

Ein Rundwanderweg um den Tüttensee-Krater: größter an Land gelegener Krater im Streufeld des Chiemgau-Impaktes.

A circular route around the Lake Tüttensee crater: largest crater on land of the Chiemgau impact strewn field.

Seit September 2010 gibt es um den Tüttensee-Krater herum einen mit acht erläuternden Tafeln (zweisprachig deutsch - englisch) zum Chiemgau-Impakt ausgeschilderten Rundwanderweg. Nachfolgend werden alle Schilder einzeln präsentiert.



Since September 2010, a circular route around Lake Tüttensee crater has been installed comprising eight illustrating wall charts (bilingual German - English) related with the Chiemgau impact. Hereinafter, the individual posters are being presented.

Der Tüttensee-Rundwanderweg

The Lake Tüttensee circular route

1

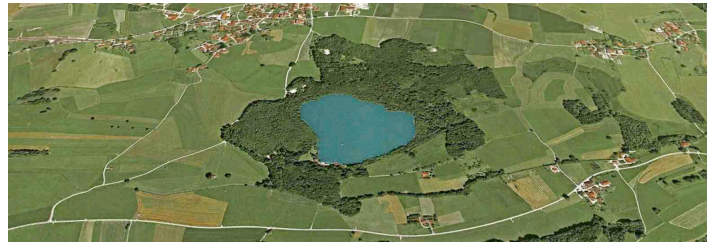
Meteoritenkrater Tüttensee

Nach dem gegenwärtigen Stand der Forschung ist der Tüttensee Teil eines Meteoritenkraters mit 600 m Durchmesser, der zu einem ganzen Streufeld von über 80 Kratern im Gebiet zwischen Burghausen/Altötting und dem Chiemsee gehört. Der Einschlag des kosmischen Körpers (Chiemgau-Impakt) geschah in der Bronze-/Keltenzeit vor wenigen 1000 Jahren, als das Gebiet schon dicht besiedelt gewesen sein muss, und führte zu einer Naturkatastrophe unvorstellbaren Ausmaßes.

Die Streuellipse gehört zu den größten Meteoritenkrater-Streufeldern auf der Erde und mag als das gegenwärtig bedeutendste angesehen werden. Eine Besonderheit stellen mit den Kratern zusammen auftretende extrem seltene Minerale und andere eigenartige Stoffe sowie viele weitere Begleiterscheinungen aus Geologie, Archäologie und Heimatkunde dar, was ein weltweit einzigartiges Phänomen begründet.

Liebe Wanderin, lieber Wanderer, niemand wird es Ihnen verübeln, wenn Sie hier und da einen Brocken aufheben, um ihn sich genauer anzuschauen, und wenn Sie zum Andenken einen hübschen Stein einstecken möchten, haben wir absolutes Verständnis. Bedenken Sie aber bitte, dass Sie sich auf einem Privatgelände befinden und darüber hinaus in einem Landschaftsschutzgebiet. Also bitte keine Grabungen und bitte keine Taschen und Rucksäcke mit Steinen vollstopfen. Die Natur und die Wissenschaft werden es Ihnen danken.

PRIVATER
BESITZ



Die aufgestellten Poster (siehe unten links den Lageplan), die nicht in der Folge der Nummerierung erwandert werden müssen, schildern unter anderem

-- die andauernde

Auseinandersetzung über die Entstehung des Tüttensees mit der alten Ansicht der Geographen und Geologen zur Toteissenke und dem neuen Modell des Meteoritenkraters (2),

-- das Chiemgau-Impaktsstreufeld im Vergleich mit anderen Meteoritenkrater-Streufeldern auf der Erde (3),

-- die ganz besonderen Gesteine des Tüttensee-Areals, die beim Einschlag entstanden (4), und

-- die Entstehung und die Besonderheiten des Ringwalls des Tüttensee-Kraters (5).

Vor Ihnen, bei der Seewirtschaft, finden Sie noch einmal ein großes Poster, das die Besonderheiten dieses einmaligen Naturereignisses zusammenfasst.

Weit tiefere Einblicke erhalten Sie, wenn Sie in Grabenstätt das kleine Impaktmuseum besuchen und sehr viel mehr über den Chiemgau-Impakt mit vielen großformatigen Postern und Vitrinen voll von Anschauungsmaterial zu Geologie, Mineralogie, Astronomie und Impaktforschung, aber auch Einschlägiges zur Heimatkunde erfahren. Bis in die griechische Mythologie werden Verbindungen aufgezeigt. Unten finden Sie nähere Angaben zu den Öffnungszeiten.

The mounted posters (see location map below) that need not be discovered on foot in numerical order, describe among others

-- the persistent debate on the origin of Lake Tüttensee implying the old opinion of geographers and geologists about its glacial dead ice formation and the new model of a meteorite crater (2),

-- the Chiemgau impact strewn field in comparison with other terrestrial meteorite crater strewn fields (3),

-- the peculiar rocks of the Lake Tüttensee area that were formed in the impact event (4), and

-- the origin and special features of the Lake Tüttensee rim wall (5).

Ahead, at the small restaurant, you are confronted again with a large poster that summarizes the peculiarities of this unique natural phenomenon or, if you prefer, natural disaster.

Far more insight is provided by the little impact museum found at the Grabenstätt town hall. There, many large-sized posters and show cases full of illustrative material about geology, mineralogy, astronomy and impact research, but also about matters related to local history are presented. And there are connections right up to Greek mythology.

Details on opening hours are given below.

Lake Tüttensee meteorite crater

According to the current state of the art Lake Tüttensee is part of a 600 m-diameter meteorite crater that belongs to a whole strewn field of more than 80 craters in the southeast Bavarian region between the towns of Burghausen and Altötting and Lake Chiemsee. The impact of the cosmic body (Chiemgau impact) occurred a few 1,000 years ago, in the Bronze Age/Celtic period and affected a region already densely populated.

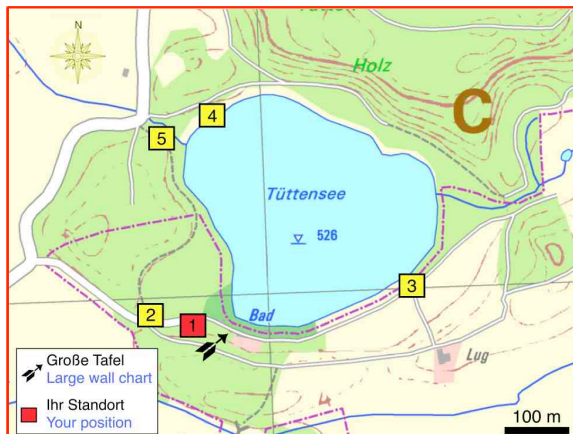
The strewn ellipse belongs to the largest meteorite crater strewn fields on Earth and might be considered the currently most important one. Extremely rare minerals and other exotic substances occur together with the craters, and many peculiarities from geology, archeology and local history add to the phenomena constituting a worldwide unique site.

Dear hiker, nobody under the sun will resent you for picking up a cobble here and there to take a closer look at it, and it is fully appreciated if you wish to pocket a beautiful stone as a souvenir. Please, consider however that you are moving on private property and, moreover, in a protected landscape. Well, not any digging, please, and not any bulging pockets and backpacks full of rocks. Nature and science will thank you for your cooperation.

PRIVATE
PROPERTY

Einrichtung von Museum und Wanderweg durch CIRT (Chiemgau Impact Research Team) und Gemeinde Grabenstätt.
Installation of museum and route by CIRT (Chiemgau Impact Research Team) and Grabenstätt municipality.

Internet www.chiemgau-impakt.de
Internet www.chiemgau-impact.com



Die Schlossökonomie hinter dem Rathaus (oben) mit dem Eingang zum Chiemgau-Impaktmuseum.
In the backyard of the town hall (top): the entrance to the Chiemgau impact museum.

Grabenstätt:
Chiemgau-Impakt-
museum
Chiemgau impact
museum



Ein Blick in den
Ausstellungsraum.
A look into the showroom.

Öffnung (zugänglich über Tourist-Information, Rathaus/Schlossökonomie) Saison (Mitte Mai - Mitte September): Mo. - Do. 9:00 - 12:00 und 14:00 - 16:00; Fr. 9:00 - 12:00; Sa., So. 14:00 - 16:00. Nebensaison (Mitte September - Mitte Mai): Mo. - Fr. 9:00 - 12:00, Do. auch 13:30 - 16:00; 1. und 3. Sonntag 14:00 - 16:00; für Gruppen auch auf Anfrage (Tel. 08662-419680).

Opening (entrance via Tourist Information, backyard of the town hall) mid-May to mid-September: Monday - Thursday 9-12 a.m. and 14-16 p.m., Friday 9-12 a.m., Saturday, Sunday 14- 16 p.m. Mid-September to mid-May: Monday - Friday 9-12 a.m., Thursday 9-12 a.m. and 1:30-16 p.m.; 1st and 3rd Sunday 14-16 p.m.; groups also on demand (Tel. +49 8662 419680).

Der Tüttensee-Rundwanderweg

The Lake Tüttensee circular route

2

Der Tüttensee, sein geologischer Rahmen, die Eiszeit und die Frage der Toteislöcher

Der topographische und geologische Rahmen für das Chiemgau-Impaktereignis ist das eiszeitlich geprägte Alpenvorland. Die Karte rechts zeigt in einer stark vereinfachten Darstellung die Linie, die den weitesten Vorstoß des Gletschereises der letzten (Würm-)Vereisung vor ganz grob 10000 Jahren markiert. Sie zerteilt das Kraterstreufeld in zwei nahezu gleich große Bereiche. Das bedeutet, dass Krater im Gebiet der letzten Vereisung aber auch im selben Maße in den großen Schotterebenen und in den Arealen der älteren Vereisung angelegt wurden. Das ist ein wichtiger Punkt in der Diskussion um einen immer wieder behaupteten Eiszeitsprung der Krater.

Die Toteis-Diskussion

Die Debatte über die Entstehung des Tüttensee ist die klassische Debatte in der Wissenschaft. Für Geologen ist die Hohlform seit undenklichen Zeiten eine Toteissenke (siehe rechts). Insbesondere für lokale Geologen und Quartärgeologen aus der Region, die mit der Eiszeitgeologie sozusagen groß geworden sind, ist das Gesetz. Und dieses Gesetz wird offensichtlich gebrochen, als plötzlich eine Forschergruppe da ist, die die alte Deutung verwirft und eine neue Hypothese über die Entstehung vertritt. Diese Debatte mit der schroffen Ablehnung des Meteoriteneinschlages wird umso mehr verständlich, weil die lokalen und regionalen Geologen mit einem neuen geologischen Modell konfrontiert werden, das ihnen völlig fremd ist: Ein Großmeteoriteneinschlag mit all seinen fremden Parametern wie extreme Kurzzeitigkeit von Gesteinsbewegungen bei extremen Drücken und extremen Temperaturen. Aber es gibt auch kritischere Stimmen aus der Eiszeitgeologie, die kein gutes Haar an der Toteis-Theorie der Geologen und Geographen lassen, die seit Generationen die Spekulation über Toteislöcher aufrecht erhalten, ohne je einen Beweis für Glazialität vorgelegt zu haben. Und so ist es auch beim Tüttensee: Bis heute gibt es nicht mal in Ansätzen geologische Befunde für ein Toteisabschmelzen mit dem Nachsacken von Gletscherschutt.

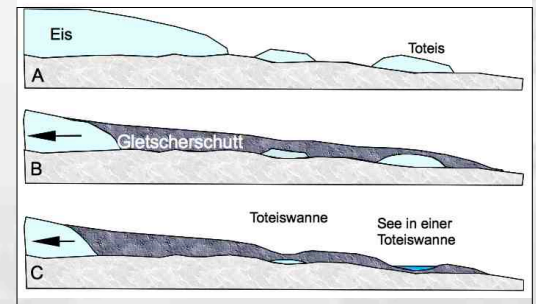
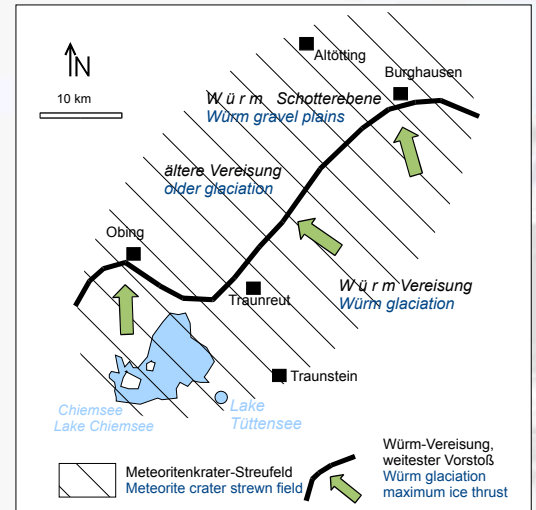
Meteoritenkrater haben seit 100 Jahren für wissenschaftlichen Streit gesorgt, und fast stets gibt es dieselbe Ausgangssituation. Seit Generationen haben Geologen runde Strukturen für vulkanische Explosionskrater, tektonische Strukturen, Einbruchskrater usw. gehalten, und dann kommt plötzlich die Idee auf, dass ein Meteoritenkrater die Befunde viel besser erklären kann, was von den örtlich und regional tätigen Geologen fast immer heftigst abgelehnt wird. Das beste Beispiel ist der Ries-Impaktkrater (das Nördlinger Ries) gewesen, nur 200 km von hier entfernt.

Lake Tüttensee, its geologic setting, the glacial period, and the issue of the dead ice holes

The glacially shaped Alpine Foreland is the topographic and geologic scope for the Chiemgau impact event. In a strongly simplifying plot, the map to the right shows the line of maximum ice thrust in the Würm glaciation roughly 10,000 years ago. The line features an almost fifty-fifty divide of the crater strewn field implying that craters are located in the area of the last glaciation but likewise in the extensive Würm gravel plains and in the areas of the older glaciation. This is a prominent item because of the mantra-like claim of critics of the impact event that the craters are kettle holes and have all originated from the glaciation.

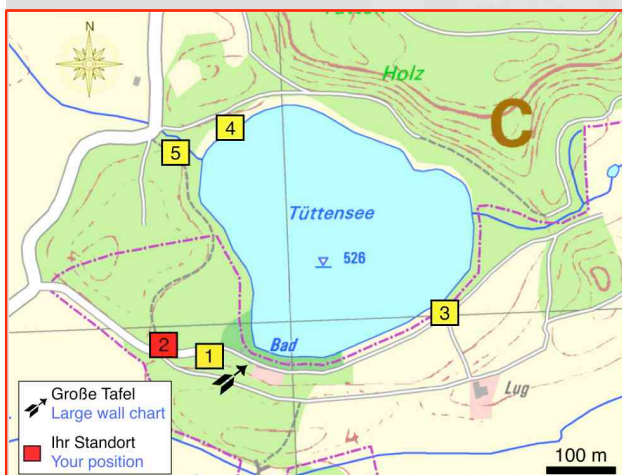
The dead ice debate

The debate on the origin of Lake Tüttensee is the classic debate in science. For geologists, it is a dead ice depression (see explanation to the right) from times immemorial. Particularly for local geologists and regional Quaternary geologists quasi grown up with glaciation geology, the dead ice origin is law. And this law is obviously broken when there is suddenly a group of researchers that discards the old interpretation and advocates a new hypothesis on the Lake Tüttensee formation. This debate with the harsh rejection of a meteorite impact is even more understandable since the local and regional geologists are confronted with a new geological model completely strange to them: the impact of a large meteorite exhibiting all its alien parameters like extremely short-term rock movements, extreme pressures and extreme temperatures. But there are also strictures to be heard from glacial geologists who pick the dead ice theory to pieces that geologists and geographers have maintained since generations as a speculation without having ever presented any glacial evidence. And such is the case with Lake Tüttensee: Until today there is not the faintest geologic evidence for a dead ice melting combined with collapse of glacier debris. Since 100 years, meteorite craters have raised scientific controversies, and nine times out of ten the same initial situation occurs. For generations, geologists have considered circular structures to be volcanic explosion craters, tectonic structures, collapse craters etc, and all of a sudden the idea arises that a meteorite crater, an impact origin, is able to explain the observations much better, almost immediately fiercely rejected by local and regional geologists. The Ries impact crater (Nördlinger Ries) only 200 km apart from here has been the best illustration.



Die Phasen der Entstehung von Toteislöchern. Beim Stillstand und Rückzug von Gletschern können sich Eiskörper ablösen (A) - sie sind "totes Eis". Werden diese isolierten Toteiskörper mit von Flüssen hertransportiertem Gletscherschutt zugedeckt und gegen Wärme und Sonneneinstrahlung abgeschirmt, können sie über lange Zeiträume im Untergrund erhalten bleiben (B). Beim endgültigen Zusammenschmelzen sackt der Gletscherschutt nach, und es bilden sich Wannen - die Toteislöcher (C).

Stages of the formation of dead ice depressions. Upon standstill and retreat of a glacier, ice bodies may separate (A) - they are "dead ice". On burial by fluvial glacier deposits, they get isolated from warming and sun radiation and thus can survive for a long time (B). Final melting of the ice causes the fluvial deposits to sink, and depressions - the dead-ice depressions - are formed (C).



Toteis unter Sander-Ablagerungen. Island. Sander sind Flächen von ausgewaschenen Gletscher-Schmelzwassersedimenten.

Dead ice below sandur deposit. Iceland. A sandur deposit is a meltwater outwash from glaciers.



Seen in einer Toteis-Landschaft auf Island. Lakes in a dead ice landscape on Iceland.

Der Tüttensee-Rundwanderweg The Lake Tüttensee circular route

3

Meteoritenkrater-Streifelder

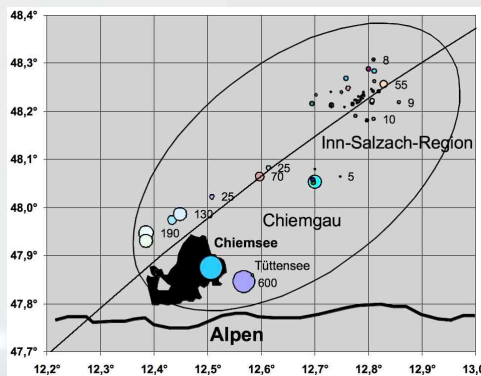
Ein Kraterstreufeld entsteht, wenn ein kosmischer Körper beim Eintritt in die Erdatmosphäre zerbricht. Massive Eisen- und Steinmeteorite erzeugen im allgemeinen sehr kleine Kraterfelder, während Kometen oder locker gebundene Asteroiden vermutlich auch sehr ausgedehnte Felder hinterlassen können, besonders dann, wenn sie bereits vor der Annäherung an die Erde eine Zerlegung erfahren haben, möglicherweise durch Gravitationskräfte anderer Planeten. Man kennt sehr große Meteoritenstreufelder (z.B. Gibbeon, Namibia, 390 km x 120 km; Jilin, China, 67 km x 10 km), die allerdings keine Impaktkrater aufweisen.

Charakteristisch für Meteoritenkrater-Streifelder ist die im allgemeinen elliptische Erstreckung mit einer grob systematischen Verteilung der Kratergrößen. Das hängt mit der in den meisten Fällen flachen Eintrittsbahn zusammen, was zu einer Sortierung der Fragmente hinsichtlich ihrer Größe führt: die kleinen werden am stärksten abgebremst und fallen frühzeitig, während die größeren entsprechend weiter fliegen. Aus der Verteilung der Kratergrößen lässt sich dann meist recht gut die Einfugrichtung des Impaktors ermitteln.

Das Kraterstreufeld des Chiemgau-Impakts

Das Chiemgau-Impakstreufeld ist ungewöhnlich bemerkenswert, was in der Zusammenschau sowohl die Anzahl der Krater (bisher über 80), die Größe einzelner Krater, die Ausdehnung (ca. 60 km x 30 km) (siehe Bild rechts) und die vielen Begleitphänomene anbetrifft.

Die ungewöhnliche Größe des Chiemgau-Feldes ist immer wieder Anlass gewesen, den Impaktursprung grundsätzlich in Frage zu stellen. Einige Impaktforscher behaupten steif und fest, dass niemals eine derart große Streuellipse bei einem Einschlag auf der Erde entstehen könne. Z.B. sei beim Aufbrechen eines Großmeteoriten allenfalls eine 1 km breite Ellipse möglich. Das mag bei Computerberechnungen für einen festen Körper zutreffen. Der Chiemgau-Impaktor ist aber sehr wahrscheinlich ein sehr locker gebundener Körper gewesen, ein Kometenkern oder eine Art locker gebundener schuttartiger Asteroid. Außerdem ist das Krater-Streufeld von Campo del Cielo mindestens 5 km breit. Noch wesentlich größer (27 x 15 km²) ist auch das erst im September 2009 veröffentlichte Bajada del Diablo-Streufeld in Argentinien. Dessen Entdecker ziehen den Chiemgau-Impakt zum Vergleich heran und meinen ebenfalls, dass als Impaktor ein Komet oder ein locker gebundener Asteroid in Frage kommt, um das riesige Impaktareal zu erklären.



Die Streuellipse des Chiemgau-Impakts. Die Krater sind nicht maßstabsgetreu aber ganz grob in der Größenrelation gezeichnet. Mit den Zahlen werden einige tatsächliche Durchmesser (Meter) vermittelt.

The Chiemgau impact crater strewn field. The craters are not drawn to scale, but the relative sizes more or less hold true. The numbers attached to a few craters are the true diameters (in meters).

Beispiele für kleinere Krater mit Ringwall aus dem Chiemgau-Impakstreufeld.

Examples of smaller rimmed craters from the Chiemgau impact strewn field.



Meteorite crater strewn fields

A crater strewn field is formed when a cosmic projectile fragments on entering the Earth's atmosphere. Massive stony or iron meteorites in general produce small-sized crater fields while comets or loosely bound asteroids are thought to be able to leave very expansive fields especially in case they got disintegrated already before approaching Earth, perhaps induced by gravity forces of other planets. Very large iron meteorite strewn fields are known (e.g., Gibbeon, Namibia, 390 km x 120 km; Jilin, China, 67 km x 10 km) however without the formation of impact craters.

A characteristic property of meteorite crater strewn fields is their in general roughly elliptical shape. This is due to the in most cases oblique trajectory of the incoming impactor and a sorting of the fragments according to their size, the smaller ones decelerating stronger and falling earlier than the larger ones. Correspondingly the crater show a rough diameter-graded distribution in the field allowing to deduce the direction of entering of the impactor.

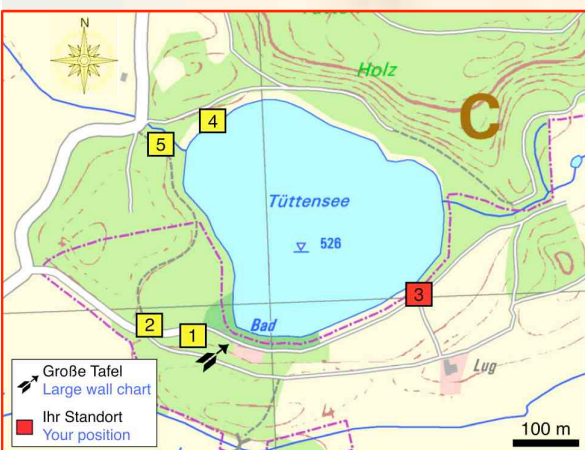
The Chiemgau impact crater strewn field

The Chiemgau strewn field is unusually remarkable with regard to the number of craters (so far more than 80), to the size of individual craters, to the extent (c. 60 km x 30 km) (see image to the left), and to the many accompanying phenomena.

The unusually large size of the strewn field has always caused to question the impact origin basically. There are a few impact researchers who absolutely insist that a strewn field of such an extent can never be formed upon impact on Earth. The breakup of a large meteorite can produce an ellipse only 1 km wide at best. This may hold true for computer simulations and considering a solid body. The Chiemgau impactor, however and as always emphasized, was a loosely bound object like a comet nucleus or a loosely bound rubble pile asteroid. Obviously also the 5 km wide Campo del Cielo meteorite crater field slipped the attention of the computer. Even much larger (27 km x 15 km) is the Bajada del Diablo impact strewn field in Argentina first published in September 2009. The discoverer compare Bajada del Diablo with the Chiemgau strewn field and also suggest a comet or a loosely bound asteroid to have been the impactor in order to account for the large impact area.



Das Meteoritenkrater-Streufeld von Morasko (Polen) westlich vom Ort im Waldgebiet und der größte der Krater. The Morasko (Poland) meteorite crater strewn field west of the town in the forestal area, and the largest crater.



Meteoritenkrater aus anderen Streufeldern. Meteorite craters from other strewn fields.



Das Meteoritenkrater-Streufeld von Kaali (Estland) und der größte der Krater mit 110 m Durchmesser. The Kaali (Estonia) meteorite crater strewn field, and the largest 110 m-diameter crater.

Der Tüttensee-Rundwanderweg

The Lake Tüttensee circular route

4

Die besonderen Gesteine des Tüttensee-Kraters

Lange bevor der Tüttensee ins Blickfeld eines großen Meteoriteneinschlags geriet, war er Heimatforscher schon wegen seiner untypischen Merkmale in der von der Eiszeit geprägten Landschaft aufgefallen. Das betraf einen den See umschließenden Ringwall, der plötzlich und scharfgeschnitten aus der Verlandungsebene des Chiemsees aufragt, und die häufigen Funde sehr ungewöhnlicher, heftigst deformierter Gerölle unter den Gesteinen, die den Wall aufbauen, viele von ihnen mit Anzeichen von Erhitzung. Unerklärlich war auch, dass das unmittelbare Umfeld des Tüttensees, an sich ein idealer vorgeschichtlicher Siedlungsplatz, vollkommen frei von Bronzezeit-Artefakten war, wohingegen in weiter entfernten Arealen Funde der Bronzezeit eher überreichlich zu konstatieren waren. Viel später, als der Meteoriteneinschlag zu einer ernstzunehmenden Hypothese geworden war, gaben diese Eigentümlichkeiten plötzlich Sinn.

Typische Gesteine, die im Bereich des Ringwalls gesammelt werden konnten und die Merkmale des Impakts tragen, sind in den Bildern rechts zusammengestellt. Ganz offensichtlich haben die Gesteine nichts mehr gemein mit den wohlgerundeten alpinen Geröllen, die von eiszeitlichen und nacheiszeitlichen Flüssen transportiert wurden. Kritiker des Chiemgau-Impaktes und des Impaktursprungs für den Tüttensee behaupten, dass da überhaupt kein Unterschied sei und dass die deformierten, zerquetschten und scharfkantig zerbrochenen Gerölle von den Alpen heran transportiert wurden. Aber sie unterlassen es zu erklären, wie denn diese Gerölle in diesem Zustand einen Transport in einem reißenden Fluss auch nur 100 m überleben konnten. Und sie bleiben auch eine Antwort schuldig, warum man derart maltratierte Gerölle nur hier im Streufeld des Impaktes findet, während sie sonst in den Flussablagerungen des Alpenvorlandes fehlen. Auf dem Schild 5 wird erklärt, warum das Material des Ringwalls beides, sowohl gut gerundete Gerölle als auch die heftigst deformierten Gesteine enthält.

Heute fällt es schwer, diese eigenartigen Gesteine noch zu finden, weil Gesteins- und Mineraliensammler ganze Arbeit geleistet haben, seit der Tüttensee in den Medien als Meteoritenkrater herausgestellt wurde. Es wird berichtet, dass Autos mit Nummernschildern sogar aus Italien, bis oben hin gefüllt mit Geröllen, den Tüttensee-Parkplatz mit x-beinig gestellten Rädern verließen.

Die Schwimmsteine vom Tüttensee

Vor 50 Jahren war es am Tüttensee ein beliebtes Spiel bei Kindern, schaumig-poröse, federleichte Steine (Bild A), die in größeren Mengen um den Tüttensee herum auftraten, in das Seewasser zu werfen und darauf zu wetten, wessen Stein am längsten schwimmen blieb, bevor er sich vollgesogen hatte. Diese Schwimmsteine müssen auch der Grund dafür gewesen sein, dass noch früher, vielleicht in den 30er und 40er Jahren, ein Einheimischer aus Grabenstätt immer wieder vom Tüttensee-Vulkan sprach und geradezu verwessen war - wie man erzählt - Fachleute dazu zu bewegen, sich das Gelände am Tüttensee und die Gesteine dort anzuschauen. Das mit dem Vulkan erscheint nicht abwegig, wenn man die vielfach zum Verwechseln ähnliche Ausbildung von Schwimmsteinen und vulkanischem Bimsstein beachtet. Heute wissen wir, dass die Schwimmsteine nichts anderes als Schmelzgesteine sind, die beim Chiemgau-Impakt vermutlich durch das Aufschmelzen von Seeton entstanden. Darauf deuten zumindest mineralogische Untersuchungen unter dem Mikroskop und Experimente durch das CIRT. Sie machen auch eindeutig klar, dass die Schwimmsteine nicht mit Hochofenschlacke verwechselt werden dürfen, da sie vollkommen metall- und erzfrei sind. Die leichtfertige Verwechslung, selbst von Geologen der Region vorgebracht, bezieht sich darauf, dass beides, Schwimmsteine und Eisenschlacke (Ob die wohl auf Wasser schwimmt?), in früheren Zeiten zum Hausbau verwendet wurden. Weit mehr noch zu den Schwimmsteinen bringt das Impaktmuseum in Grabenstätt. Im Gelände sind sie praktisch nicht mehr zu finden.

Long before Lake Tüttensee became considered a meteorite crater, it had raised some attention because of its very untypical properties in the glacial landscape. These included a rim wall abruptly emerging from the Lake Chiemsee silting-up lowlands and enclosing the lake, and the abundant finds of very unusual, strongly deformed cobbles and boulders among the rocks forming the rim wall, many with indication of heat effects. Strange, too, was the fact that the immediate surroundings of Lake Tüttensee, in principle an ideal settlement site, were absolutely void of Bronze Age finds, while at some distance Bronze Age artifacts could be sampled in abundance. Much later when the meteorite impact became a serious hypothesis these peculiarities quite suddenly made sense.

Typical rocks that could be sampled from the rim wall and giving evidence of the impact are shown in the images to the right. Obviously, these rocks have no longer much in common with the well rounded Alpine cobbles having been transported by glacial and postglacial rivers. Critics of the Chiemgau impact and of the impact origin for Lake Tüttensee claim that there is not any difference and that the deformed squeezed and fractured cobbles have been transported from the Alps. But they fail to explain how these cobbles could survive in this condition even one hundred meters in a rapid stream. They are also unable to explain why these severely damaged cobbles are found only in the strewn field of the impact but are lacking otherwise in the riverine sediments of the Alpine Foreland. On Poster 5 it is explained why the rim wall material is composed of both well-rounded and heavily deformed cobbles.

Today, you will have difficulties to find any more of the peculiar cobbles, because rock hunters did a good job since Lake Tüttensee had been presented in the media as a meteorite crater. Cars filled to top with cobbles have been reported, even from as far as Italy, leaving Lake Tüttensee with knock-kneed wheels.

The Lake Tüttensee crater and its peculiar rocks

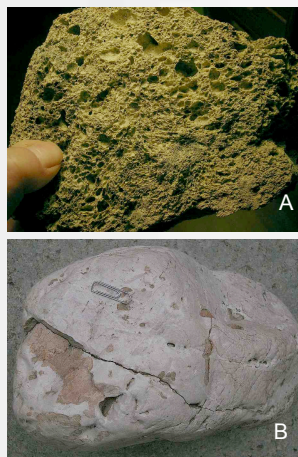


Deformierte, scharfkantig zerbrochene Gerölle aus dem Tüttensee-Ringwall.
Strongly deformed and sharp-edged fractured cobbles from the Lake Tüttensee rim wall.

The Lake Tüttensee swim stones

Some 50 years ago a very popular game was played by children at Lake Tüttensee. They threw foamy-porous, feather-weight rocks (Image A) quite abundant around the lake into the water betting on whose stone would, after water logging, sink last. These "swim stones" must also have been the reason why even earlier, maybe in the thirties or forties, a local inhabitant of Grabenstätt again and again was speaking of the Lake Tüttensee volcano and, as they say, was hellbent on inviting experts to visit Lake Tüttensee and its rocks (who never came). The volcano concern was not odd at all with regard to the appearance of swim stones and volcanic pumice being the splitting image of each other in many cases.

Today we know the swim stones are melt rocks that were formed in the Chiemgau impact event probably by fusing of clayey lake sediments. This is indicated by mineralogical thin-section investigations under the microscope and by respective lab experiments. These analyses also clearly show that the swim stones must not be confused with blast furnace slag because the swim stones are completely void of metals and ore. The inconsiderate confusion even by local geologists is related with the fact that in earlier times both impact melt rocks and slag stones (we wonder if slag from iron smelting is swimming on water?) were used as building stones in the region. Far more about the swim stones is to be learned in the Grabenstätt little impact museum. In the field, they virtually cannot be found any longer.

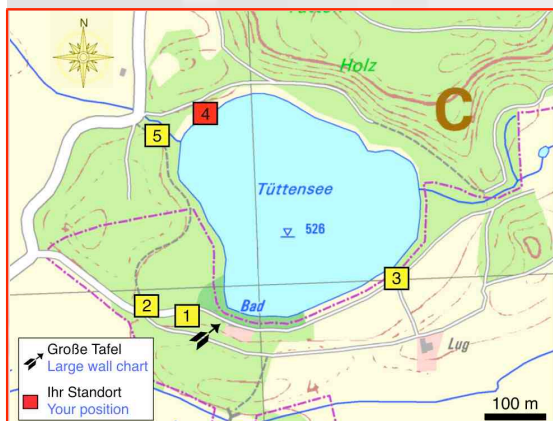


Die Glassteine vom Tüttensee

Noch viel seltener als die Schwimmsteine sind eigenartige glasummantelte Gerölle wie sie das Bild B zeigt, und wir können Sie beim besten Willen nicht dazu ermutigen, danach zu suchen. Die Glashaut ist nur Bruchteile eines Millimeters stark und zeigt erstaunlicherweise rundherum nicht die geringsten Kontaktstellen. Eine Entstehung der Glashaut in einem Ofen welcher Art auch immer kann deshalb vernünftigerweise ausgeschlossen werden. Eine Bildung könnte so ausgesehen haben: Das große Geröll wurde beim Impakt aus dem sich erweiternden Tüttensee-Krater unter hoher Geschwindigkeit ausgeschleudert und durchflog die überhitzte Impakt-Explosionswolke von vielleicht mehreren 1000°C. Bei der Rückkehr schreckte die dabei entstandene Schmelzhaut zu Glas ab, das bereits fest war und keine Kontakteindrücke mehr zuließ, als das Geröll wieder auf der Erde landete. Das glasummantelte Geröll in B ist ein quarzitisches gebundener feinkörniger Sandstein vom Tüttensee-Areal. An den dunkleren Stellen ist die Glashülle abgeplatzt.

The Lake Tüttensee glass stones

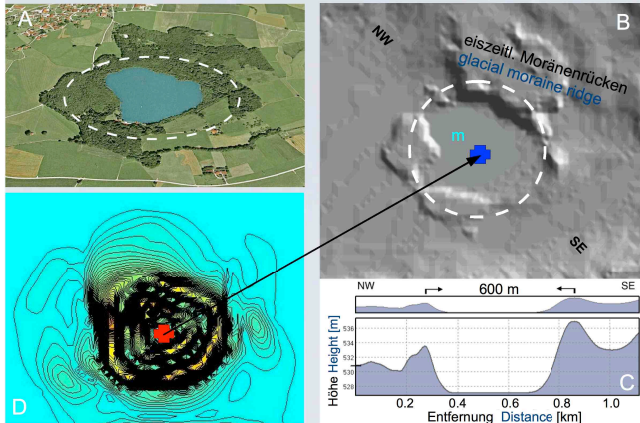
Even much rarer than the swim stones are peculiar glass-coated cobbles as shown in the image B, and we cannot encourage you to become a lucky finder. The glass coating is as thin as the fraction of a millimeter and amazingly enough doesn't show the umbrage of a contact all around. Hence, a formation of the glass in a furnace of whatever kind can reasonably be excluded. We suggest the boulder was ejected from the expanding Lake Tüttensee impact crater under high velocity and entered the super-heated impact explosion cloud of maybe several 1,000°C where it got a superficial melting. On returning, the melt quenched to glass that solidified before emplacement of the cobble on the ground leaving not any contacts in the glass coating. The glass-coated boulder (Image B) from the Lake Tüttensee area lithologically is a quartzite-bound fine-grained sandstone. At the darker spots the glass coating has flaked off.



Der Tüttensee-Rundwanderweg The Lake Tüttensee circular route

5

Der Tüttensee-Ringwall und seine Bildung The Lake Tüttensee rim wall and its formation



Der Tüttensee-Ringwall und charakteristische Merkmale: A. Der Krater in Google Earth perspektivischer Ansicht mit markierter Walkrone. Man sieht, dass der See nur einen Teil des Kraters überdeckt. B. Relief vom Tüttensee-Krater und seinem Ringwall. Das blaue Kreuz markiert den Mittelpunkt des Kreises, der die Walkrone nachzeichnet. Der Punkt ist nicht identisch mit dem Seezentrum und liegt auch nicht über der größten Wassertiefe (m). C. Topographischer NW-SE-Schnitt über den Tüttensee-Krater, der einen 600 m-Durchmesser für die Walkrone des Ringwalls vermittelt. D. Gravimetrische Karte (zweite horizontale Ableitung) des Tüttensee-Areals, die die interne Struktur mit Massendefizit im Untergrund beschreibt.

Interessant ist die Feststellung, dass genau das Zentrum der gravimetrischen Anomalie (das rote Kreuz) genau mit dem Mittelpunkt des Kreises für die Walkrone zusammenfällt (B) und andere oberflächliche unregelmäßige topographische Gegebenheiten "ignoriert". Wäre der Tüttensee ein Toteisloch, das vom Abschmelzen eines mehrere 100 m großen Eisblocks abstammen würde, wäre es äußerst merkwürdig, dass sich ein mehr oder weniger kreisrundes Massendefizit im Untergrund gebildet haben soll, dessen Zentrum akkurat mit dem Mittelpunkt eines Ringwalls zusammenfällt, der die abschmelzende Eismasse einkreist.

The Lake Tüttensee rim wall: various aspects. A. The crater seen in Google Earth perspective, the rim wall crest being encircled. It is evident that the lake overspreads only part of the crater structure. B. Relief map of the Lake Tüttensee crater and its rim wall. The blue cross marks the center of the circle delineating the rim wall crest, which is not the center of the lake and does not correspond with maximum water depth (m). C. Topographic NW - SE cross section of the Lake Tüttensee crater revealing a 600 m-diameter rim wall crest. D. Gravity map (horizontal second derivative) of the Lake Tüttensee area describing the internal structure of the mass deficiency of the crater.

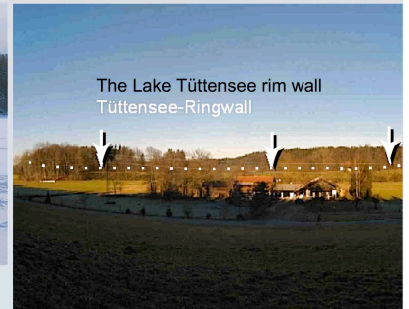
It is interesting to note that the very center of the gravity anomaly (red cross) exactly corresponds with the center of the rim crest circle (B) and "ignores" the other superficial topographic irregular features. If the Lake Tüttensee hole were a dead ice depression having originated from the melting of a several hundred meters big ice block, it would be extremely curious that there formed a more or less circular mass deficit at depth with its center precisely accurate at the midpoint of a ring wall encircling the ablating ice mass.

Warum besitzt der Tüttensee-Ringwall eine merklich unregelmäßige Gestalt?

Beginnen wir mit dem Impact selbst, so gibt es Anzeichen dafür, dass das einschlagende Projektil bereits aus mehreren Teilen bestand, ehe es den Krater erzeugte, was besonders die Karte der Gravimetrie im obigen Bild (D) vermittelt. Genau ein solches bereits zerbrochenes Projektil nimmt man für den Einschlag an, der den größten Meteoritenkrater im Henbury-Streufeld in Australien produzierte. Im Satellitenbild (unten) erscheint der Henbury-Meteoritenkrater nahezu als eine Kopie des Tüttensees. Unmittelbar nach dem Impact dürften riesige Flutwellen aus dem Chiemsee, in den nach neuesten Untersuchungen ebenfalls große Meteoritenbruchstücke einschlugen, über den gerade entstandenen Tüttensee-Krater und seinen Ringwall hinweggerauscht sein mit unverfestigten Gesteinen bestand. Später, als die Römer den Bereich des Tüttensees besiedelten, was durch reichliche Funde dokumentiert ist, haben sie offenbar den Ringwall für Siedlungszwecke weiter verändert. Schließlich sind alle Durchbrüche durch den Wall, von denen Sie hier an einem stehen, künstlich angelegt. Bis zum Ende des 19. Jh. gab es den Wall ununterbrochen. Deshalb ist das häufig zu hörende Argument von Kritikern der Impacttheorie, der unregelmäßige Wallaufbau sei mit einem Impactmodell nicht verträglich, absolut irrelevant.



Blick nach Süden während einer Geophysik-Kampagne auf dem zugefrorenen See.
View to the south during a geophysical campaign on the frozen lake.



The Lake Tüttensee rim wall
Tüttensee-Ringwall
Blick gegen den Wall von außen nach Norden.
The rim wall seen from the outside to the north.

Im Winter zeichnen sich die scharfen Konturen des Walls besonders gut ab.
In winter the sharp contours of the rim wall are especially well outlined.



Wie bildet sich der Ringwall bei einem Meteoritenkrater?

Nein, so funktioniert die Krater- und Ringwallbildung bei einem Impact nicht, obgleich es durchaus morphologische Ähnlichkeiten gibt.

How does a rim wall of a meteorite crater evolve?

No, that's not the way craters and rim walls are formed in an impact event although there are some morphological similarities.

Kein Impact: Steinwürfe in Matsch.

No impact: Pebble-into-mud craters.

Damit ein "richtiger" Impactkrater entsteht, muss ein meteoritisches Projektil mit kosmischer Geschwindigkeit auf die Erdoberfläche treffen. Dann entstehen Schockwellen enormen Drucks und im Gefolge davon enormer Temperaturen (siehe Schild Position 4), die zum Verdampfen des Meteoriten, zum teilweisen Verdampfen des Untergrundes sowie zum Schmelzen und Zertrümmern der Gesteine führen. Aber erst die in den Untergrund laufenden Schockwellen machen auch den Krater. Die beim Impact an der Erdoberfläche reflektierten Schock(Druck)-wellen wandern als praktisch genauso starke Zugwellen ebenfalls in den Untergrund, wo sie sich mit den Druckwellen überlagern (interferieren). Das führt zu einem eigenartigen Beschleunigungsfeld für alle Gesteine im Untergrund, die sich zumindest partiell auf gekrümmten Bahnen aus dem sich nun entwickelnden Krater nach außen bewegen. Am Beispiel des Tüttensee-Kraters wird dieser Vorgang stark vereinfacht auf dem großen Poster bei der Gaststätte geschildert und im kleinen Impact-Museum in Grabenstätt ausführlicher erläutert.

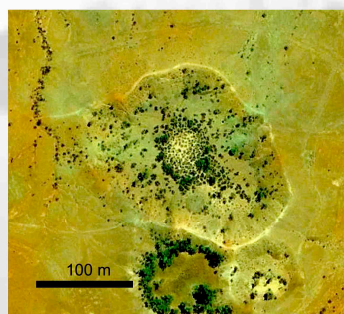
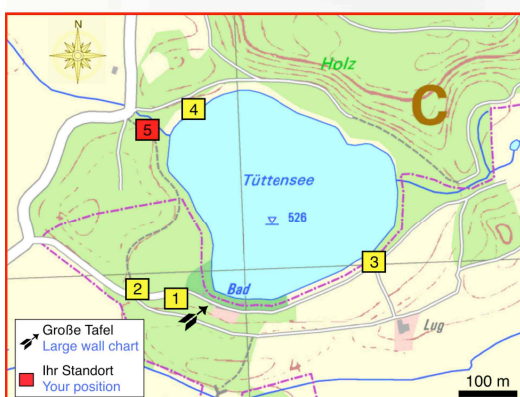
Festzuhalten ist, dass die enormen Schockdrücke und deren zerstörerische Wirkungen vom Einschlag nach außen und nach unten sehr schnell abnehmen, andererseits die Auswurfbahnen derart komplex sind, dass hochbeanspruchte Gesteine beim Ausschleudern unter praktisch völlig unzerstörtes Gestein gemischt werden können. Das erklärt die vielleicht zunächst merkwürdig anmutende Tatsache, dass die allermeisten Gesteine des Tüttensee-Ringwalls so "normal" aussehen. Das müssen sie!

In order that a "true" impact crater forms, a meteorite projectile must impinge on the earth's surface at cosmic velocity. Then, shock waves combined with enormous pressures and temperatures (see Poster at position 4) develop leading to vaporization of the meteorite, to partial vaporization of the target, and to melting and smashing of the rocks. But only the shock waves propagating into the ground are as well producing the crater. The impact shock compressive waves that are reflected at the earth's free surface are propagating as tensile waves of practically equal intensity downwards, too, where they superimpose the compressive shock. This interference leads to a peculiar field of acceleration for all underground rocks leaving at least in part the now growing crater on curved trajectories outwards. Using the example of the Lake Tüttensee crater, this process of impact ejection is shown in a strongly simplifying manner on the large poster at the restaurant and is in more detail explained in the Grabenstätt little impact museum.

We adhere to the fact that the enormous shock pressures and their destructive effects rapidly decrease from the point of impact outwards and downwards. On the other hand, the ejection trajectories are complex to such an extent that upon excavation highly affected rocks may be mixed among practically untouched rocks. This may explain the at first perhaps curious observation that the rocks of the Lake Tüttensee rim wall for the most part look quite "normal". As it ought to be!

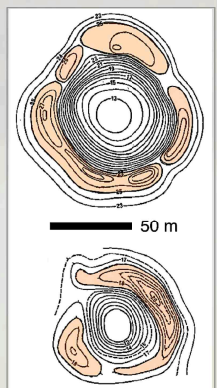
What is the reason for the irregular morphology of the Lake Tüttensee rim wall?

Beginning with the impact itself, there are indications of a fragmented projectile that produced the crater as especially seen in the gravity plot above (D). The same is assumed to have been the case for the largest crater of the Henbury (Australia) strewn field. In the aerial photo below, the Henbury meteorite crater seems to be a virtual copy of Lake Tüttensee. Immediately after the impact huge tsunami waves having started from additional larger impacts into Lake Chiemsee are assumed to have considerably overprinted and deformed the just developed crater and crater rim wall facilitated by the very young unconsolidated rock material. Later when the Romans settled around Lake Tüttensee documented by ample archeological finds, they seem to have again modified the shape of the rim wall for settlement purposes. Finally, the gaps in the rim wall, seen e.g. at your position here, are all artificial. To the end of the 19th century, the rim wall existed continuous. Therefore, the frequent argument claimed by critics of the Lake Tüttensee impact the irregular rim wall is not compatible with a cratering model, is completely irrelevant.



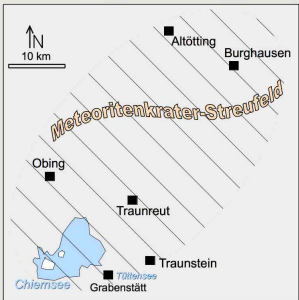
Der größte der Henbury Meteoritenkrater (zusammen mit zwei kleineren) - nahezu eine Kopie vom Tüttensee.
The largest meteorite crater (together with two smaller ones) in the Henbury strewn field - nearly a copy of Lake Tüttensee.

Ebenfalls deutlich unregelmäßige Ringwälle: Meteoritenkrater aus dem Kaali-Streufeld (Estland)
Irregularly shaped rim walls as well: Meteorite craters belonging to the Kaali strewn field (Estonia).



Der Chiemgau-Impakt, das bayerische Meteoritenkraterfeld und der Tüttensee

Nach den Vorstellungen und wissenschaftlichen Arbeiten einer Gruppe von Forschern (Geowissenschaftler, Astronomen, Impaktforscher, Archäologen, Geschichtsforscher, Heimatforscher) durchschlug in der Bronzezeit/Keltenzeit, vor wenigen tausend Jahren, ein großer kosmischer Körper die Erdatmosphäre und löste im südostbayerischen Raum eine Naturkatastrophe unvorstellbaren Ausmaßes aus. Dieses Projektil, ein Komet oder ein sehr locker gebundener Asteroid zerlegte sich bei einer Geschwindigkeit von vielleicht 40 km/s und erzeugte ein langgestrecktes, ellipsenähnliches Feld von mehr als 80 Meteoritenkratern in der südost-bayerischen Region zwischen Burghausen/Altötting und dem Chiemsee. Damit gehört die Streuellipse zu den größten Meteoritenkrater-Streufeldern auf der Erde und mag als das gegenwärtig bedeutendste angesehen werden. Eine Besonderheit stellen mit den Kratern zusammen auftretende extrem seltene Minerale und andere eigenartige Stoffe dar, deren mögliche Bedeutung für Astronomie und Kosmochemie noch gar nicht abgeschätzt werden kann. Miteinander verknüpfte geologische und archäologische Befunde belegen, dass diese kosmische Katastrophe ein bereits dicht besiedeltes Gebiet betroffen haben muss, und stellen ein weltweit einzigartiges Bodendenkmal dar, das auch neue Ansätze für die archäologischen Forschung bringen könnte.



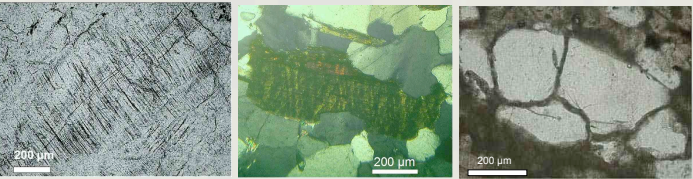
Belege für das Impaktereignis

Krater

Die Größe der Krater, die in der Regel einen ausgeprägten Ringwall besitzen, schwankt zwischen wenigen Metern und einigen hundert Metern. Der gegenwärtig größte Krater ist der Tüttensee-Krater mit 600 m Durchmesser (Wallkrone zu Wallkrone, Bilder 1 und 2 in der Mitte). Eine noch größere Struktur dürfte ein Doppelkrater zu sein, der am Boden des Chiemsees mit Sonar-Echolotmessungen nachgewiesen wurde (Bild 3, mittleres Poster). Weitere kleinere Krater scheinen sich ebenfalls im Echolot-Bild abzuzeichnen. Die Auswirkungen dieser wahrseheinlichen Einschläge in den Chiemsee sind große scharfkantige Gesteinsbrocken, die den Chiemseefischern mit ihren Netzen immer wieder Kummer bereiten, aber auch Schmelzgesteine, die beim Einschlag entstanden sind und die am Ufer des Sees freigespült werden.

Anzeichen extremer Drücke und Temperaturen in den Gesteinen

Als Folge des Einschlags von Körpern mit kosmischer Geschwindigkeit entwickeln sich extreme physikalische Bedingungen in Form von Schockwellen enormer Drücke, die sich in den Meteoriten und den Untergrund ausbreiten. Die Schockwellen im Meteoriten führen mit den verknüpften extremen Temperaturen zu einem unmittelbaren Verdampfen des Projektils. Unter dem Boden des Tüttensee-Kraters wird man also von ihm nichts mehr finden. Die Schockwellen, die sich vom Kollisionspunkt aus in den Untergrund ausbreiten, lassen dort ebenfalls das Material verdampfen, dann - bei abnehmenden Schockdrücken und -temperaturen - schmelzen und führen auf ihrem weiteren Weg zu einer Zertrümmerung der Gesteine. Alle diese Anzeichen sind im Kraterstreufeld für den künftigen Geologen und Mineralogen unübersehbar. Schmelzgesteine (Schild 4 des Wanderwegs und Bild 7 in der Mitte) zeugen von den extremen Temperaturen, und unter dem Mikroskop werden die extremen Drücke anhand unumwechselbarer Mineralveränderungen sichtbar, die kennzeichnend für einen Meteoriteneinschlag sind.



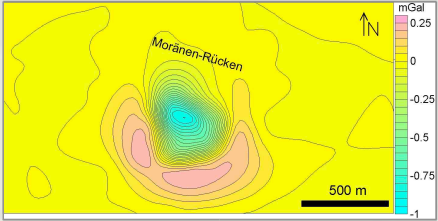
Schockeffekte aus dem Chiemgau-Meteoritenkraterstreufeld in Gesteinsdünnschliffen unter dem Polarisationsmikroskop (von links): zwei Scharen planarer Deformationsstrukturen (PDFs) in Quarz, zwei Scharen sich kreuzender Krickbänder in Glimmer und mit Glas gefüllte sogenannte Spallationsrisse in Quarz. 200 µm = 1/5 mm.

Anzeichen extremer Deformationen in den Gesteinen

Auch im makroskopischen Bereich werden die starken Verformungskräfte der Schockwellen sichtbar, wenn Gerölle aufgespalten oder aus dem Tüttensee-Kraterwall ausgegraben werden, die sich zerdrückt, zerquetscht, aufgeplatzt oder scharfkantig zerbrochen zeigen. Bereits lange bevor der Tüttensee in das Blickfeld der Impaktforscher geriet, waren aufmerksamsten Heimatforschern diese sehr ungewöhnlichen Gesteine aufgefallen, auf deren Herkunft sie sich keinen Reim machen konnten. Sie hatten nichts gemeinsam mit den glatten, gut gerundeten Geröllen der Kiesgruben, die mit den eiszeitlichen und nacheiszeitlichen Flüssen aus dem Alpengebiet heran transportiert worden waren. Und aus den Alpen selbst konnten diese deformierten Gerölle schon gar nicht gekommen sein, da sie in diesem Zustand nicht mal einen kürzesten Transport überlebt hätten. Sie mussten hier an Ort und Stelle eine Gewaltwirkung erfahren haben. Zu den Gesteinsdeformationen bringt das Schild 4 Bilder und Informationen.

Messergebnisse der Geophysik

Die ungewöhnlichen Prozesse beim Impakt mit ihren gewaltigen Drücken und Temperaturen und den durch die Kollision ausgelösten Gesteinsbewegungen bleiben nicht ohne Einfluss auf die physikalischen Eigenschaften der Gesteine, was zu besonderen geophysikalischen Anomalien im Zusammenhang mit Meteoritenkratern führt. Schon lange ist das für viele Krater auf der Erde mit geophysikalischen Messungen nachgewiesen worden. Beim Chiemgau-Impakt sind schon frühzeitig die ungewöhnlichen magnetischen Bodeneigenschaften eines ganz bestimmten Horizontes in wenigen Dezimetern Tiefe aufgefallen, so auch in der Umgebung des Tüttensees. Vermutet werden muss, dass die damalige Landoberfläche beim Impakt von einer gewaltigen, mehrere tausend Grad heißen Glutwolke getroffen wurde, die das magnetische Verhalten der Bodenschichten nachhaltig veränderte und neue magnetische Minerale erzeugte. Die dann nachfolgenden Bodenbildungen ließen diesen besonderen Horizont in die heutige Tiefe wandern, wo er als ein scharfer magnetischer Peak gemessen werden kann. Eine große Besonderheit hat sich auch bei den Schwerkraftmessungen der Gravimetrie auf dem (zugefrorenen) Tüttensee und in seiner Umgebung ergeben. Wegen des Wassers des Tüttensees, aber auch wegen der anzunehmenden Zertrümmerung und Auflockerung unmittelbar im Krater selbst ergibt die Messung der Erdanziehung dort ein Massendefizit, wie es von anderen Meteoritenkratern fast als selbstverständlich bekannt ist. Das Besondere am Tüttensee-Krater ist, dass er außerhalb (!) von einer breiten ringförmigen Zone einer Massenverdichtung umgeben ist. Das muss man sich als Folge des Einschlag-Schocks mit den nach außen wandernden enormen Druckwellen vorstellen, die das vor dem Einschlag sehr locker gepackte Gestein aus Sanden und Kiesen heftigst komprimierten und damit zu einer Dichteerhöhung mit korrespondierender zunehmender Schwerkraft führten.



Geophysik: Schwerkraftmessungen (Gravimetrie) auf dem (zugefrorenen) Tüttensee und in seiner Umgebung. Die Karte zeigt eine negative Schwereanomalie über dem See umgeben von einer breiten ringförmigen Zone erhöhter Schwere.

Eine geologisch-archäologische Katastrophenschicht

Charakteristisch für alle Meteoriteneinschläge ist die Bildung eines Kraters mit Ringwall und einer Schicht weiterer Auswurfmassen (Ejekta), die in ihrer Mächtigkeit mehr oder weniger kontinuierlich nach außen hin abnimmt, bis der Auswurf nur noch durch sporadisch auftretende Einzelbrocken kenntlich wird. Im allgemeinen ist diese Schicht von Auswurfmassen zwei bis vier Krateradien breit, verschwindet allerdings dann rasch in Laufe der geologischen Geschichte durch Verwitterung und Abtragung. Beim Tüttensee-Krater ist diese Schicht von Auswurfmassen noch hervorragend erhalten und wurde durch eine Fülle geologischer Schürfe der Untersuchung und Probenahme zugänglich gemacht (Bilder 4 und 5 in der Mitte). Das ganz Besondere an dieser Schicht ist, dass sie unübersehbar die Katastrophe dokumentiert, die damals über Mensch und Tier hereinbrach, finden sich doch in der Schicht der Auswurfmassen nicht nur zertrümmerte und bunt vermengte Gesteine, sondern darunter gemischt Holzkohle, Mengen scharf zersplitterter Holzreste, zerbrochene Knochen und Zähne, Haarbüschel und archäologische Objekte aus Stein- und Bronzezeit (Bild 6 in der Mitte). Nicht nur hier am Tüttensee ist diese Katastrophenschicht gut dokumentiert sondern mittlerweile an vielen Stellen im Bereich des Chiemsees nachgewiesen worden. In Chieming-Stöttham wurde sie - Aufsehen erregend - eingeschaltet zwischen zwei Kulturschichten ausgegraben: Einer unteren Kulturschicht aus der Bronzezeit folgt ab der bis zu 50 cm mächtige Katastrophenschicht mit denselben Merkmalen und Komponenten (zertrümmerte Gesteine, Holz und Holzkohle, zerbrochene Knochen und Zähne, archäologische Artefakte aus verschiedenen Epochen), ehe darüber die neue Besiedlung durch die Römer in Form einer Steinterrasse belegt wird.

Exotische Mineralbildungen, Sphärolen, akkretionäre Lapilli

Ursprünglich Anlass für die Überzeugung, dass sich in Südostbayern ein großer Impakt ereignet haben müsse, waren die Funde eigenartiger, sonst überhaupt nicht bekannter metallischer Brocken in tieferen Bodenschichten, die sich bei näherer Untersuchung als die Eisensilizide Gupeiit und Xifengit erwiesen und die sich normalerweise auf der Erde wegen der nötigen absoluten Sauerstofffreiheit nicht bilden können. Eine Gupeiit-Analyse zeigt im Elementbestand sehr große Ähnlichkeit mit dem Meteoritenmineral Suesit. Anlass, die Eisensilizidfund noch konkreter mit dem Impakt in Verbindung zu bringen und an extraterrestrische Materie zu denken. Neueste Untersuchungen mit modernsten Rasterelektronen-, Transmissionselektronen- sowie Raster-Heilumionen-Mikroskopen, die das CIRT mit großzügiger Unterstützung der Carl Zeiss NTS GmbH, Oberkochen, und der Oxford Instruments GmbH, Wiesbaden, hat vornehmen können, weisen ebenfalls klar in diese Richtung. Weitere ungewöhnliche Stoffe sind verschiedenste Kohlenstoffverbindungen in z.T. noch rätselhafter Konstellation.

Typische Neubildungen bei Impaktereignissen sind sogenannte Sphärolen, die sich aus verdampftem, geschmolzenem Material bilden und aus der Impaktexplosionswolke als winzige Kügelchen abregnen. Metallische Kügelchen, Glassphärolen und Kohlenstoffkügelchen hat das Chiemgau-Impaktstreufeld bisher schon reichlich hergegeben. Im weiteren Sinne kann man auch die akkretionären Lapilli dazurechnen, die vor allem von Vulkanausbrüchen aber mittlerweile auch von zahlreichen Impaktstrukturen weltweit bekannt sind. Akkretionäre Lapilli gesellen sich im Chiemgau-Streufeld zu den Sphärolen und stammen vermutlich ebenfalls als kugelige Staubzusammenballungen aus der Impakt-Explosionswolke.



Aus dem Chiemgau-Kraterstreufeld (von oben links nach unten rechts): Eisensilizid-Partikel, Moissanit-Kristalle in Eisensilizid-Matrix (REM), Titankarbid-Kristall in einer Matrix aus Xifengit und Gupeiit (REM), Glassphäre aus der Impaktsticht Chieming-Stöttham (REM), Karbon-Kügelchen, akkretionäre Lapilli. REM = Aufnahmen mit dem Rasterelektronen-Mikroskop.

Phaethon: Interessante Verbindung zum Chiemgau-Impaktereignis

Im Juni 2012-Heft der international hochrenommierten Zeitschrift "Antiquity" ist der folgende Artikel gedruckt worden:
The Fall of Phaethon: a Greco-Roman geomyth preserves the memory of a meteorite impact. [Der Sturz des Phaethon: Ein griechisch-römischer Geomythos bewahrt die Erinnerung an einen Meteoriteneinschlag.]
Von B. Rappenglück, M. A. Rappenglück, K. Ernstson, W. Mayer, A. Neumair, D. Sudhaus & I. Liritzis. ANTIQUITY 84 (2010): 428-439.

Die "Erinnerung an einen Meteoriteneinschlag" bezieht sich auf nichts anderes als den Chiemgau-Impakt, den die Autoren, allen voran die Historikerin B. Rappenglück, als wahrscheinliche Quelle für diesen berühmten Mythos über den abgestürzten Sonnenwagen ausgemacht haben. Ausführlicher wird darüber auch im Impaktmuseum in Grabenstätt berichtet.



Rubens: Der Sturz des Phaethon (National Gallery of Art, Washington D. C.)

Kritik am Chiemgau-Impakt

Kritik am Chiemgau-Impakt kommt aus drei Richtungen. Die eine Gruppe von Kritikern umfasst ganz wenige lokale und regionale Geologen, die Anhänger der Vorstellung sind, dass die Region allein eiszeitlich geprägt ist und deshalb ein Impakt nicht in Frage kommen kann. Es ist dies die alte und wohlbekannte Reaktion von Geologen auf der ganzen Welt, die einen Impakt als unvereinbar mit der jeweils regionalen Geologie postulieren. Da ein Impakt auf der Erde ein rein statistischer Prozess ist, der jederzeit und überall stattfinden kann, erweist sich dieses Argument als wenig wissenschaftlich. Die zweite Gruppe der Kritiker setzt sich aus einigen Wissenschaftlern der Impaktforschung vor allem aus Deutschland und Österreich zusammen. Da sich von dieser Gruppe noch nicht eine einzige Person ein Bild vor Ort gemacht hat, noch nicht ein einziges Mal die Diskussion mit den Chiemgau-Impaktforschern gesucht hat, sich demnach offensichtlich noch nie geologische Schürfe, impakt-geschockte Gesteine, makroskopisch oder unter dem Mikroskop, angeschaut hat, ist die Ablehnung ferndiagnostisch, rein theoretisch, basierend auf selektiven Computermodellen und Ansichten, die sich mittlerweile in der astronomischen und kosmochemischen Forschung als längst überholt erwiesen haben. Auch diese Haltung kann man nur als unwissenschaftlich bezeichnen. Die dritte Gruppe der Gegner setzt sich aus solchen Personen zusammen, die kritiklos und ohne geringste Einblicke in die Materie zu haben, gedankenlos die scheinbaren Gegenargumente der beiden anderen Gruppen sich zu eigen machen.

www.chiemgau-impakt.de www.chiemgau-impact.com

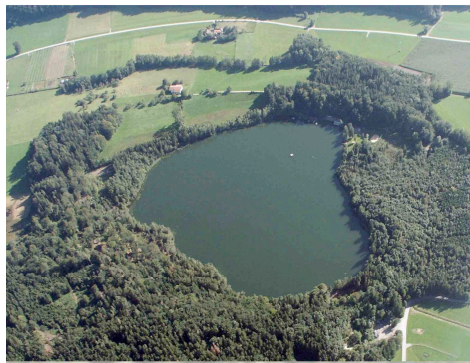


Bild 1. Der Tüttensee im Luftbild
Image 1. Aerial view of Lake Tüttensee

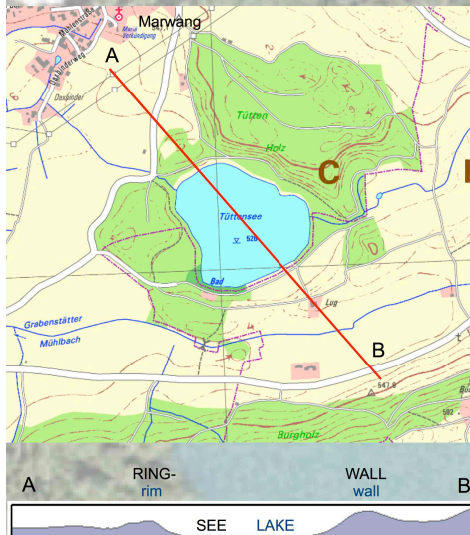


Bild 2. Topographie des Tüttensee-Kraters und topographisches Profil (Überhöhung 5x).
Image 2. Topography of the Lake Tüttensee crater, and topographic profile (5x vertical exaggeration).

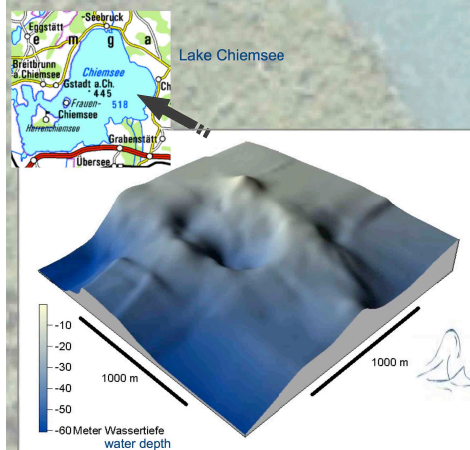


Bild 3. Zum Vergleich: Der mit Echolot-Messungen gefundene doppelte Einschlag-Krater mit Ringwall am Chiemsee-Boden. Eine andere geologische Erklärung für die Entstehung dieser ganz besonderen Struktur bereitet große Schwierigkeiten. Leider kann er nicht besucht werden.
Image 3. For comparison: The rimmed double impact crater at the bottom of Lake Chiemsee found from sonar soundings. A formation of this peculiar structure other than from meteorite impact poses enormous difficulties. Unfortunately, a visit is impossible.

So könnte es gewesen sein: Die Entstehung des Tüttensee-Kraters

So it could have happened: The formation of the Lake Tüttensee crater

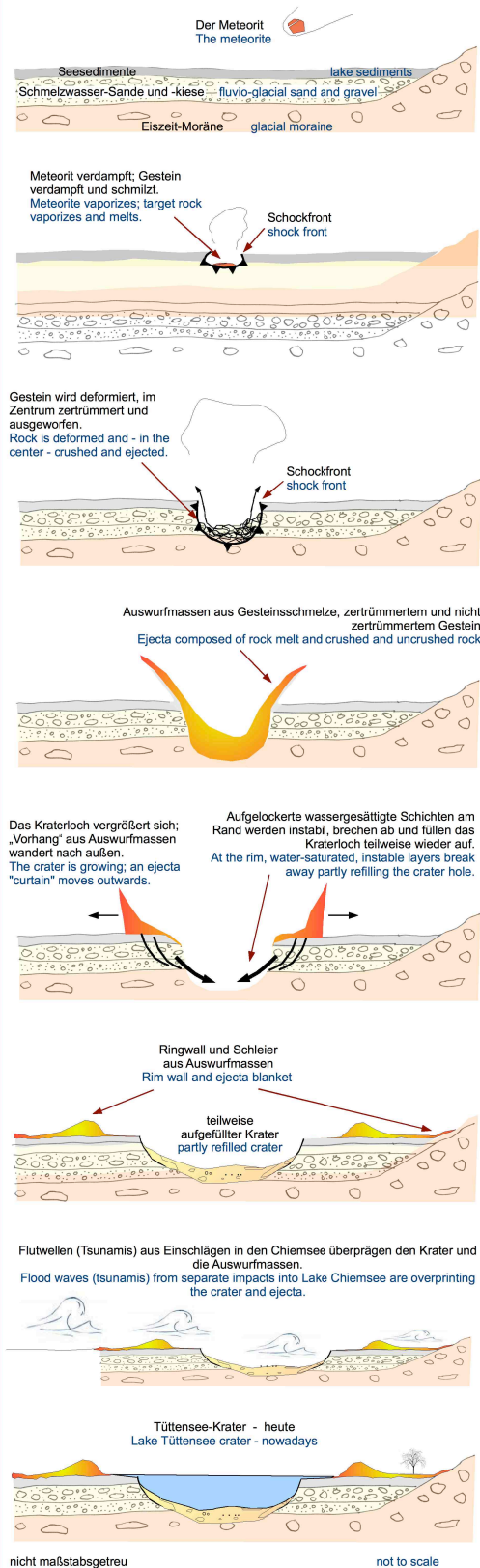


Bild 4. Karte der bisher durchgeführten geologischen Schürfe im Bereich des Tüttensees. Insgesamt beträgt die Zahl mehr als 60, wobei sich eine große Zahl von Schürfen in dem großen Viereck konzentriert.
Image 4. Map of geological excavation pits in the field of Lake Tüttensee. The total number amounts to more than 60 with a concentration of excavations in the larger quadrangle.

Bild 5. Geologische Schürfe in die Katastrophenschicht am Tüttensee.
Image 5. Geological excavation pits aiming at the catastrophe layer at Lake Tüttensee.

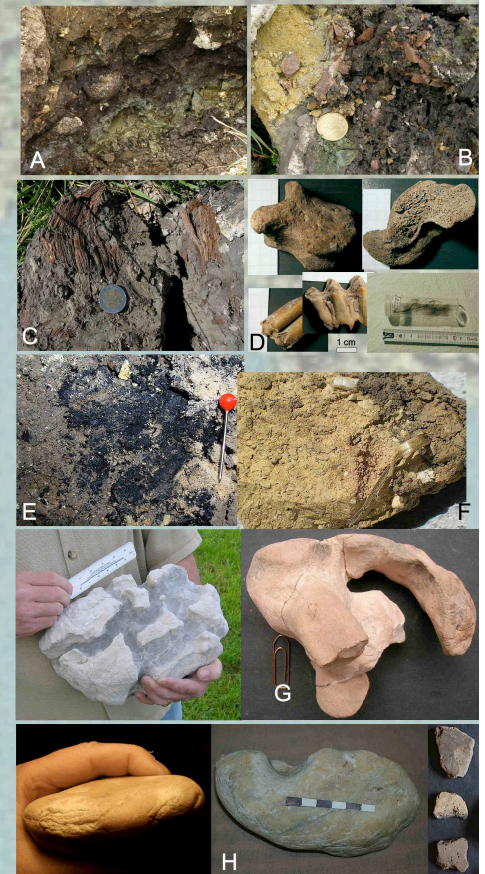


Bild 6. Die Impact-Katastrophenschicht (A) mit buntem, scharfkantigem Trümmergestein (Trümmerbreckie, B), zersplittertem Holz (C), Knochen, Zähnen, Haarbüschel (D), zerriebener Holzkohle (E), frischem Schilf (F), extrem zerfressenen Geröll (G) und archäologischen Objekten (Steinwerkzeuge, Keramik; H).
Image 6. The impact catastrophe layer (A) containing multi-colored, sharp-edged rubble breccia (B), splintered wood (C), bones, teeth, tufts of hair (D), pulverized charcoal (E), fresh reed (F), strongly corroded cobbles and boulders (G), and archeological objects (stone tools, ceramics; H).



Bild 7. Impact-Schmelzgstein ("Schwimmstein") vom Tüttensee und Haus, errichtet aus Schwimmsteinen. Diese Schwimmstein-Häuser aus dem 17./18. Jh. gibt es nur noch sehr selten, und sie dürfen nicht mit späteren Bauten aus Schlackesteinen der Eisenverhüttung verwechselt werden, die in der Region noch häufiger sind.
Image 7. Impact melt rock ("swim stone") from Lake Tüttensee, and house built of swim stones. These very rare swim stone houses from the 17th/18th century may not be confused with houses built of slag stones from ironworks.

Grabenstätt: Chiemgau-Impaktmuseum Chiemgau impact museum



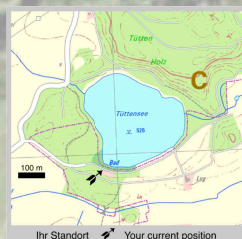
Grabenstätt: Das Rathaus
The Grabenstätt town hall



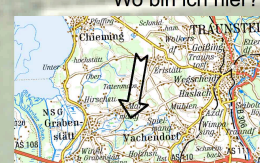
Die Schlossökonomie hinter dem Rathaus mit dem Eingang zum Chiemgau-Impaktmuseum.
In the backyard of the town hall, the entrance to the Chiemgau impact museum.



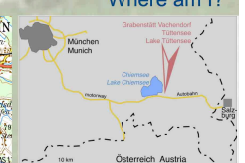
Ein Blick in den Ausstellungsraum.
A look into the showroom.



Wo bin ich hier?

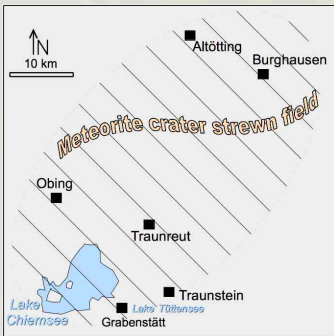


Where am I?



The Chiemgau impact, the Bavarian meteorite crater strewn field and Lake Tüttensee

According to the ideas and the scientific work of a group of researchers (geoscientists, astronomers, impact researchers, archaeologists, historians, local history researchers), a few thousand years ago in the Bronze Age/Celtic period a large cosmic body penetrated the Earth's atmosphere and caused a huge natural catastrophe in the region of southeast Bavaria. This projectile, a comet or a very loosely bound asteroid disintegrated at a velocity of maybe 40 km/s and produced an elongated ellipse-like strewn field of more than 80 meteorite craters between the towns of Burghausen/Altötting and Lake Chiemsee. Hence, the strewn ellipse belongs to the largest meteorite crater strewn fields on Earth and may be considered the currently most prominent one. A peculiarity are extremely rare minerals and other exotic substances occurring together with the craters and possibly having enormous importance for astronomy and cosmochemistry.



Geological and archeological findings closely related to each other prove that the cosmic catastrophe must have affected an already densely populated area, and they establish a unique archeological site worldwide possibly initiating completely new approaches to archeological research.

Evidence of the impact event

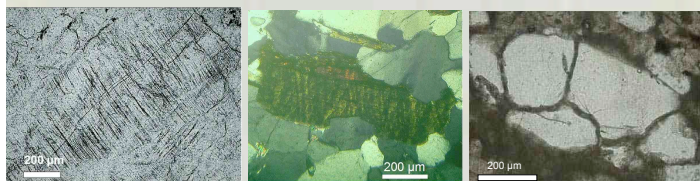
Craters

The size of the in general rimmed craters ranges between a few meters and a few hundred meters. The currently largest crater is the Lake Tüttensee crater having a rim crest diameter of 600 m (see Images 1, 2 on the Poster to the left). An even larger structure is a rimmed doublet crater that has been established by sonar soundings at the bottom of Lake Chiemsee (Image 3 on the middle poster). Additional smaller craters may also be seen in the sonar recordings. These probable impacts into Lake Chiemsee obviously are the cause for large sharp-edged rock fragments off and on damaging the fishermen's fishnets. Also the melt rocks frequently uncovered lakeside are attributed to the cratering of the impacts into the lake.

Evidence of extreme pressures and temperatures in the rocks

As a consequence of the impact at cosmic velocities, extreme physical conditions develop in the form of shock waves penetrating into the ground and into the meteorite thereby exerting enormous pressures. These shock waves are combined with extreme temperatures leading to an immediate vaporization of the projectile. Hence, at depth below the bottom of Lake Tüttensee the meteorite (originally perhaps measuring 30 – 50 m) no longer exists. The shock waves spreading from the point of collision also cause vaporization of the affected rock material and, along with decreasing shock intensity, melting and crushing of the rocks. In the Chiemgau crater strewn field all these manifestations are clearly obvious for every informed geologist and mineralogist.

Melt rocks (see Poster 4 of the Tüttensee circular route, and Image 7 on the poster to the left) give evidence of the extreme temperatures, and under the microscope the extreme pressures become visible by means of unique mineral deformations unambiguously diagnostic of meteorite impact.



Shock effects from the Chiemgau meteorite crater strewn field seen in rock thin sections under the polarization microscope (from left): two sets of planar deformation features (PDFs) in quartz, two sets of crossing kink bands in mica, and so-called spallation fissures in a quartz grain filled with glass. 200 µm = 1/5 mm.

Evidence of extreme rock deformations

The strong deformation strength of the shock waves is also seen macroscopically. Cobbles sampled from the ground and from digging in the Lake Tüttensee rim wall may appear crushed, squashed, burst, dashed to shivers or simply sharp-edged fractured. Already long before Lake Tüttensee attracted the attention of the impact researches, these peculiar cobbles had been striking to observing local historians who were unable to make head nor tail of their origin. They had nothing in common with the well-rounded cobbles from the gravel pits that were transported this way by glacial and post-glacial rivers from the Alps. And they could not possibly have originated directly from the Alps because in this condition they would not have survived even shortest transport. Instead, they must have experienced their heavy damage immediately on location.

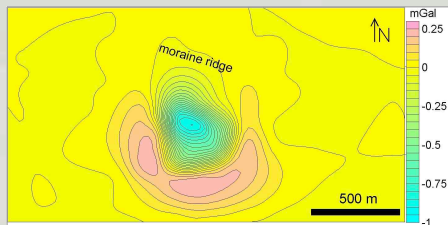
More about the rock deformations can be learnt from the Poster 4 of the Lake Tüttensee circular route.

Geophysical evidence

The exceptional processes accompanying a meteorite impact event, the enormous pressures and extreme temperatures as well as the rock movements initiated by the collision, in general have strong influence on the physical rock properties leading to characteristic geophysical anomalies related with meteorite craters. For a long time this context has been shown by applying geophysical measurements to many terrestrial impact craters.

Already at an early stage of the Chiemgau impact research unusual soil magnetic properties of a certain horizon at a depth of a few decimeters attracted attention and could be measured also in the environs of Lake Tüttensee. It is assumed that upon impact the land surface was exposed to a giant superheated explosion cloud, maybe several thousand degrees hot, which changed the magnetic properties of the soil layers permanently by producing new magnetic minerals. The successive soil formation caused this peculiar horizon to move down to depth where it can now be measured as a magnetic peak.

More highlighting geophysical evidence is given by a gravity survey on the frozen Lake Tüttensee and in its surroundings. Due to the water of Lake Tüttensee but also due to rock break-up within the crater a mass deficiency is measured like it is well known from gravity surveys of most other meteorite craters. As a peculiarity and different from these "normal" gravity pattern, outside the Lake Tüttensee crater a broad annular zone of relative mass densification related with gravity positive anomalies exists. This can be explained as a consequence of the impact shock and the enormous compressive waves moving outwards. They were able to strongly condense the very loosely bound Quaternary sands and gravels leading to rock densification and corresponding gravity increase.



Geophysics: Gravity survey on the (frozen) Lake Tüttensee and in its surroundings. The map shows a central gravity negative anomaly over the lake encircled by a broad zone of relatively positive anomalies.

A geologic-archeological catastrophe layer

The formation of a crater with rim wall and a layer of ejecta is characteristic for all meteorite impacts. The thickness of the ejecta layer more or less continuously decreases outwards until only sporadically found individual blocks still give evidence of excavation and ejection. The expansion of this ejecta layer measures roughly two to four crater radii. However, in the course of geologic history, ejecta layers in general disappear rapidly due to weathering and erosion. As for the Lake Tüttensee crater, the ejecta layer is still excellently preserved and has intensively been investigated by a wealth of excavation pits (see Images 4 and 5 on the poster to the left).

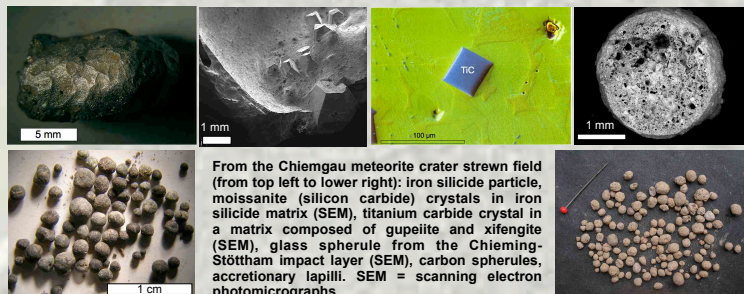
This layer stands out due to unmissably documenting the catastrophe that back then descended on man and beast. Correspondingly, the ejecta layer does not only contain crushed farraginous rocks but also intermixed charcoal, plenties of splintered wood, fractured bones and teeth, tufts of hair and archeological objects from Stone and Bronze Age (see Image 6 on the poster to the left). Meanwhile, this catastrophe layer has moreover been documented at many places around Lake Chiemsee. Spectacular, at Chieming-Stöttham the layer was excavated embedded between two settlement horizons: A lower Bronze Age occupation layer is abruptly followed by the up to 50 cm thick catastrophe layer exhibiting the same pattern and components as does the Lake Tüttensee site (crushed rocks, wood and charcoal, fractured bones and teeth, artifacts from various epochs), before a new settlement is documented by a Roman stone terrace.

Exotic minerals, spherules, accretionary lapilli

Initially, the idea of a large meteorite impact to have happened in southeast Bavaria was especially based on the abundant finds of peculiar otherwise completely unknown metallic particles in the subsoil that on closer examination proved to be the iron silicides gupelite and xifengite. Normally, these minerals cannot form on Earth because they need a completely oxygen-free environment. The chemical element analysis of a gupelite particle from the Chiemgau strewn field showed close similarity with suessite, a well-known meteorite mineral, strengthening the assumption the iron silicides are related with the impact and probably are extraterrestrial matter. Recent investigations using modern scanning (REM) and transmission (TEM) electron microscopy as well as scanning helium-ion microscopy generously supported by Carl Zeiss NTS GmbH, Oberkochen, and Oxford Instruments GmbH, Wiesbaden, clearly underline this fascinating aspect.

Abundant finds of various carbonaceous particles in partly enigmatic compound add to the peculiarities of the Chiemgau strewn field.

Large meteorite impact events are typically accompanied by the formation of so-called spherules originating from vaporized, melted material and showering down as tiny globules out of the impact explosion cloud. Quite a few metallic, glass and carbon spherules have so far been delivered by the Chiemgau impact strewn field. In the broader sense, accretionary lapilli that in general are related with volcanic eruptions but meanwhile are known to occur also with impact structures worldwide add to the Chiemgau spherules, and they probably formed as dust agglomerations also in the impact explosion cloud.



From the Chiemgau meteorite crater strewn field (from top left to lower right): iron silicide particle, moissanite (silicon carbide) crystals in iron silicide matrix (SEM), titanium carbide crystal in a matrix composed of gupelite and xifengite (SEM), glass spherule from the Chieming-Stöttham impact layer (SEM), carbon spherules, accretionary lapilli. SEM = scanning electron photomicrographs.

The myth of Phaethon: Absorbing relation to the Chiemgau impact event

In the June 2010 issue of the internationally highly respected "ANTIQUITY" journal the following article has been printed:

The fall of Phaethon: a Greco-Roman geomyth preserves the memory of a meteorite impact. By B. Rappenglück, M. A. Rappenglück, K. Ernstson, W. Mayer, A. Neumair, D. Sudhaus & I. Liritzis. ANTIQUITY 84 (2010): 428–439.

The "memory of a meteorite impact" is nothing else but addresses the Chiemgau impact being considered by the authors, with historian Barbara Rappenglück leading the way, as probable source for the famous myth of the fallen sun chariot. In the Grabenstätt impact museum the fascinating story is presented in much more detail.



Rubens: The fall of Phaethon (National Gallery of Art, Washington D. C.)

Critique of the Chiemgau impact

There are three groups leveling criticism against the Chiemgau impact. The first group comprises a very few local and regional geologist who claim that the region is glacially shaped solely and, therefore, an impact is out of the question. This is the old and well-known reaction of geologists all over the world claiming that an impact is incompatible with the respective regional geology. Since an impact on earth is a purely statistical process that may happen at all times and everywhere this argument lacks scientific relevance.

The second group of critics consists of a few impact researchers from Germany and Austria. Never once a person of this group has been on-site in the field, and never once they have tried to enter into discussion with the Chiemgau impact researchers. They have obviously never seen geological excavation pits, impact-shocked rocks, neither macroscopically nor under the microscope, and the host of peculiarities accompanying the impact evidence. Hence, the rejection is teleidiagnostic, purely theoretical and based on selective computer models and opinions that in astronomical and cosmochemical research prove to be outdated by now. Also this attitude can be termed but nonscientific.

In the third group of opponents persons get together who uncritically and without the faintest insight into the subject matter are unreflectingly adopting the apparent objections of both other groups.