente. Die ganze, partieweise schaumige Grundmasse ist möglicherweise aus einer Schmelze hervorgegangen, die vollständig rekristallisiert ist und im wesentlichen aus feinkörnigem Feldspat besteht. Die rote Farbe führt von feinverteiltem Hämatit her. Die Kristallineinschlüsse zeigen im Gegensatz zu solchen aus normalem Suevit starke Rekristallisationserscheinungen, die auf eine sehr langsame Abkühlungsgeschwindigkeit des Suevits von Polsingen schliessen lassen.



Suevitbruch Altenbürg
Die vulkanische Sprengtheorie deutete dieses Suevitvorkommen als einen Vulkanschlot. Bohrungen ergaben in 20 m Tiefe Bunte Trümmermassen oder Weissjuragries, aber keine Fortsetzung des Suevits und somit auch keinen Vulkanschlot. Der Weissjura ist an der Berührungszone durch Hitze (500°—900°) verändert.
Der Suevit weist eine gelbliche Farbe auf und enthält Glasbomben und Bruchstücke aller Gesteinsarten des Rieses und seines Untergrundes. Das Bild zeigt rechts Suevit mit steilem Kontakt an gebankte Malm-Gamma-Kalksteine.
Der Suevitbruch ist auch historisch interessant. Hier wurden die Steine für die grossen Bauten des Mittelalters, wie die St. Georgskirche (erbaut 1427 — 1505), das Rathaus, die Stadttore und Teile der Stadtmauer, gebrochen.

Das interessanteste Gestein des Rieses ist der *Suevit.* An über 130 Stellen innerhalb und ausserhalb des Rieses ist dieses einzigartige Gestein zu finden. Der Suevit (Schwabenstein — lateinisch suevia für Schwaben) ist mit Impakt-Brecciengestein von der Mondoberfläche zu vergleichen. Für den Suevit bezeichnend sind seine beim Einschlag neu gebildeten glasigen Aufschmelzprodukte (Gläser, Flädle), die in der Grundgebirgs-Matrix eingebettet sind. Früher glaubte man, der Suevit sei aus den Schloten eines Riesvulkans als feurigflüssige Masse aus dem Erdinnern gefördert worden. Der Suevit fiel als letztes Auswurfsprodukt auf die vorher abgelagerten Bunten Trümmermassen. Der Suevit galt in früheren Zeiten als hochgeschätzter Baustein. So wurde unter anderem im 12. Jahrhundert das romanische Münster in Heidenheim mit Suevit erstellt. Auch die spätgotische St. Georgskirche in Nördlingen wurde aus Suevit gebaut. Der Suevit steht heute im Zentrum des wissenschaftlichen Interessens, weil an ihm der Einschlag-Charakter des Rieses erarbeitet werden konnte. Das Nördlinger Ries hat wesentliche Erkenntnisse für die Erforschung der Impaktstrukturen auf der Erde gebracht. Im Jahre 1970 absolvierten die Apollo-14-Astronauten ein geologisches Feldtrainig im Nördlinger Ries. Das Nördlingen Ries stellt einen Modellfall dar, welche Auswirkungen Asteroideneinschläge auf die Mond- oder Planetenoberfläche haben können.

Literatur

1) J. Classen, Catalogue of 230 Meteorite Craters, thereto of 78 erroneons objects, Veröffentlichung der Sterwarte Pulsnitz Nr. 12 (1977)

2) J. Classen, Maps of 230 Meteorite Craters, thereto of 78 erroneons objects, Veröffentlichung der Sternwarte Pulsnitz Nr. 13 (1977)

3) Dr. W. Sander, Studien über Meteoritenkrater, Sirius 79/80, Starkenburger-Sternwarte, August 1980

4) O. Stutzer, (1936) «Meteor Crater» (Arizona) u. Nördlinger Ries, Z. Deut. Geol. Gess. 88, 510-523

5) Geologica Bavarica 76, München 1977

6) Julius Kavasch, Mondkrater Ries — Ein geologischer Führer, Auer, 3. Auflage 1979

7) Chao, Hüttner, Schmidt-Kaler, Aufschlüsse im Ries-Meteoriten-Krater, Bayer. Geologisches Landesamt, Münschen 1978, mit geologischer Übersichtskarte 1:100000.

Adresse des Autors
Werner Lüthi, Eymatt 19, CH-3400 Burgdorf

FOR SALE!!!
A book collection on the History of Selenography consisting of 1150 titels: 11 books published before 1700; 19 before 1800; many rarities! 263 books and reprints before 1920; 170 books and reprints since 1921; 687 paperbounded photocopies of old books and reprints; 1 MS Autograph of Gruithuisen (about 1810); Futhermore 27 rare old astronomical prints but not refering to selenography. 1 MS 1665. Place of delivery Middle-Europe, place of payment Swiss. Asking price 60.000.— SwFrs.
Information under box number:
ORION 10, K. Märki, CH-3414 Oberburg