

# Bekanntes, Ungewöhnliches, Exotisches

## Akkretionäre Lapilli. Doch ein Vulkan?

"Akkretionäre Lapilli" ist ein Begriff, der ursprünglich allein mit Vulkanismus in Verbindung gebracht wurde. Akkretionäre Lapilli sind Kügelchen, die sich durch Zusammenballung von feiner Asche um kondensierende Wassertropfen, aber auch um feste Partikel bilden, insbesondere in dampfreichen Eruptionssäulen. Gewöhnlich zeigen sie einen konzentrischen internen Aufbau, und sie können, wenn sie sich einmal gebildet haben, durch pyroklastischen Rückfall und Fließprozesse transportiert und abgelagert werden. Akkretionäre Lapilli mit einem kleinen Gesteinsbrocken als Kern findet man häufig in basaltischen base-surge-Ablagerungen (base surge = ein sich schnell ausbreitender Dichtestrom eines Gas-(Flüssigkeit)-Partikelgemisches). Da ähnliche Prozesse in der turbulenten Explosionswolke ablaufen, die sich beim Impakt über dem sich vergrößernden Exkavationskrater ausdehnt, ist es nicht verwunderlich, dass akkretionäre Lapilli auch in Impaktablagerungen gefunden werden. Akkretionäre Lapilli sind aus dem Suevit des Rieskraters und von den spanischen Azuara/Rubielos de la Cérica-Impaktstrukturen beschrieben worden. Man findet sie ebenfalls in Auswurfmassen der Kreide/Tertiär Chicxulub-Impaktstruktur in Mexiko und Belize. Ferner treten sie in Form von Lapillitein-Klasten in der Megabrekzie auf, die mit dem spätdevonischen Alamo-Impakt verknüpft ist.

Das Chiemgau-Meteoritenkrater-Streifungsfeld ist ein weiteres Beispiel für die Entstehung akkretionärer Lapilli in einer Impakt-Explosionswolke.



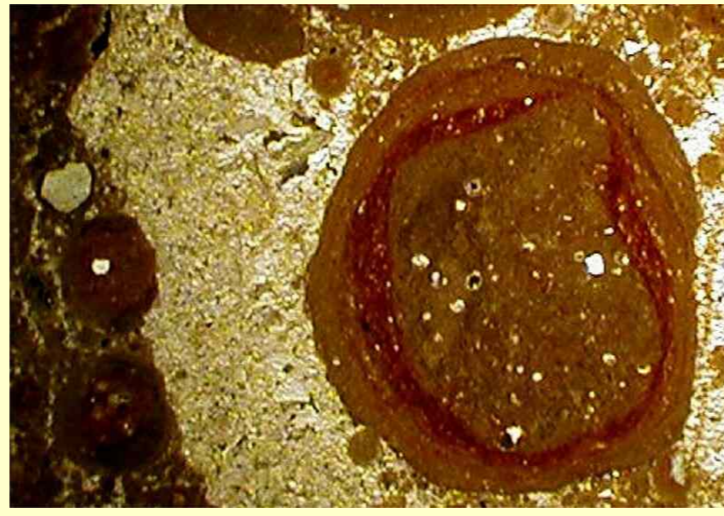
Lapilli, vulkanisch: Hawaii und ...



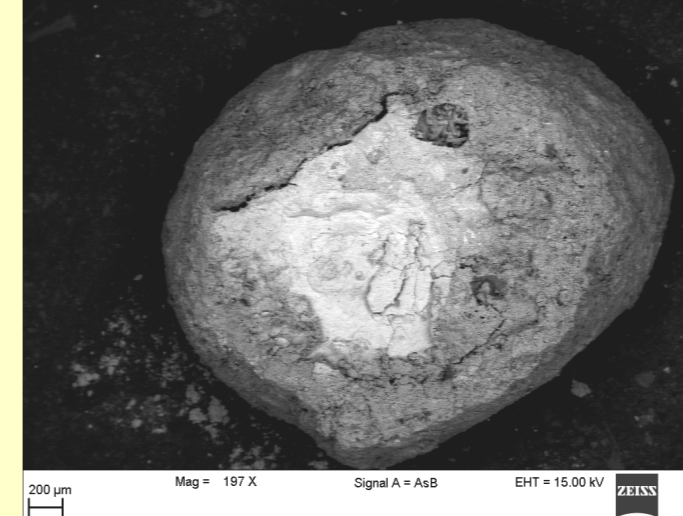
Kanarische Inseln



Lapilli, Impakt: Chiemgau-Streifungsfeld



Lapillo, Impakt, Rubielos de la Cérica ... und Chiemgau-Streifungsfeld. In beiden Fällen sieht man den zwiebelschaligen Aufbau. Links: Dünnschliff, rechts Rasterelektronenmikroskop



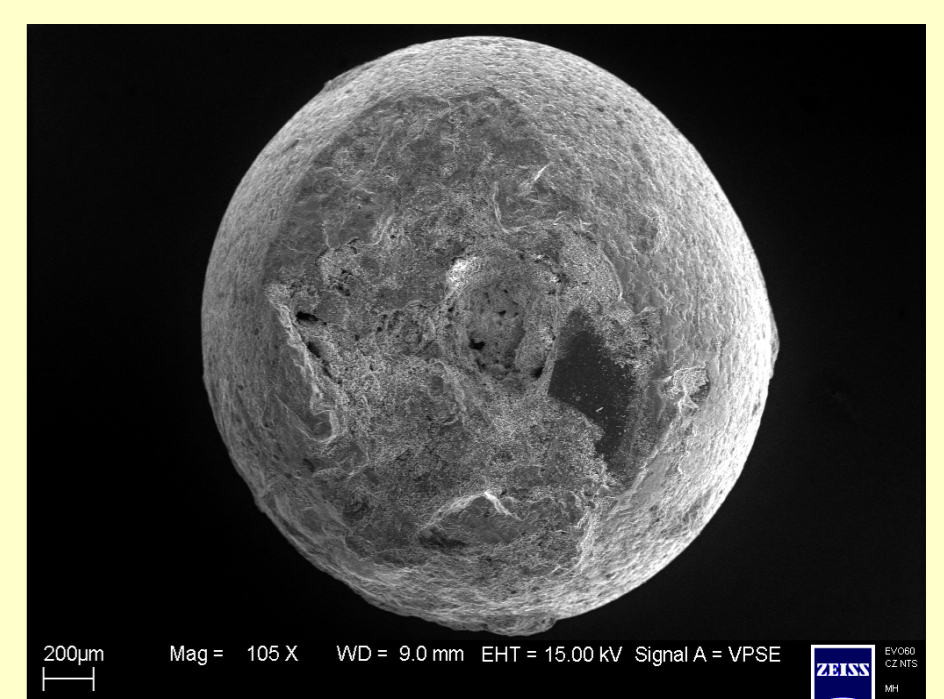
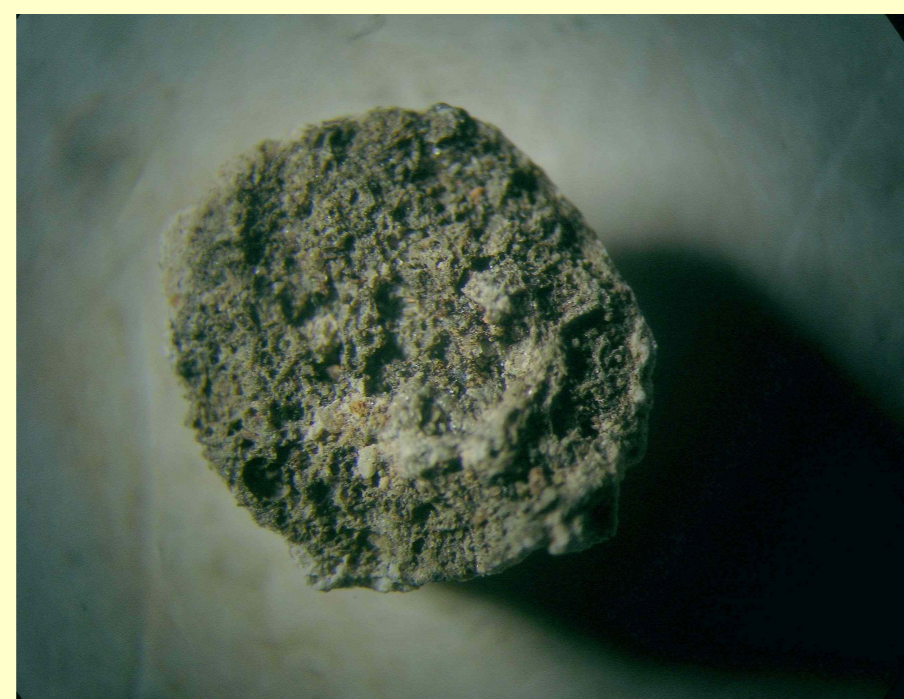
Chiemgau-Streifungsfeld: Lapillo mit metallischem Kern.

## Noch mehr Rundes ... Sphärulen



Sphärulen als Begleiter von Impakten sind weltweit bekannt. Man findet sie in Auswurfmassen und als Horizonte in Sedimentfolgen, wo sie in vielen Fällen erst auf einen Impakt in früheren geologischen Zeiten aufmerksam machen. Zunehmend wird ihre Bedeutung bei der geologischen Alters-Korrelation von Gesteinsfolgen erkannt. In der Regel stammen sie von feingewirbelten Schmelztröpfchen ab, die als Glaskügelchen abregnen. Metallische Impakt-Sphärulen hat man in 80 km Entfernung vom bekannten Meteor-Krater (Barringer-Krater) in Arizona gefunden. Kohlenstoff-Kügelchen sind mehr oder weniger gleichzeitig im Chiemgau-Streifungsfeld und in Nordamerika entdeckt worden. Dort werden sie in einen Zusammenhang mit dem vermuteten Jüngere Dryas-Impakt vor etwa 13 000 Jahren gebracht. Ähnlich können Kügelchen anderen Ursprungs aussehen: vulkanische Sphärulen, sedimentäre oder pedogene (pedogen: bei der Bodenbildung entstanden) Ooide und vor allem industriell entstandene Sphärulen. Eine Unterscheidung ist nicht in jedem Fall einfach, vor allem bei sehr alten, stark umgewandelten Sphärulen.

Impakt-Schmelzsphärulen aus Auswurfmassen der kreide-tertiär-zeitlichen Chicxulub-Impaktstruktur (Mexiko)



Sphärulen aus dem Chiemgau-Kraterstreifungsfeld (von links): magnetische Glas-Sphärulen (Stöttham-Impaktschicht) – aufgebrochene Sphärule aus der Stöttham-Impaktschicht mit Feinstsandkörnern in einem Glasgefüge – Kohlenstoff-Sphärulen von verschiedenen Fundorten (größte Sphärulen: 3 mm). Solche Kügelchen hat man zusammen mit Nanodiamanten in der Glaskruste von glasierten Geröllen aus dem Krater 004 nachgewiesen. – metallische Sphärulen von verschiedenen Fundorten – metallisch glänzende Sphärule mit exotischer Zusammensetzung aus mindestens 12 verschiedenen chemischen Elementen: von Kohlenstoff über Silizium bis Ytterbium (aus dem nördlichen Streifungsfeld).

## Noch mehr Kohliges – Impakt und Kohlenstoff

Kohlenstoff (C) ist neben Sauerstoff das bedeutendste Element der Biosphäre. In der Geologie ist er dagegen nicht besonders häufig und vor allem in gebundener Form in karbonatischen Gesteinen (Kalksteinen, Dolomiten, Mergeln, Marmor) vorhandenen sowie Bestandteil der fossilen Brennstoffe. Elementarer Kohlenstoff ist selten und tritt in Form von Graphit in metamorphen Gesteinen und als Diamant auf. Wissenschaftlich diskutierte Brücken zwischen dem Leben auf der Erde, seiner Entstehung, Impakten und der meteoritischen Gesteinwelt bildet ebenfalls der Kohlenstoff. Kohlenstoff ist im Kosmos weit verbreitet und kommt in Form besonderer Meteorite, der kohligten Chondrite, immer wieder zur Erde. Im größeren Maßstab könnten Kohlenstoffverbindungen als mögliche elementare Bausteine des Lebens durch Kometeneinschläge zur Erde gebracht worden sein. Kohlenstoff in fußballähnlicher Molekülstruktur, die sogenannten Fullerene, werden als Indikatoren für irdische Impaktereignisse angesehen, wenn sie in ihrer Fußball-Struktur extraterrestrische Gase eingefangen haben. Fullerene scheinen auch in Materie aus dem Weltraum die Reise zur Erde überlebt zu haben. Aber sie mögen sich auch unter den extremen physikalischen Bedingungen eines Impaktes auf der Erde bilden. Kohlenstoff als Graphit wird in vielen Meteoriten nachgewiesen, und in metamorphen Gesteinen bildet er das Ausgangsmaterial für die Entstehung von Diamanten in Meteoritenkratern/Impaktstrukturen (z.B. im Nördlinger Ries oder in der 100 km messenden Popigai-Impaktstruktur). Diamanten mit Größen bis hinunter in den Nanobereich (Nanodiamanten; 1 Nanometer = 0,000 001 mm) finden sich in Meteoriten und im kosmischen Staub. Nanodiamanten könnten sich auch bei den extrem hohen Drücken und Temperaturen eines Impaktes aus gewöhnlichem Kohlenstoff bilden. Bei diesen extremen Bedingungen ist es sogar möglich, dass der Kohlenstoff in Karbonatgesteinen aus seiner CO<sub>3</sub>-Bindung herausgelöst wird und dann als freier Kohlenstoff in Form von Kohlenstoffglas oder amorphem glasartigem Kohlenstoff zu finden ist.



Möglicher Beginn einer Impakt-Inkohlung: Holz, hier in einer Impakt-Brekzie vom Tüttensee-Krater.



Brocken einer Holzkohle-"Brekzie" aus fein zerriebenen und fest zusammengebackenen Holzkohlepartikeln. 1 cm Bildausschnitt.



Bröckelige aber harte, partiell glasartige kohlige Substanz mit wenigen Holzkohlepartikeln.



Geschichtete, sehr harte glasartige kohlige Substanz.



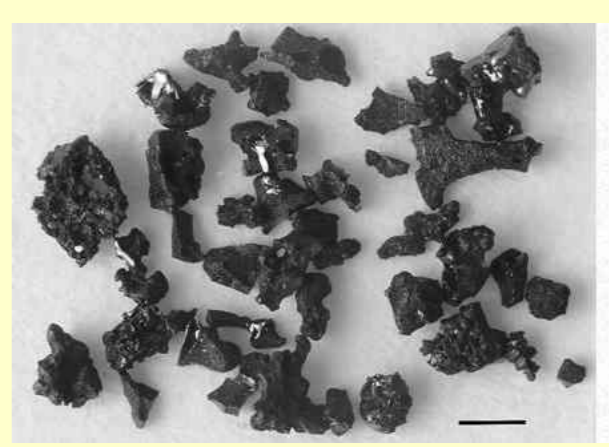
Schreibfähige, graphitartige Substanz mit magnetischen Eigenschaften vermutlich durch Beimengungen von Magnetit und/oder Eisensiliziden.

## Kurzzeit-Inkohlung beim Chiemgau-Impakt?

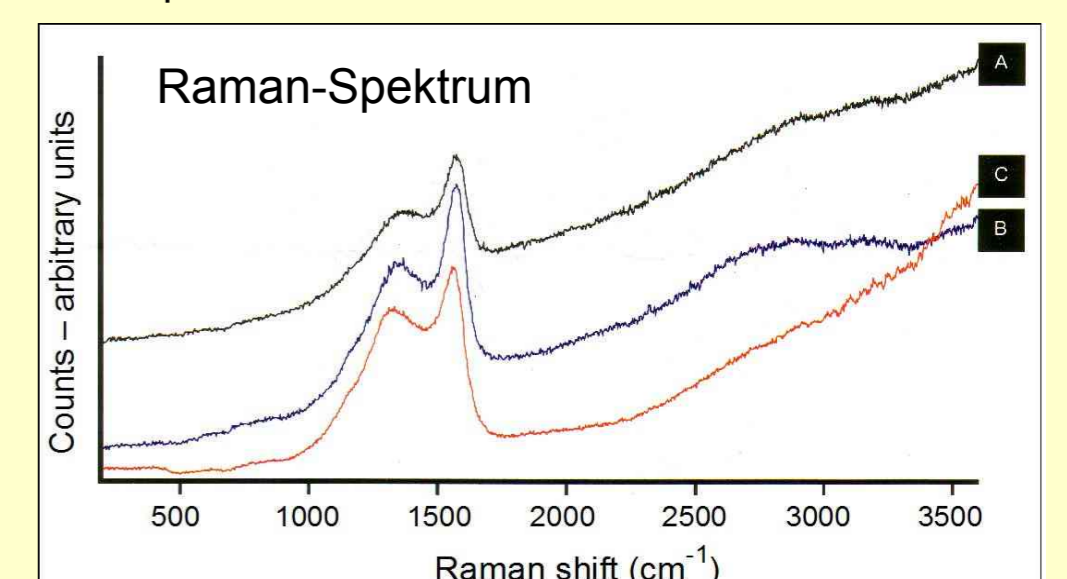
Mit Inkohlung bezeichnet man die Umwandlung von Pflanzenresten in Kohle bis hin zum Graphit, wobei der Anteil des Kohlenstoffs zunimmt. Druck und Temperatur sind maßgebliche Faktoren. In geologischen Zeiträumen führt die Inkohlung zu den Kohlelagerstätten auf der Erde; technisch kann sie aber innerhalb von Stunden durch Erhitzen von Biomasse in Druckbehältern nachgeahmt werden. Die Funde von erheblichen Mengen der verschiedensten Kohlevarietäten im gesamten Chiemgau-Kraterstreifungsfeld lässt den Gedanken aufkommen, dass beim Impakt durch die hohe kombinierte Druck- und Temperatureinwirkung auf die Vegetation innerhalb sehr kurzer Zeit ein Wandlungsprozess hat ablaufen können, der bei Holz und Torf begann und bis zum nachgewiesenen Graphit und möglicherweise in der höchsten Phase zu den Nanodiamanten geführt hat.

In dem Zusammenhang muss erwogen werden, ob nicht auch eine unmittelbare Schockmetamorphose organischer Substanz mit dem Resultat von glasartigem Kohlenstoff, der verbreitet im Streifungsfeld zu finden ist, stattgefunden hat. Vergleichbarer glasartiger Kohlenstoff tritt im Verbreitungsgebiet des angenommenen Jüngere Dryas-Impaktes in Nordamerika vor etwa 13 000 Jahren auf. In der mittelterziären großen Rubielos de la Cérica-Impaktstruktur in Spanien finden sich in einer Brekzie reichlich Partikel, bei denen z.T. noch der direkte Übergang von Holzkohle zu einem blasigen Kohlenstoffglas zu erkennen ist.

Rubielos de la Cérica-Impakt. Kohlenstoffpartikel mit direktem Übergang von Holzkohle in ein blasiges Kohlenstoff-Glas: vermutlich ein Schockeffekt.



Mit der Raman-Spektroskopie können Materialeigenschaften wie Zusammensetzung, Kristallinität und viele andere Parameter untersucht werden. Die hier gezeigten Raman-Spektren eines glasartigen Kohlenstoffs (Bild unten) aus dem Chiemgau-Streifungsfeld zeigt mit den beiden Peaks weitgehend ungeordneten Kohlenstoff in einem überwiegend amorphem Zustand. Sehr ähnliche Raman-Spektren eines gestörten Kohlenstoffs sind vom kohligten Chondriten Allende, von Kohlenstoff aus der Sudbury-Impaktstruktur und von experimentell geschocktem Graphit bekannt.



Im Zusammenhang mit dem Chiemgau-Impakt tritt Kohlenstoff weit verbreitet in bekannten, ungewöhnlichen und exotischen Formen auf.