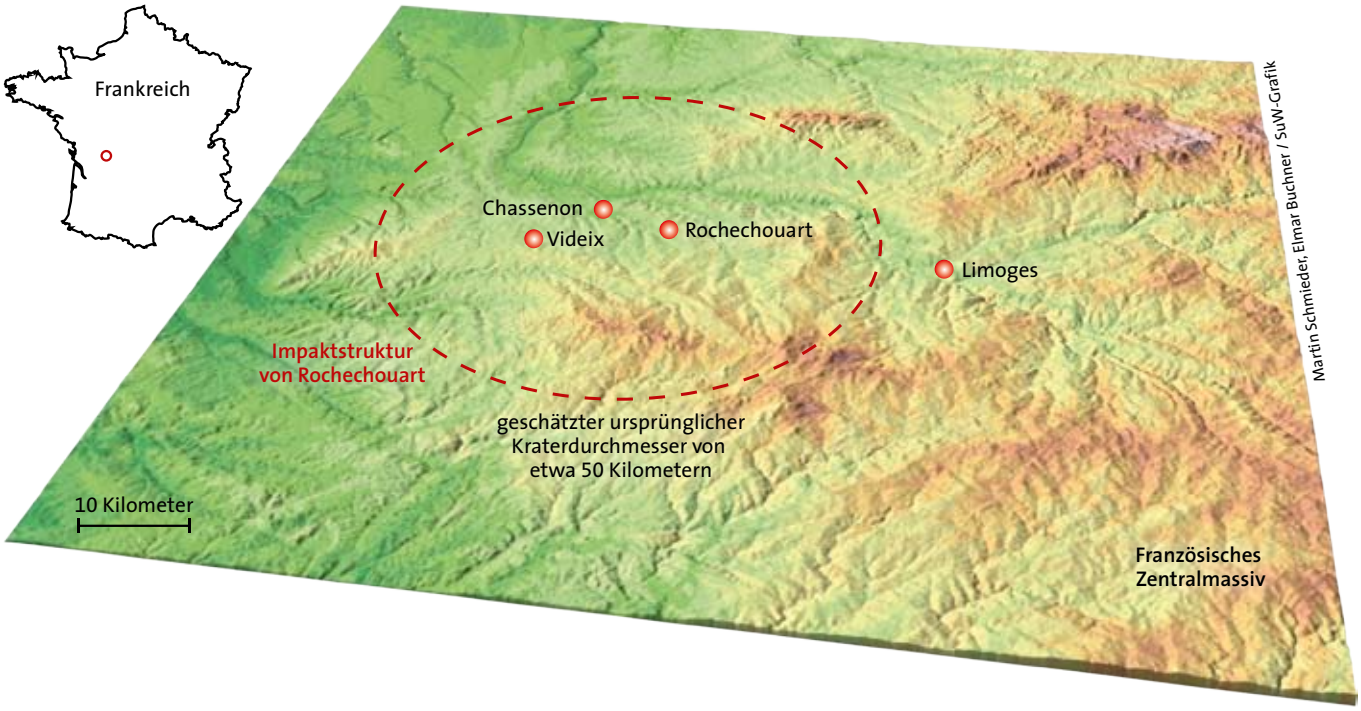


Spuren einer kosmischen Katastrophe

Ein Einschlag vor 200 Millionen Jahren in Westeuropa

Im Westen Frankreichs in der Umgebung des Städtchens Rochechouart befindet sich eine ungewöhnliche geologische Struktur – ein rund 50 Kilometer großer Einschlagkrater, der sich nur noch an seinen besonderen Gesteinen erkennen lässt. Einem Forscherteam gelang nun eine neue Datierung des Einschlagzeitpunkts.

Von Martin Schmieder

Denkt man an Meteoriteneinschläge, so kommen einem unweigerlich die kosmischen Eisen- und Gesteinsbrocken in den Sinn, die vor allem in den Wüsten- und Eisgebieten dieser Erde geborgen werden und in seltenen Fällen bis zu mehreren Tonnen wiegen. Dennoch gehören all diese Meteoriten zu den kleinen Besuchern aus dem All, die auf die Erde fallen. Seit ihrer Entstehung vor mehr als 4,5 Milliarden Jahren erlebte die Erde im Verlauf der Zeit unzählige große und kleine Einschläge aus dem Weltall. Ihre kosmischen Narben sind mittlerweile in den meisten Fällen durch Verwitterung und Abtragung, tektonische Aktivität oder Überdeckung praktisch von der Erdoberfläche verschwunden.

Im Gegensatz zum pockennarbigen Mond sind heute auf der Erde nur rund 180 solcher Impaktstrukturen unterschiedlicher Größe und verschiedenen Alters bekannt. Als wohl prominentestes Beispiel wurde der gigantische Meteoriteneinschlag, der am Ende der Kreidezeit vor rund 66 Millionen Jahren auf der mexikanischen Halbinsel Yucatán stattfand und für das Aussterben der Dinosaurier und anderer Lebewesen verantwortlich gemacht wird, lange diskutiert.

In Deutschland sind das 24 Kilometer große Nördlinger Ries und das 3,8 Kilometer große Steinheimer Becken, die vor 14,6 Millionen Jahren geschlagen wurden, bekannte und intensiv erforschte Meteoritenkrater.

Aber auch in unserem Nachbarland Frankreich finden sich unweit der Stadt Limoges im nordwestlichen Zentralmassiv noch heute deutliche Spuren einer kosmischen Katastrophe, die erheblich

In diesem Geländemodell von Westfrankreich lässt sich die Lage und Größe der Impaktstruktur von Rochechouart im nordwestlichen Zentralmassiv erkennen.

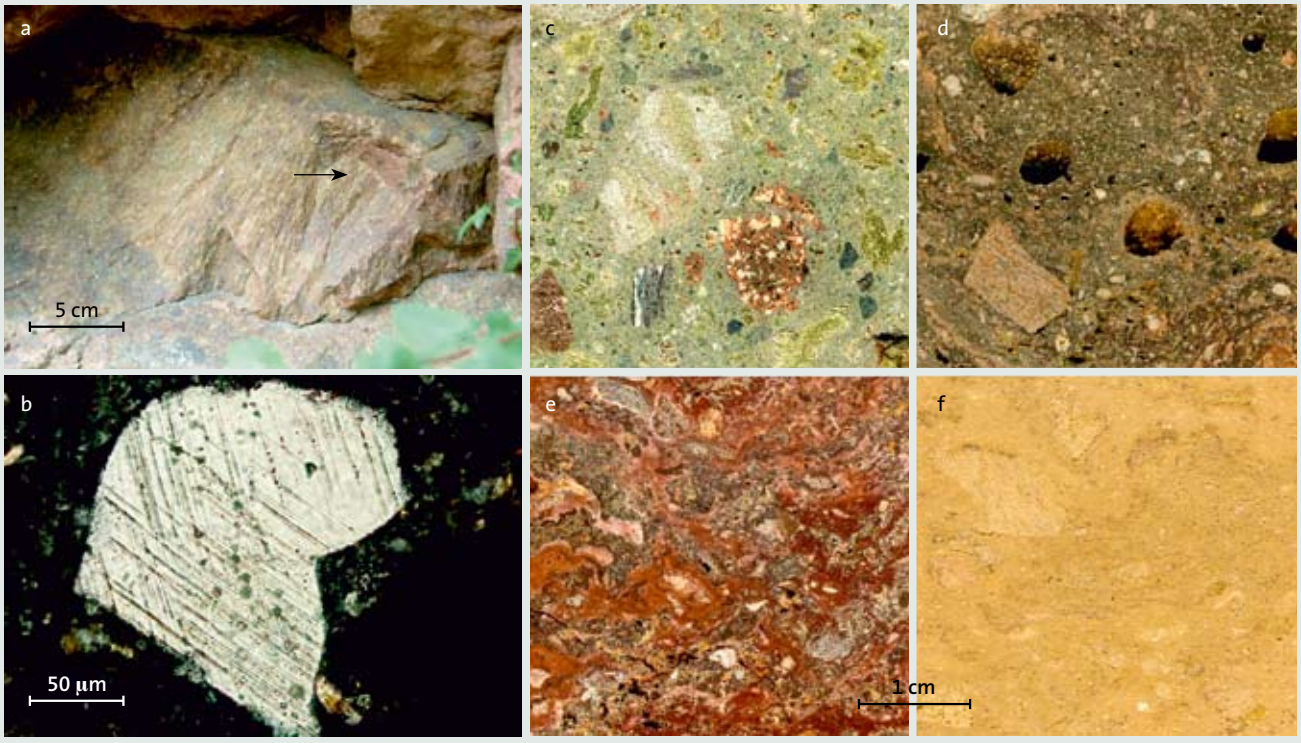
Alle Bilder soweit nicht anders angegeben: Martin Schmieder und Elmar Buchner

Das Schloss von Rochechouart wurde aus den für diese Region typischen Impaktgesteinen erbaut. Unterhalb des rechten Schlossturms treten so genannte Impaktbrekzien (Pfeil) zu Tage, Trümmergesteine, die im Verlauf des Meteoriteneinschlags von Rochechouart entstanden.

Die Impaktgesteine des Rochechouart-Kraters

In den Gesteinen von Rochechouart finden sich im Granit Strahlenkegel, englisch: *shatter cones*, die durch die Stoßwelle des Meteoriteneinschlags erzeugt wurden. Der Pfeil verdeutlicht eine muschelförmige Gestalt (siehe Teilbild a). Im mikroskopischen Bild eines Gesteinsdünnschliffes ist ein »geschocktes« Quarzkorn mit planaren Schocklamellen zu erkennen (siehe Teilbild b): Es sind die dünnen geraden Linien, die sich in unterschiedlichen Winkeln kreuzen und das hell erscheinende Quarzkorn durchziehen.

Die Impaktgesteine des Rochechouart-Kraters zeigen – je nach Zusammensetzung – unterschiedliche Farben und Texturen. Neben dem leuchtend grünen Suevit von Chassenon (Teilbild c) finden sich braune, rote und gelbe Gesteine (d, e, f), die durch die hohen Temperaturen von mehr als 1000 Grad Celsius während des Einschlags teilweise oder gar vollständig aufgeschmolzen wurden. Sie zeigen noch heute ein deutliches Fließgefüge und Entgasungsblasen. In diesen Gesteinen treten häufig geschockte Quarze auf.



Argon-Argon-Datierung

Die Argon-Argon-($^{40}Ar/^{39}Ar$)-Datierungsmethode ist eine weiter entwickelte Form des bekannteren Kalium-Argon-($^{40}K/^{40}Ar$-)Datierungsverfahrens und wird seit den 1960er Jahren für die absolute Altersbestimmung von Mineralen und Gesteinen der Erdkruste angewendet. Beide Datierungsmethoden basieren auf dem radioaktiven Zerfall von Kalium in Kalzium und Argon. Dabei entsteht aus ^{40}K bei einer Halbwertszeit von rund 1,25 Milliarden Jahren ^{40}Ar, wobei dann aus dem Verhältnis von Kalium und Argon auf das Alter des Minerals oder Gesteins geschlossen werden kann.

Um ein Maß für den Kaliumgehalt der Gesteinsprobe bei der Argon-Argon-Methode zu erhalten – der im Fall der K/Ar-Methode mittels flammenfotometrischer Methoden bestimmt wird – bestrahlt man eine Probe zunächst in einem Kernreaktor mit schnellen Neutronen. Dadurch bildet sich aus dem im Gestein enthaltenen Kaliumisotop ^{39}K, das in einem proportionalen Anteil im Gesamtkalium der Probe enthalten ist, das instabile Argonisotop ^{39}Ar, das in der Natur praktisch nicht vorkommt. Ein Standardmineral mit bekanntem Alter und Kaliumgehalt dient dabei als »Monitor« (zusätzlich auch für den Neutronenfluss des Reaktors), der in die radiometrische Altersgleichung mit einfließt. Im Unterschied zur K/Ar-Methode, bei der die Gehalte an Kalium und Argon getrennt und mit unterschiedlichen Methoden gemessen werden, lassen sich bei der $^{40}Ar/^{39}Ar$-Datierung alle Argonisotope gleichzeitig und sehr präzise in einem Massenspektrometer messen. Ein solches Argon-Massenspektrometer befindet sich am Institut für Geowissenschaften der Universität Heidelberg.

Ein weiterer Vorteil der $^{40}Ar/^{39}Ar$-Datierungsmethode ist die stufenweise Aufheizung und Argon-Entgasung der bestrahlten Probe in einem evakuierten Hochtemperaturofen. Daraus ergibt sich ein $^{40}Ar/^{39}Ar$-Altersspektrum mit einer Reihe scheinbarer Probenalter, die im Idealfall innerhalb einer gewissen Fehlertoleranz gleiche Alterswerte anzeigen und dann im Spektrum entlang der Achse des stufenweise freigesetzten ^{39}Ar ein »Plateau« ergeben (farbig unterlegte Entgasungsschritte im Diagramm rechts).

Als Material diente im Fall des Kraters Rochechouart das Mineral Kalifeldspat aus einem während des Meteoriteneinschlags aufgeschmolzenen und nach Abkühlung wieder erstarrten Gestein. Es ist ein Gneis, der in der Nähe des Ortes Videix nahe des Zentrums der Impaktstruktur gefunden wird (kleines Bild im Diagramm). Für die Altersbestimmung wird Kalifeldspat aus dem vorher zerkleinerten Gestein manuell unter dem Mikroskop ausgelesen. Die so gewonnene, möglichst reine Feldspatfraktion wird dann nach der Neutronenbestrahlung im Hochtemperaturofen unter Ultrahochvakuum stufenweise erhitzt, so dass nach und nach alles in den Mineralkörnern enthaltene Argon frei wird. Bei einer Temperatur von 1330 Grad Celsius ist der Feldspat schließlich völlig aufgeschmolzen, dann ist alles ursprünglich in ihm enthaltene Argon entwichen.

Beim Auftrag der Messwerte der einzelnen Temperaturstufen im Diagramm ergibt sich ein Plateau-Alter, das statistisch und geologisch aussagekräftig ist. Im gezeigten Fall liegt die Wahrscheinlichkeit, dass das ermittelte Alter dem tatsächlichen Alter der Probe entspricht, bei 99 Prozent. Die statistische Kontrolle über das ermittelte $^{40}Ar/^{39}Ar$-Alter ist ein weiterer großer Vorteil gegenüber der konventionellen K/Ar-Datierung. Ebenso ist der Ausschluss bestimmter Stufenentgasungsschritte möglich, wie zum Beispiel erniedrigte scheinbare Alterswerte durch Verlust von Argon (die ersten drei Temperaturschritte im Diagramm), die unter anderem durch verschiedene geologische Prozesse wie

länger zurückliegt: Die Impaktstruktur von Rochechouart.

Im Unterschied zum Nördlinger Ries und zum Steinheimer Becken lässt sich der bereits tief abgetragene Rochechouart-Krater nicht mehr als kreisrunde Struktur im Gelände erkennen. Stattdessen befindet man sich sozusagen im Kellergeschoss unterhalb der ehemaligen Kraterstruktur, die durch Bewegungen in der Erdkruste und durch Erosion freigelegt wurde (siehe auch SuW 8-9/1996, S. 639). Dem Geologen eröffnen sich dadurch aber Einblicke in spezielle Impaktgesteine, die im Zuge des gewaltigen Rochechouart-Einschlags entstanden sind: Neben Impaktbrekzien, die hauptsächlich aus zertrümmerten Gesteinen des Zentralmassivs bestehen, treten im Kraterbereich auch teilweise oder gar vollständig aufgeschmolzene Gesteine auf.

Darunter findet sich auch ein leuchtend grüner Suevit, dessen Name auf den vergleichbaren »Schwabenstein« im Nördlinger Ries zurückgeht und der weltweit für diesen Gesteinstyp gültig ist. Die Gesteine des Rochechouart-Kraters belegen Drücke von kurzzeitig rund einer Million Bar und Temperaturen von mehreren Tausend Grad Celsius während des Einschlags. Sie lassen auf einen ursprünglichen Kraterdurchmesser von bis zu 50 Kilometern schließen. Geochemische Analysen ergaben, dass es ein rund ein Kilometer großer Eisenasteroid war, der mit einer Masse von mehreren Milliarden Tonnen und einer Geschwindigkeit von rund 20 Kilometern pro Sekunde das heutige Westfrankreich traf. Er löste dabei in Europa eine der bedeutendsten Naturkatastrophen aller Zeiten aus.

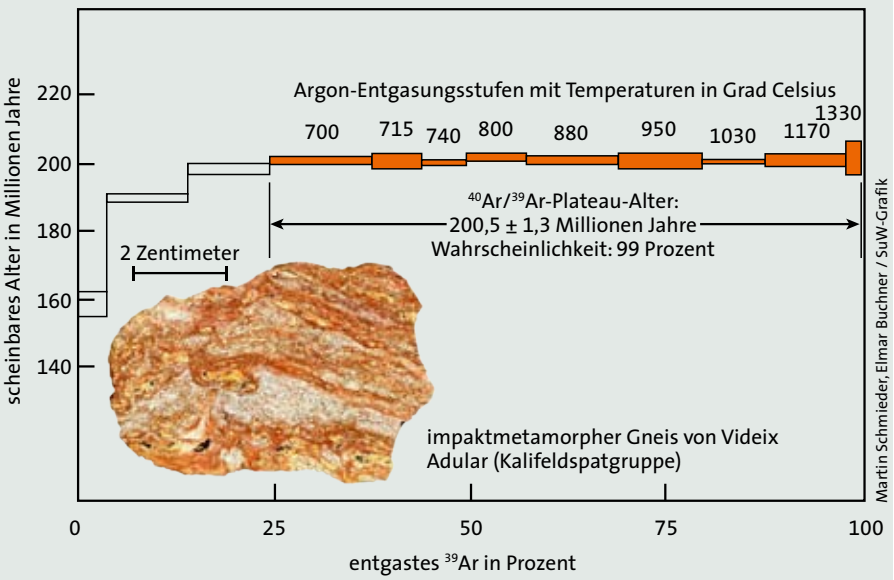
Ein großer Einschlag am Ende der Triaszeit

Frühere Studien zum Alter des Rochechouart-Einschlags legten ein mit gewissen Unsicherheiten behaftetes Alter um 214 Millionen Jahren nahe – ein Alter, in der die Erde nach dem damaligen Wissensstand einen gigantischen kosmischen Mehrfachtreffer von mindestens fünf großen Meteoriten erlebt haben soll. Verschiedene Alteruntersuchungen an weltweit verteilten Impaktstrukturen wiesen dabei auf ein gemeinsames Alter hin. Neueste präzise Altersdatierungen mittels der aufwändigen $^{40}Ar/^{39}Ar$-Methode, die mit einem Argon-Massenspektrometer an der Universität Heidelberg durchgeführt wurden und von mir zusammen mit Elmar Buchner von der Universität Stuttgart veröffentlicht wurden, ergaben für Rochechouart zuletzt ein deutlich jüngeres und statistisch aussagekräftiges Alter von annähernd 200 Millionen Jahren (siehe den Kasten oben).

Damit fällt das Rochechouart-Ereignis zeitlich eng mit dem Ende der Triaszeit zusammen. Somit wirft es gleichzeitig die Frage auf, ob der Einschlag – möglicherweise ähnlich dem Ende der Kreidezeit – mit dem globalen Massenaussterben, das am Ende der Trias stattfand und die

Verwitterung oder Metamorphose, also die Aufheizung des Gesteins, entstehen können. Die Auswahl der zu datierenden Probe spielt ebenfalls eine entscheidende Rolle, da unter anderem unvollständiges Aufschmelzen von Mineralen und Gesteinen das Argon-System in einer Probe stören und zu falschen Alterswerten führen können. Abgesehen vom Rochechouart-Ereignis wurden noch viele andere irdische Impaktstrukturen erfolgreich mit diesem Verfahren datiert, unter anderem das Nördlinger Ries (14,6 Millionen Jahre), der Chicxulub-Krater in Mexiko (66 Millionen Jahre) oder der riesige, rund zwei Milliarden Jahre alte Krater von Vredefort in Südafrika.

WINFRIED SCHWARZ, MARIO TRIELOFF



Mittels der Argon-Argon-Datierung ließ sich das Alter der Impaktstruktur von Rochechouart auf 200 Millionen Jahre bestimmen.

Jurazeit einleitete, in Verbindung stehen könnte. Auch die Mehrfachtreffertheorie ließ sich so widerlegen.

In ganz ähnlicher Weise hilft der Rochechouart-Einschlag, bisher bekannte, aber rätselhaft gebliebene Ablagerungen von Seismiten und Tsunamiten gleichen Alters im westlichen Europa zu erklären. In weiten Teilen der Britischen Inseln auf einer Fläche von einer Viertelmillion Quadratkilometern in Zentralengland, Südwales und Nordirland führen die Ablagerungen der geologischen Stufe des Rät (also Gesteinen der ausgehenden Triaszeit) mehrere Meter mächtige Sedimentschichten, die eine intensive Verformung durch Erdbebenwellen zeigen, die Seismite.

Auf den Britischen Inseln sind diese ihrerseits durch Sedimentschichten überlagert, die bis zu metergroße Gesteinsbruchstücke führen. Sie lassen auf eine äußerst energiereiche, turbulente Umlagerung schließen, wie sie in einer riesigen Flutwelle, einem Tsunami, herrscht. Ähnliche Ablagerungen finden sich ebenso im Rät Südfrankreichs und Norditaliens (siehe die Karte auf S. 36).

Vor 200 Millionen Jahren brachen die Kontinentalplatten des heutigen Westeuropa und Nordamerika am Ende der Trias gerade erst auseinander, die große Landmasse im Westen trug den Namen Laurentia. Dabei drang der Atlantik in schmale Grabenbrüche vor und schuf große Inseln. Zu dieser Zeit war der Superkontinent Pangäa durch intensiven Vulkanismus geprägt. Das damals in Europa vorherrschende Meer war die Tethys, ein Vorläufer des heutigen Mittelmeers.

Auch die Landmassenverteilung innerhalb Europas unterschied sich deutlich von der heutigen Situation. Das französische Zentralmassiv, aber auch Teile der heutigen Britischen Inseln, waren paläogeografischen Rekonstruktionen zufolge Inseln im Gebiet des westlichen Tethysmeers (siehe die Karte auf S. 36). Der Rochechouart-Einschlag ereignete

ED-Apochromaten:

8x50 Sucher ohne Aufpreis! (nur ED 127)

NEU! 1.849,-€*

ED 127 Carbon
Die Carbonausführung wiegt nur 6,2kg mit Tauschutzkappe und Rohrschellen, gegenüber 9,9kg im Alutubus! **Und das ohne Aufpreis!**

ED 80

Jetzt nur:
898,-€*
~~979,-€*~~

	ED 80	ED 127 Carbon
Art.Nr.:	0112104	0112130
Öffnung:	80 mm (3,1")	127 mm (5")
Brennweite:	480 mm	952,5 mm
Fotografische Blende:	f/6	f/7,5
Auflösungsvermögen:	1,45"	0,9"
Max. Grenzgröße:	12,0 MAG	13,0 MAG
Max. sinnvolle Vergrößerung:	160-fach	255-fach
Bildfeld im APS-C Format**:	2,86° x 1,9°	1,44° x 0,96°
Tubuslänge (inkl. Taukappe):	48 cm	99 cm
Gewicht:	3,4 kg	6,2 kg
Optisches Design:	3 Linsen mit Luftspalt und ED-Element	
Vergütung der Linsen:	EMD™ (Enhanced Multilayer Deposition)	
Glasmaterial Objektivlinse:	**HOYA® ED Glas - FCD1**	
Auch erhältlich als:	ED 102 (Art.Nr. 0112104) 1.499€*	

Lieferumfang:
Optischer Tubus; Prismenschiene 360° rotierbar mit Fotoanschlussgewinde ¼" und 3/8" (nur ED 80); Rohrschellen mit Handgriff und Prismenschiene (ED 102/127); 1:10 Crayford-OAZ; 2" Zenitspiegel; 25mm Okular mit 70° GF; Tauschutzkappe (ED 127 in Carbon); Staubschutzdeckel; passender Bildfeldebner mit Kamerabajonett für Canon EOS oder Nikon; 8x50 Sucher beleuchtet mit aufrechtem Bild (nur ED127 Carbon); stabiler Transportkoffer

Optional für ED 80/102:
8x50 Sucher beleuchtet mit aufrechtem Bild. Preis 129,- €

Star Power!

100° Okulare:

Brennweite:	9mm	14mm	20mm
Art.Nr.:	0218409	0218414	0218420
Augenabstand:	12,5mm	14.5mm	14,4mm
Scheinb. Gesichtsfeld:	100°	100°	100°
Feldblende (virtuell):	15,7mm	24.4mm	34,8mm
Optische Elemente:	9	9	9
Gewicht:	680g	890g	990g
Höhe:	120,0mm	123,5mm	122,5mm
Durchmesser:	59,0mm	69,0mm	69,0mm
Preis:	399,- €*	439,- €*	519,- €*

82° Okulare:

Brennw.:	4,7mm	6,7mm	8,8mm	11mm
Art.Nr.:	0218804	0218806	0218808	0218811
Steck Ø:	1¼"	1¼"	1¼"	1¼"
Preis:	159,- €*	159,- €*	179,- €*	179,- €*

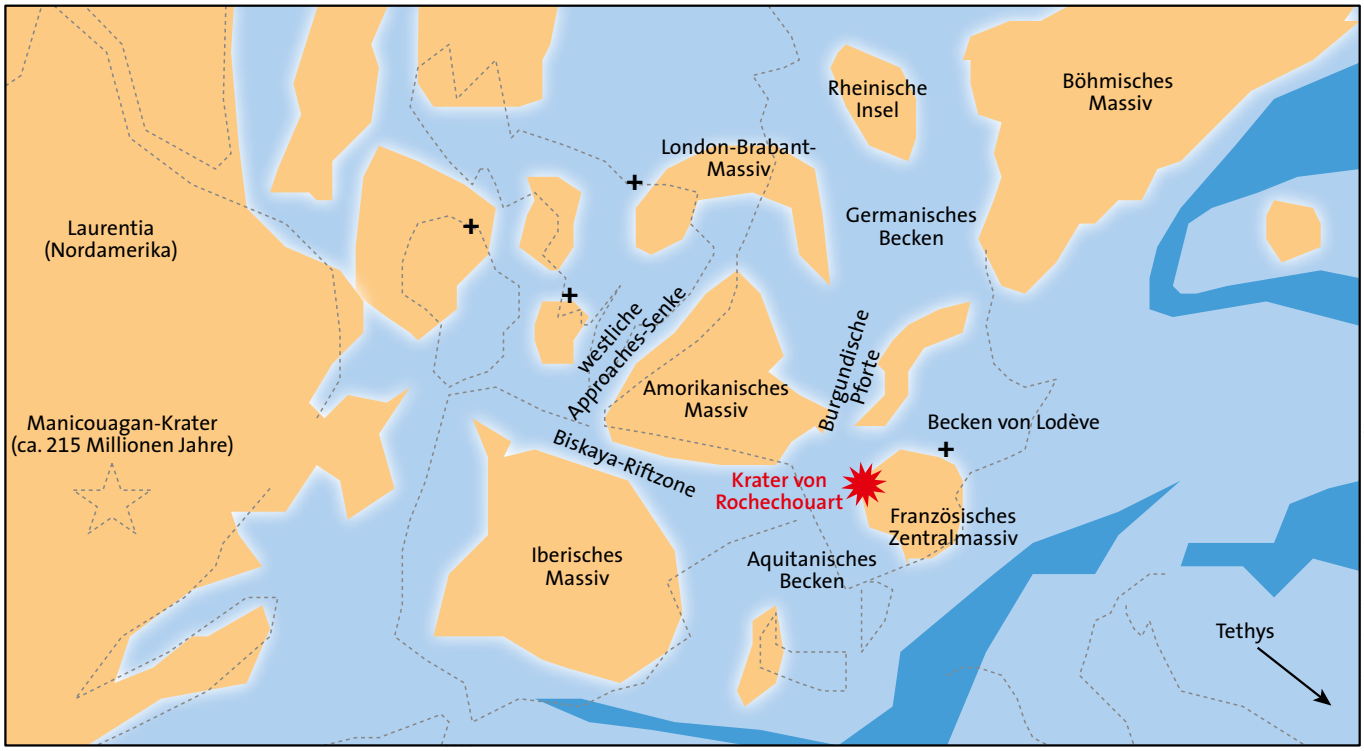
Brennw.:	14mm	18mm	24mm	30mm
Art.Nr.:	0218814	0218818	0218824	0218830
Steck Ø:	1¼"	2"	2"	2"
Preis:	179,- €*	199,- €*	298,- €*	329,- €*

Features der 100° und 82° Okulare:
Wasserdicht und stickstoffgefüllt!
Vergütung: EMD™ (Enhanced Multilayer Deposition)
Gehäuse: schwarz eloxiertes Aluminium; Abgedichtet; Stickstoffgefüllt; Edelstahl, konische Sicherungsnut
Sonstiges: Laserbeschriftung mit Seriennummer; Gummiarmierte Griffläche; Gummiaugenmuschel umklappbar; Gewinde für Standard 2" Filter

EXPLORE SCIENTIFIC

MEADE Instruments Europe GmbH & Co. KG
Gutenbergstraße 2 • 46414 Rhede/Westf.
Tel.: (0 28 72) 80 74 - 300 • FAX: (0 28 72) 80 74 - 333
Internet: www.meade.de • E-Mail: info.apd@meade.de

© 2011 Meade Instruments Europe GmbH &Co. KG. Alle Rechte vorbehalten. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. *Unverbindliche Preisempfehlung in Euro (D). ** 24 x 16 mm, verwendet bei den meisten Digital Spiegelreflexkameras



Martin Schmieder, Elmar Buchner / SuW-Grafik

sich wahrscheinlich sehr küstennah am Rand der Landmasse des Zentralmassivs oder möglicherweise sogar im Meer selbst, wie es Anreicherungen von Chlor in den Impaktgesteinen vermuten lassen. Im Umkreis mehrerer hundert Kilometer vernichtete der Einschlag durch seine Druck- und Hitzewelle abrupt alles Leben. In einer riesigen Glutwolke legten sich der Suevit und andere Impaktgesteine als eine heiße Decke von Auswurfmassen auf den frisch entstandenen Krater und das umgebende zerrüttete Gelände.

Eines der stärksten Erdbeben

Das durch den Rochechouart-Einschlag ausgelöste Erdbeben dürfte mit einer geschätzten Magnitude um 11 auf der Richterskala die vielfache Energie des stärksten jemals von Menschen registrierten Erdbebens besessen haben. Das heftigste in historischer Zeit aufgezeichnete Erdbeben war das große Chile-Beben in Valdivia vom 22. Mai 1960 mit einer Magnitude von 9,5 auf der Richterskala. Enge Meeresstraßen im Bereich der westlichen Tethys könnten eine gigantische Tsunamiwelle, die infolge des Erdbebens durch den Einschlag ausgesendet wurde, in Richtung der rund 1000 Kilometer entfernten Britischen Inseln kanalisiert haben. Von einem kosmischen Ursprung der britischen Seismit- und Tsunamiablagerungen waren die Geologen bereits vorher ausgegangen, ohne allerdings einen vom Alter passenden und hinreichend großen Einschlagkrater zu kennen. Mit seinem neu bestimmten Alter von 200 Millionen Jahren ist der Rochechouart-Krater nun der lang gesuchte heiße Kandidat.

So zerstörerisch die Kräfte auch sein mochten, die mit dem Rochechouart-Einschlag in der ausgehenden Trias einhergingen, so einzigartig ist das Natur- und Kulturerbe im Krater selbst. Wie im Nördlinger Ries sind auch dort viele historische Gebäude und Stätten aus den lokalen Einschlaggesteinen erbaut. Beispiele sind etwa die Thermen von Chassenon, dem gallorömischen Cassinomagnus aus dem ersten Jahrhundert nach Christus, sowie Schloss und Kirche der mittelalterlichen Kleinstadt Rochechouart.

Wie das Ries ist auch die Impaktstruktur von Rochechouart mittlerweile ein nationaler Geopark, in dem sich die gewaltigen kosmischen Kräfte, die unseren Planeten erschüttern und umformen, beispielhaft im Gelände studieren lassen. Für den natur- und kulturinteressierten Reisenden empfiehlt sich zudem ein Besuch des Meteoritenkratermuseums «Espace Météorite« in der sehenswerten Altstadt von Rochechouart.

Eine Liste aller derzeit auf der Erde erkannten und erforschten Impaktstrukturen, die »Earth Impact Database«, wird von der University of New Brunswick in Kanada verwaltet und aktualisiert. Sie finden sie unter www.passc.net/EarthImpactDatabase/index.html.

So rekonstruieren die Geologen die paläogeografische Situation Westeuropas vor rund 200 Millionen Jahren. Das Französische Zentralmassiv war zur damaligen Zeit eine von flachen Meeresarmen umgebene Insel und wurde nahe der Westküste vom einem rund einen Kilometer großen Meteoriten getroffen. Ein durch ein gewaltiges Erdbeben ausgelöster Tsunami könnte durch Meeresstraßen west- und nordwärts in Richtung der Britischen Inseln gelenkt worden sein. Seine Spuren finden sich in dort weit verbreiteten Sedimentgesteinen.

MARTIN SCHMIEDER ist Geologe und promovierte 2010 im Bereich Impakt-Geologie am Institut für Planetologie der Universität Stuttgart. Er ist Autor mehrerer deutsch- und englischsprachiger Beiträge zum Thema Impakt, unter anderem zum Ries-Steinheim-Ereignis in Süddeutschland.

Literaturhinweis

Schmieder, M., et al.: A Rhaetian $^{40}Ar/^{39}Ar$ age for the Rochechouart impact structure (France) and implications for the latest Triassic sedimentary record – Meteoritics and Planetary Science 45, S. 1225–1242, 2010.

Naturwissenschaftliches Wissen aus erster Hand für Schulen und Schüler

AUS DER FORSCHUNG IN DEN UNTERRICHT

Das Projekt Wissenschaft in die Schulen! – eine Investition in die Zukunft

Naturwissenschaften und Technik sind für Oberstufenschüler eine spannende Sache und für den Wirtschaftsstandort Deutschland von fundamentaler Bedeutung. Daher möchten wir gemeinsam mit Ihnen das Interesse der Jugendlichen an diesem Themenbereich wecken und fördern. Wir – das sind der Verlag Spektrum der Wissenschaft, die Gesellschaft für Biochemie und Molekularbiologie, das Max-Planck-Institut für Astronomie, die Landesakademie für Fortbildung und Personalentwicklung an Schulen in Bad Wildbad und das Haus der Astronomie in Heidelberg.
Bisher haben sich schon über 7500 Schüler für WIS angemeldet. Wenn Sie wissen möchten, wie Sie eine Klasse und das Projekt unterstützen können und was es mit WIS auf sich hat, dann finden Sie hier Informationen dazu:
www.wissenschaft-schulen.de

MEHR ALS TAUSEND SCHÜLER SIND SCHON DABEI. TAUSEND DANK AN UNSERE SPONSOREN!

Märkischer Arbeitgeberverband | Großdrebnitzer Agrarbetriebe | Freundeskreis des evang. Heidehofgymnasiums Stuttgart | Symbio Herborn Group | Förderverein »Freunde des Helmholtzgymnasiums« Zweibrücken | NDT Systems & Services AG | Weinmann GmbH | Stadtwerke Düsseldorf | Karl-Möller-Stiftung | Förderverein des Eichenfeldgymnasiums | Kernkraftwerk Isar, Essenbach | Josef Stadler GmbH | HUK Coburg | Verein der Freunde und Förderer des Gymnasiums der Stadt Kerpen | Förderverein Carl-Orff-Gymnasium | LS medcap GmbH | Steinwald EDV | Freundeskreis des Gymnasiums Neuenbürg | Freundeskreis des Hartmanni-Gymnasiums | Communication Technology Consulting