

A

Die Ries-Katastrophe Impaktzentrum

Größe des Asteroiden:	ca. 1 km Durchmesser
Impaktenergie:	entsprechend 250000 Hiroshima-Bomben
Geschwindigkeit des Asteroiden:	ca. 70000 km/h
Maximaler Druck:	4 Millionen bar
Maximale Temperatur:	einige 10000 Grad
Höhe der Glutwolke:	ca. 30 km
Bewegte Gesteinsmassen:	ca. 1000 km ³
Dauer des Kraterwachstums:	20 - 30 Sekunden
Ende aller schnellen Bewegungen:	nach einigen Minuten
Tiefe des Kraters:	max. ca. 4 km; am Ende ca. 500 m
Auswurfweite:	Reutersche Blöcke bis 70 km, Moldavite bis 400 km

(Nach Päsches & Schieber)

Entstehungsgeschichte:

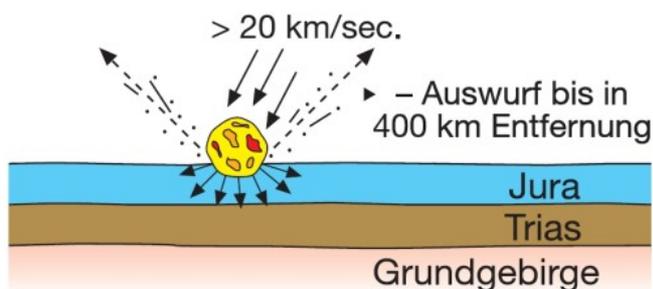
Die wohl außergewöhnlichste geologische Struktur Bayerns ist der kreisrunde Kessel des Rieses. Mit einem Durchmesser von 25 km durchbricht er den langgestreckten Zug der Schwäbisch-Fränkischen Alb. Außergewöhnlich ist auch seine Entstehung: wie wir heute wissen, durch den Einschlag (Impakt) eines Großmeteoriten (Asteroiden) im Jungtertiär. Die auffällige Erscheinung des Rieses und seine rätselhaften Gesteine sowie deren Lagerung haben fast zwei Jahrhunderte hindurch Generationen von Forschern beschäftigt. Dabei wurden verschiedene, meist auf vulkanischen Kräften begründete Erklärungsversuche gegeben.

Die moderne Phase der Riesforschung begann 1961 mit der Entdeckung einer neuen Hochdruckmodifikation des Quarzes (Coesit) im Rieskrater durch E. M. Shoemaker & E.T.C. Chao. Bald wurden noch weitere Mineralumwandlungen entdeckt, die ausschließlich unter sehr hohen Drücken und Temperaturen entstanden sein können. Derartige Bedingungen treten nur beim Einschlag von großen Meteoriten auf. Nach neueren Erkenntnissen hat sich diese gewaltige Katastrophe vor etwa 15 Millionen Jahren innerhalb weniger Minuten abgespielt. Beim Einschlag des Großmeteoriten wurden etwa 150 km³ Gestein ausgeworfen. Bis in eine Entfernung von etwa 50 km wurden dabei die chaotisch durchmengten Gesteinstrümmer abgelagert. In wenigen Minuten haben diese sog. Bunten Trümmermassen die Talformen aufgefüllt und eine gänzlich neue Landschaft von nahezu 7000 km² Ausdehnung geschaffen. Im Umkreis von 100 km oder mehr war alles pflanzliche und tierische Leben bereits durch die enorme Druck- und Hitzewelle ausgelöscht.

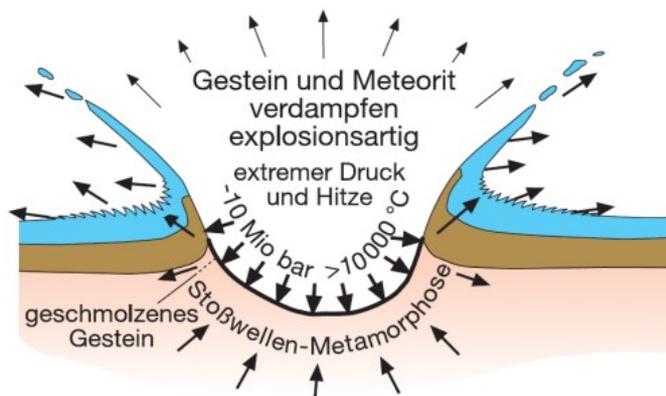
Dieser Eingriff in die Landschaft Süddeutschlands bewirkte mit der Umleitung und dem Aufstau zahlreicher Flüsse neue Landschaftsformen und ein stark verändertes Entwässerungsnetz. Es entstanden mehrere Stauseen, deren größter der Altmühl-Rezat-See war. Er reichte nach Norden bis in die Gegend von Ansbach und Nürnberg. Im Krater selbst bildete sich ein abflußloser See (der sog. Riessee), der von den Niederschlägen innerhalb des Kraters und seiner nächsten Umgebung gespeist wurde. Bei dem im Jungtertiär herrschenden subtropisch-wechselfeuchten Klima hielten sich in der

Folgezeit Niederschlag und Verdunstung in etwa die Waage. Die Wassertiefe war daher nie sehr groß. Zeitweise fiel der See auch trocken. Dies belegen Braunkohleablagerungen in den Seesedimenten. Direkt nach dem Impaktereignis füllte sich der See durch sintflutartige Regenfälle. In das Riesbecken wälzten sich mächtige Schlamm- und Schuttströme aus zusammengeschwemmten Gesteinstrümmern der Auswurfmassen. Leben gab es zu dieser Zeit in dem warmen, trüben und salzigen Riessee nicht. Das Salz stammte dabei aus den gelösten Mineralstoffen der Riestrümmernmassen am Boden des Kraters. Trotz der Verringerung des Salzgehaltes durch die Niederschläge blieb der See über längere Zeit ein Salz-(Soda-) See. Eine etwa 100 m mächtige Abfolge von Tonen und Mergeln, die z.T. Gipsausscheidungen und einen erhöhten Bitumengehalt aufweisen, dokumentiert diesen Abschnitt der See-Entwicklung. Eine Vielzahl von tierischen wie pflanzlichen Lebewesen (Fische, Wasserschnecken, Muschelkrebse, Algen, Hechtkraut und andere) war an das brackische Milieu angepaßt. Mit der Änderung zum humiden Klima entstand zunehmend ein Süßwassersee. Es entfaltete sich ein reiches Leben, u.a. mit Wasservögeln, Fischen, Schnecken, Muschelkrebse, Algen und Seerosen sowie am Rand mit Schilf und Wasserkiefern. An mehreren Stellen bildeten sich auch Riesseekalke. Ursprünglich reichten die Ablagerungen des Riessees mehr als 100 m über die heutige Riesebene. Das Seebecken war weitgehend aufgefüllt. Erst durch die Abtragung während des Eiszeitalters wurde die heutige Kraterform wieder sichtbar.

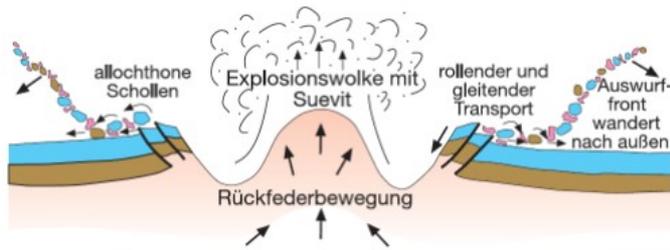
Vorgang der Kraterbildung des Nördlinger Rieses



Auftreffen eines km-großen Steinmeteoriten mit einer Einschlagsgeschwindigkeit von etwa 20 km/sec auf den Bereich des Albtraufs vor 14,8 Millionen Jahren.



Durchschlagen des bis 600 m mächtigen Deckgebirges; aus der Verdampfung des Asteroiden entsteht eine Explosionswolke aus Gasen und mitgerissenen, geschmolzenem Material; Gesteinsbrocken und Schmelze werden aus dem Krater herausgeschleudert und bilden einen immer größer werdenden kegelförmigen Vorhang aus Auswurfmaterial.



Nach circa 2 Minuten steigt der instabile Kraterboden auf und bildet einen zentralen Ring; das teilweise geschmolzene Material wird durch eine Rückfederbewegung und Gasexplosion steil nach oben ausgeworfen; von außerhalb des Kraters beginnt Material einzurutschen, kilometergroße Blöcke werden verkippt.



Ausgeworfenes Material fällt als Suevit zurück in den Krater und die nähere Umgebung; Kraterbildung und Ablagerung der Auswurfmassen sind nach circa 20 Minuten abgeschlossen.



Von ähnlicher Beschaffenheit, aber 10 000-facher Größe, könnte der Ries-Meteorit gewesen sein.

Heutiger Zustand des Ries-Meteoriten-Kraters

(leicht verändert nach HÜTTNER 1974, s. Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:500000, 4. Auflage, München 1996).

Der Krater ist bis etwa 750 m in die ehemalige jungtertiäre Landschaft (im Hintergrund angedeutet) eingetieft. Darunter ist das kristalline Grundgebirge bis mehrere Kilometer Tiefe in abnehmender Intensität zertrümmert und zerrüttet, aber praktisch noch im ursprünglichen Verband. Die Trümmernmassen-Decke im Albvorland ist abgetragen, ebenso ein guter Teil der ehemals höher reichenden Seesedimente, vor allem der weichen Beckentone.

Die Gesteine - Die Impaktgesteine

Typisch für das Nördlinger Ries sind die sog. Impaktgesteine. Das sind die Gesteine, die durch den Einschlag (Impakt) des Ries-Meteoriten so umgeformt wurden, dass völlig neue Gesteinstypen entstanden. Man kann sie nach ihrer Zusammensetzung und dem Grad der Veränderung ihrer Ausgangsgesteine folgendermaßen einteilen: Die Bunten Trümmernmassen bestehen aus einem Gemenge aller im Kraterbereich ehemals vorhandener Gesteine (Kristallines Grundgebirge, Trias-

Randfazies, Keuper, Lias, Dogger, Malm, teilweise Oberkreide, verschiedene Tertiärstufen bis ins Mittelmiozän). Die Größe der Partikel reicht von feinem Gesteinsstaub bis zu zwar zerrütteten und deformierten, aber doch einigermaßen im Verband gebliebenen Komplexen in der Größenordnung von 1km Durchmesser. Bei der geologischen Kartierung wurden einheitliche Komplexe (sofern sie hinreichend groß sind, um in dem gewählten Kartenmaßstab zur Darstellung kommen zu können) gemäß ihrer stratigraphischen Zugehörigkeit ausgeschieden und, da sie sich nicht mehr am ursprünglichen Bildungsort befinden, als dislozierte oder allochthone Schollen bezeichnet. Das kleinerstückige Gemenge, das die Schollen meist umschließt, wird als Bunte Brekzie zusammengefasst. In der Kraterrandzone bestehen die Bunten Trümmersmassen überwiegend aus einem Schollenmosaik. Bunte Brekzie tritt dort zurück und ist meist grobstückig ausgebildet. Im Verbreitungsgebiet außerhalb des Kraters nimmt ihr Anteil jedoch mit der Entfernung vom Kraterrand zu. Im gleichen Sinn erfolgt eine Abnahme der Schollengröße mit der Entfernung vom Kraterrand. Die allochthonen (= ortsfremden) Schollen sind meist intern stark deformiert und von zahlreichen Störungen durchsetzt. Harte, spröde Gesteine zeigen verschiedene Formen starker Zerklüftung und teilweise Verruschelung. Die intensiv zertrümmerten und zermahlene Gesteine werden dann als „Gries“ bezeichnet. In den verruschelten Zonen liegen gröbere und feinere, eckige Bruchstücke in einer feinkörnigen, sandig-pulverigen Grundmasse aus zermahlenem Gestein wie in einem Mörtel (sog. „Mörteltextur“). Die intensive Zermahlung zeigt, daß die Bewegungen unter hohem Druck erfolgt sind.



Zeugen der hohen Verformungskräfte sind auch die Stützskelette (Rostren) von Belemnitentieren. Sie sind von zahlreichen Brüchen, die schräg zur Längsachse verlaufen, zerschert und wieder verheilt. Man nennt diese zerdrückten Fossilien dann „Riesbelemniten“.

Stoßwellenmetamorphose

Der Nachweis, dass das Nördlinger Ries durch einen Meteoriteneinschlag (Impakt) entstanden ist, kann nach CHAO anhand der Stoßwellenwirkung in den Gesteinen geführt werden. Hierzu ist eine Lupe (Vergrößerung 7- bis 10-fach, besser bis 20-fach) erforderlich.

Stufen der Stoßwellenmetamorphose:

- 0 Ungeschockt
- 1 Mikrobrüche. Gesteine, die sehr stark von diesen engständigen, feinen Brüchen durchsetzt sind, haben oft eine milchig-weiße Farbe, sie sind leicht zerreiblich. Biotit und Muskovit sind leicht geknickt (mit der Lupe: runzelige Basisflächen).
- 2 Schocklamellen (Deformationslamellen) in Quarz und Feldspat. Eine Unzahl intergranularer Mikrobrüche in Quarz und Feldspat verleihen diesen einen seidigen Glanz und ein durchscheinendes Aussehen (durch Drehen von Bruchflächen erkennbar).
- 3 Gesteinsfarbe weiß gebleicht. Blasenfreies Feldspatglas, Quarz teilweise verglast (=„diaplektisches Glas“); Glimmer geknickt.
- 4 Feldspäte werden blasig entlang Korngrenzen und Brüchen (Lupe). Quarz nicht blasig; geknickter Glimmer ist oxidiert, daher ohne Glanz und pulverig.
- 5 Feldspäte stark blasig, Quarzkörner blasig. Biotit ist stark oxidiert, grau und opak; Kristallingesteinsgefüge noch erhalten.
- 6 Gestein wie ein Schwamm von Blasen durchsetzt, war bröckelig, weitgehend aufgeschmolzen. Ursprüngliches Gefüge ausgelöscht.
- 7 Schmelzgestein mit Blasen und Fließstrukturen (Schlieren).

Die Mächtigkeit der Bunten Trümmersmassen außerhalb des Kraters liegt im Durchschnitt bei etwa 30 bis 50 m, kann aber auch nicht selten bis 80 m (in der Bohrung Monheim auch über 130 m) betragen. Die Komponenten der Bunten Trümmersmassen stammen überwiegend aus dem sedimentären Deckgebirge und nur zu etwa 5 - 10 % aus dem kristallinen Grundgebirge.

Die polymikten Kristallinbrekzien bestehen überwiegend aus kristallinem Grundgebirgsmaterial verschiedener Art, dem nicht selten, aber mengenmäßig sehr untergeordnet, etwas Deckgebirgs-material beigemischt sein kann. Die Brekzien besitzen eine feinkörnige Grundmasse aus zerriebenem Kristallinmaterial, in welche größere Kristallinfragmente eingelagert sind. Der Suevit ist eine polymikte Kristallinbrekzie mit wechselnd hohem, aber immer vorhandenem Glasgehalt. Die Komponenten zeigen alle Stufen der Stoßwellenmetamorphose, wobei jedoch die Stufe des vollkommen aufgeschmolzenen Kristallinen Grundgebirges kennzeichnend ist. Diese zu Glas erstarrten Schmelzanteile bilden bei den Suevitvorkommen in der Randzone und außerhalb des Kraters charakteristisch geformte Fladen ("Flädle").

Zusammenfassend können die Impaktgesteine des Rieses und ihre gegenseitigen Beziehungen durch folgendes Schema dargestellt werden:

Ausgangsmaterial	hauptsächlich Deckgebirge		hauptsächlich Grundgebirge	
Stoßwellenbeanspruchung	niedrig		niedrig / mittel	niedrig / hoch
Impaktgesteinstyp	Bunte Trümmersmassen		Polymikte Kristallinbrekzien	Suevit
	Allochthone Schollen, Gries	Bunte Brekzie		

Literatur:

CHAO, E. C. T., HÜTTNER, R. & SCHMIDT-KALER, H. (1978): Aufschlüsse im Ries-Meteoriten-Krater. Beschreibung, Fotodokumentation und Interpretation. Mit geologischer Übersichtskarte 1:100000. – 84 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt).

Impaktgesteine:



Suevit Block
Steinbruch Otting (Aufschluss Nr. 24)

Die Sedimente des Ries-Sees

Die mehr als 300 m mächtige Sedimentfolge des ehemaligen Kratersees setzt mit einer geringmächtigen, grobklastischen Basal-Serie (Konglomerate, Sandsteine) ein. Auch am Kraterrand können örtlich grobe Delta-Schwemmfächer ausgebildet sein. Darüber folgt eine pelitische Serie (Tone und Mergel), entstanden z.T. unter anaeroben Bedingungen (bituminöse Blättertone) und mit Verlandungserscheinungen (Braunkohleflöze); sie bildet mengenmäßig den Hauptteil der Riessee-Ablagerungen (in der Forschungsbohrung Nördlingen bis 280 m). Der Fossilinhalt der Seetone ist meist gering. Stellenweise kann er jedoch erheblich angereichert sein, so dass eine artenreiche Flora und Fauna mit Wasserpflanzen, Nadelbäumen und Laubholzgewächsen sowie Schnecken, Insekten, Fischen und Vögeln bekannt wurde. Die fossilreichen Riessee-Kalke sind im durchlichteten Wasser auf den Kraterrandhöhen und Aufragungen im Bereich des kristallinen Ringes, meist als Algenabscheidungen, entstanden. Infolge ihrer Härte wurden sie landschaftsbestimmend, obwohl sie viel geringere Mächtigkeiten (mehrere Dekameter) erreichen als die Seetone. Gegen Ende des Miozäns, vor etwa 5 Millionen Jahren, war die Kraterhohlform völlig aufgefüllt.

Die Gesteine vor dem Impakt

Die Gesteine im Riesgebiet vor dem Einschlag des Meteoriten sind geprägt durch die Lage am Südrand des Germanischen Beckens bzw. im Bereich des sog. Vindelizischen Landes – einer Hochlage des Kristallinen Grundgebirges (Gneise und Granite). Sedimente des Muschelkalkmeeres sind nur mehr in geringer Mächtigkeit abgelagert worden. Erst in der Keuperzeit weitete sich das Sedimentationsbecken, durch Absenkung des Vindelizischen Landes, nach Süden aus. Die Keupersedimente sind ursprünglich bereits etwa 200 m, die Ablagerungen des Juras gar über 500 m mächtig (siehe auch großer Profilschnitt). Während der Unterkreidezeit (ab etwa 150 Millionen Jahren vor heute) sind in lang anhaltenden Abtragungsvorgängen die Malmkalke tiefreichend verkarstet und z.T. abgetragen worden. Kurze Meeresvorstöße während der Oberkreide und des Jungtertiärs (Obere Meeresmolasse) hinterließen kaum Spuren; die anschließende tertiäre Abtragung hat ganze Arbeit geleistet. Die nachfolgende Heraushebung der Alb hat durch die intensivierte Erosion zu der reich gegliederten Landoberfläche geführt, die der Ries-Meteorit dann bei seinem Einschlag gründlich zerstörte und umgestaltete.

Impressum:

Herausgeber:
Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg

Bearbeitung:
Ref. 107

Telefon: 0821 9071-0
Telefax: 0821 9071-5556
E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de
Internet: <http://www.lfu.bayern.de>

Bildnachweis:
LfU

Postanschrift:
Bayerisches Landesamt für Umwelt
86177 Augsburg

Stand:
September 2012