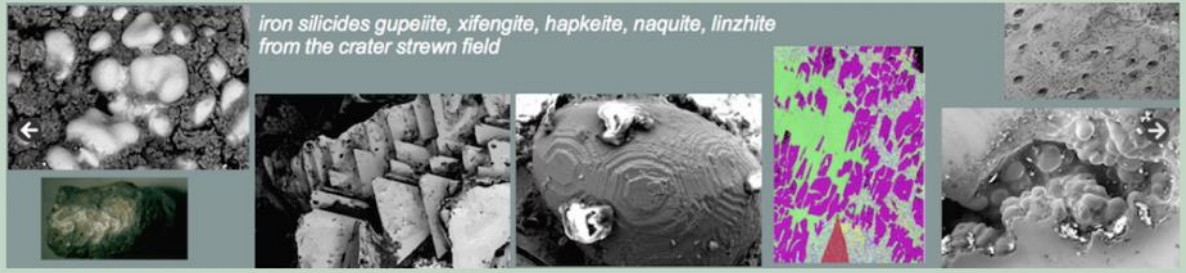


A Bavarian meteorite crater strewn field



Das Meteoritenkraterfeld Chiemgau (Deutschland) und die Rolle digitaler Geländemodelle. - Modellkrater, Teil 2: die mittelgroßen Krater Bergham, Riederting, Seeon Naturdenkmal, Purkering und Windschnur

Kord Ernstson und Jens Poßkel

November 2025

Das Meteoritenkraterfeld Chiemgau (Deutschland) und die Rolle digitaler Geländemodelle. – Modellkrater, Teil 2: die mittelgroßen Krater Bergham, Riederting, Seeon Naturdenkmal, Purkering und Windschnur

Kord Ernstson¹ und Jens Poßekel²

Zusammenfassung

Wie in Teil 1, der sich mit den drei bedeutendsten Kraterfeldern um Emmerting 004, Kaltenbach und Mauerkirchen befasste, liegt auch hier der Schwerpunkt auf den extrem hochauflösenden digitalen Geländemodellen mit einer horizontalen Auflösung im Meter- und Dezimeterbereich und einer vertikalen Auflösung im Dezimeter- und Zentimeterbereich, wobei die Durchmesser der mittelgroßen Krater zwischen etwa 50 m und 200 m liegen. Wir wiederholen die Aussage aus Teil 1, dass diese extreme Auflösung die Impaktforschung nahe an einen Paradigmenwechsel bringt, der wiederum ein zentraler Aspekt dieses Artikels ist. Dies ist insbesondere im Fall des Chiemgau-Impakts relevant, da der nun dokumentierte Airburst-Impakt in geringer Höhe eine Tatsache ist.

¹ Philosophische Fakultät I, Universität 97074 Würzburg, (kernstson@ernstson.de); ² Geophysik Poßekel Mülheim (possekeltjens@gmail.com)

1 Einleitung

Für Leser, die keinen schnellen Zugriff auf Teil 1 mit der Untersuchung der Gebiete der kleinen Krater haben, finden Sie hier eine Kopie dieser Einleitung mit den wichtigsten aktuellen Erkenntnissen über den Chiemgau-Einschlag.

Das Chiemgau-Streufeld wurde zu Beginn des neuen Jahrtausends entdeckt und beschrieben (Schryvers und Raeymaekers, 2004; Schüssler et al., 2005; Rösler et al. 2005, Rappenglück, M. et al., 2005, Hoffmann et al., 2005, 2006; Yang et al 2008), wurde im folgenden Jahrzehnt bis heute umfassend untersucht (Ernstson et al. 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2017, 2020, 2023, 2024, Hiltl et al. 2011, Isaenko et al. 2012, Rappenglück, B. et al. 2010, 2020 a, b, c, 2021, Rappenglück M.A, et al. 2013,2014, Bauer et al. 2013, 2019, 2020, Shumilova et al. 2018, Ernstson und Poßekel 2017, 2020 a, b,2024, Ernstson und Shumilova 2020, Poßekel und Ernstson 2019, 2020) und datiert auf 900-600 v. Chr. in der Bronzezeit/Eisenzeit (Rappenglück, B. et al. 2023) umfasst weit über 100 meist randige

Krater, die sich auf einer Fläche von etwa 60 km Länge und ca. 30 km Breite im äußersten Südosten Deutschlands verstreut befinden (). Die Kraterdurchmesser reichen von wenigen Metern bis zu 1.300 m. Der Doppelkrater am Grund des Chiemsees soll einen riesigen Tsunami ausgelöst haben, der sich in weit verbreiteten Tsunami-Ablagerungen rund um den See zeigt (Liritzis et al. 2010, Ernstson 2016).

Geologisch gesehen treten die Krater in pleistozänen Moränen- und fluvio-glazialen Sedimenten auf. Die Krater und ihre Umgebung weisen starke Verformungen der quartären Kieselsteine und Felsbrocken, Impakt-Schmelzgestein und verschiedene Gläser, starke schockmetamorphische Effekte und zahlreiche geophysikalische (Schwerkraft, geomagnetische, elektromagnetische, GPR- und seismische) Hinweise auf. Die katastrophalen Auswurfablagerungen enthalten polymiktische Brekzien, stark schockierte Gesteine, Schmelzgesteine und Artefakte aus der Bronze- und Eisenzeit. Der Einschlag wird durch das reichliche Vorkommen von metallischen, glasartigen und kohlenstoffhaltigen Kügelchen, akkretionären Lapilli, Mikrotektiten und seltsamen, wahrscheinlich meteoritischen Materialien in Form von Eisensiliziden wie Gupeit, Xifengit, Hapkeit, Naquit und Linzhit, verschiedenen Karbiden wie z. B. Moissanit SiC und Khamrabaevit (Ti,V,Fe)C sowie kalzium- und aluminiumreichen Einschlüssen (CAI), den Mineralien Krotit und Dicalciumdialuminat bestätigt. Als Impaktor wird ein etwa 1.000 m großer, zerfallener, locker gebundener Asteroid oder ein zerfallener Komet vermutet, um das ausgedehnte Streufeld zu erklären, während für das Chiemgau-Einschlagereignis inzwischen eine Luftdetonation in geringer Höhe vermutet wird.

Eine neue Situation für die Impaktforschung zum Chiemgau-Einschlag ist in den letzten Jahren dadurch entstanden, dass das Digitale Geländemodell DGM 1 für ganz Bayern und damit für das gesamte Chiemgau-Einschlagfeld in Form von Kacheln mit einer Größe von 1 km x 1 km kostenlos online verfügbar ist und innerhalb weniger Minuten als ASCII-(x, y, z)-Dateien heruntergeladen werden kann. Die Maschenweite des DGM 1 beträgt 1 m bei einer vertikalen Auflösung der Geländeoberfläche von 0,1 m, die mit dem Programm SURFER in den Dezimeter- und Zentimeterbereich interpoliert werden kann. Mit der SURFER-Datenverarbeitung lassen sich topografische Karten mit Isolinien beliebiger Dichte, schattierte Reliefkarten und Pseudo-3D-Modelle der Oberfläche in beliebiger Blickrichtung und Farbskalierung erstellen. In derselben extrem hohen Auflösung können aus den erzeugten Karten Profile beliebiger Ausrichtung extrahiert werden, was einen völlig neuen Ansatz für die Analyse von Kratermorphologien ermöglicht.

Einen weiteren Schritt in Richtung eines völlig neuen Ansatzes für die Impaktkraterforschung ermöglicht das DGM 1, das bei der LASER-Verarbeitung des digitalen Geländemodells Gebäude und jegliche Vegetation, einschließlich der dichtesten Wälder, eliminiert, sodass nur der nackte Boden erfasst und in die Daten aufgenommen wird. Diese neuen Möglichkeiten für die Impaktforschung haben zu einer schrittweisen systematischen Untersuchung der Kacheln auf vielversprechende morphologische Signaturen geführt. Während die ursprüngliche Dokumentation der Entdecker des

Chiemgau-Impakts vor rund 20 Jahren bereits rund 80 Krater umfasste, hat sich diese Zahl mit Hilfe von DGM 1 und der „Ausdünnung“ der weitläufigen Wälder und unzugänglichen Sumpfgebiete um ein Vielfaches erhöht.

Wir berichten hier im zweiten Teil in einer Zusammenfassung unserer Forschungen über eine Auswahl der Gruppe mittelgroßer Krater des Chiemgau-Einschlags (Abb. 1) und möchten die beeindruckenden Möglichkeiten der Datenverarbeitung und grafischen Darstellungen als Grundlage für die oben genannten neuen Ansätze in der Impaktforschung hervorheben.

In einem Anhang präsentieren wir eine kurze Zusammenstellung einiger mittelgroßer Krater als zusätzliche anschauliche Illustrationen ohne weitere Beschreibungen und Kommentare.

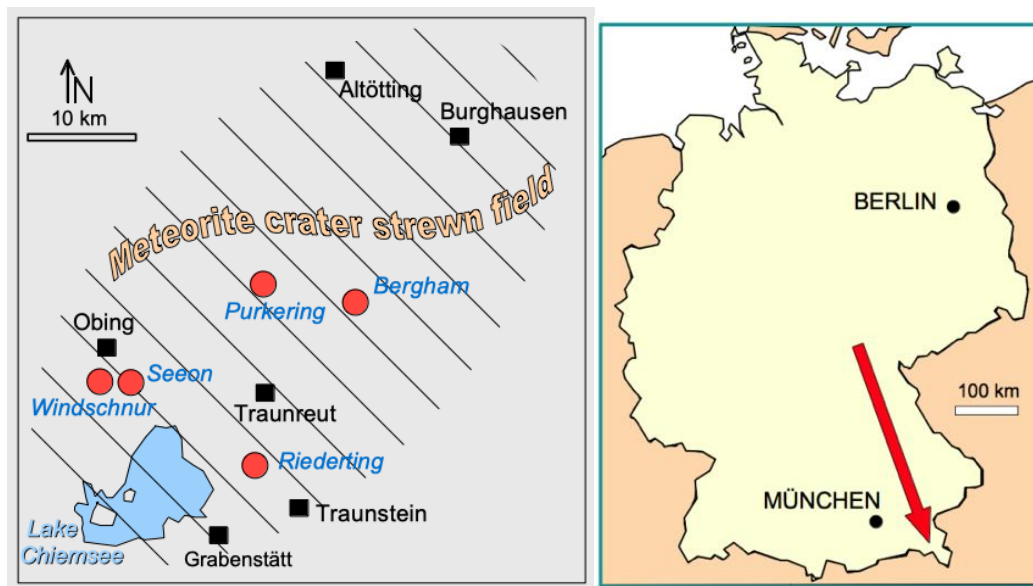


Abb. 1. Lageplan des Chiemgau-Einschlagsfeldes und der hier behandelten Krater.

Vorbemerkung zu den folgenden Texten Dieser Artikel beschreibt viele Ergebnisse, bei denen es wichtig erscheint, dass der Überblick bei ihrer Zusammenstellung nicht verloren geht. Aus diesem Grund ist die Ansammlung von Abbildungen nicht in einen zusammenhängenden Text integriert. Stattdessen sind nur die entsprechenden Abbildungen in einer Reihe angeordnet, die jeweils mit mehr oder weniger langen Texten als „Bildunterschriften“ kommentiert sind.

2 Zwei vom gleichen Typ: Die Krater Riederting und Bergham

Der Riederting-Krater



Abb. 2. Der Riederting-Krater. Im Hintergrund die Bayerischen Voralpen.

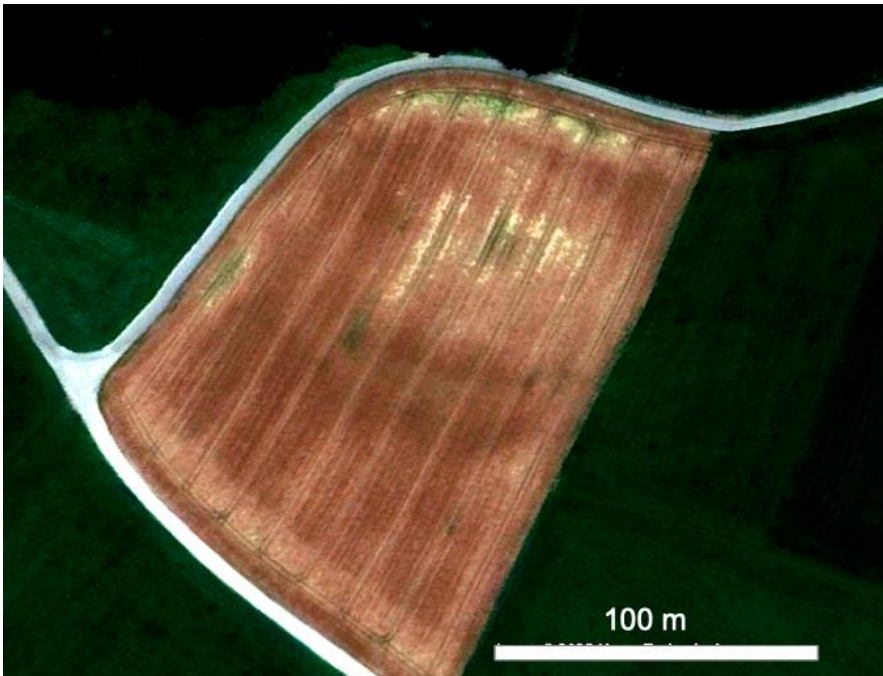


Abb. 3. Google Earth-Bild der Riederting-Struktur. Mehrringige Signatur und eine leichte zentrale Anhebung von hellem Kies.

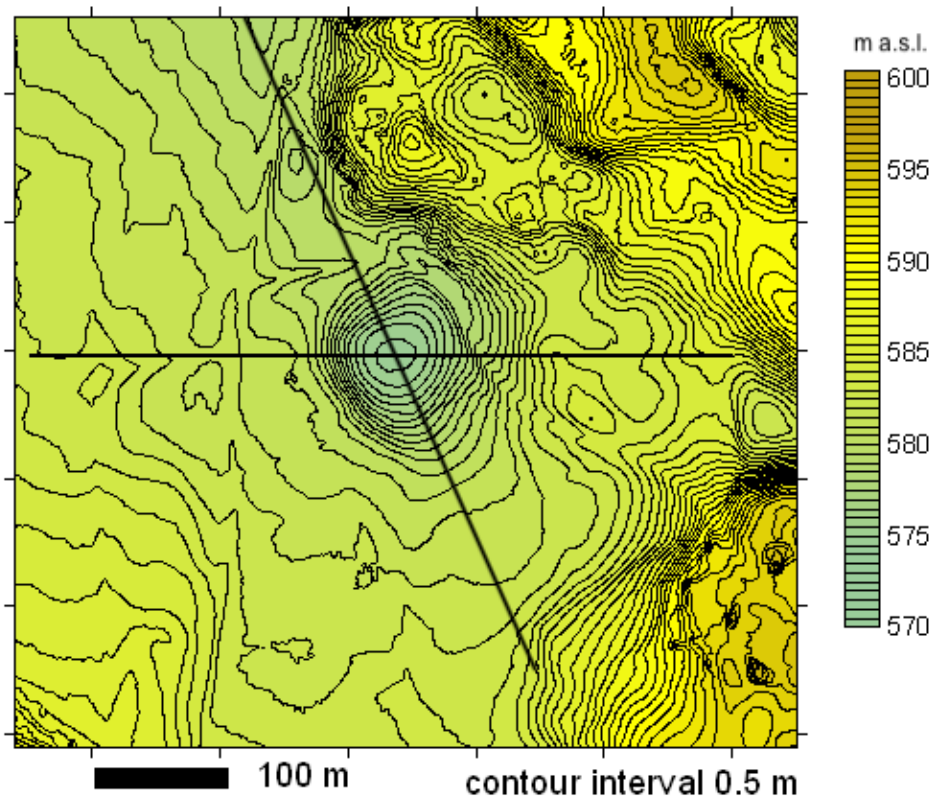


Abb. 4. Digitales Geländemodell DGM 1 des Riederting-Einschlagskraters; topografische Karte.

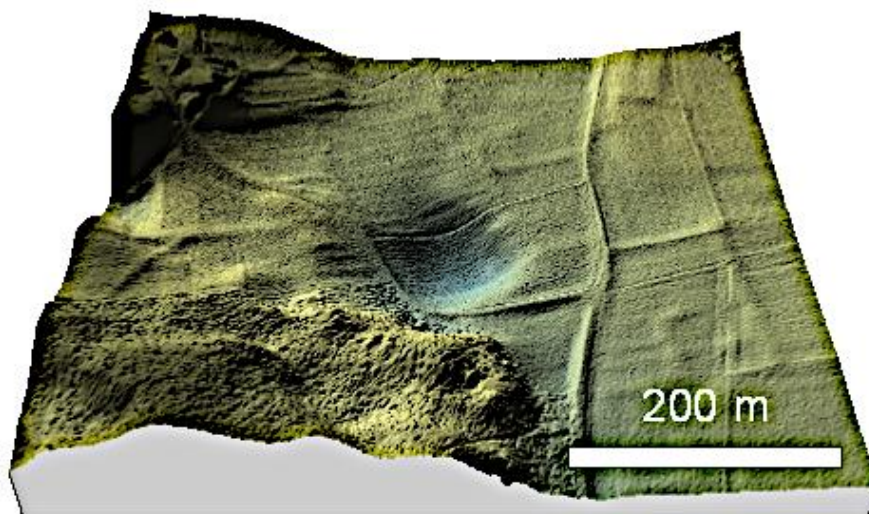


Abb. 5. Das DGM 1 des Riederting-Kraters, 3D-Oberflächenkarte; stark verstärkt.

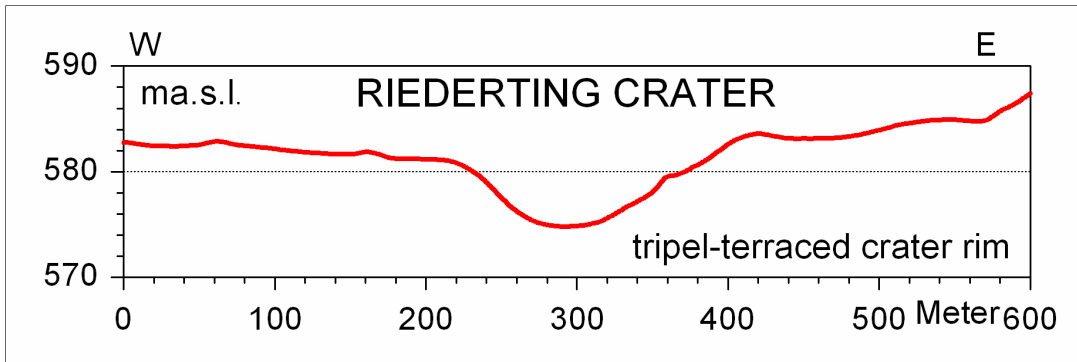


Abb. 6: DGM 1-Profil; 8 m tiefe zentrale Mulde, mehrfach terrassiert.

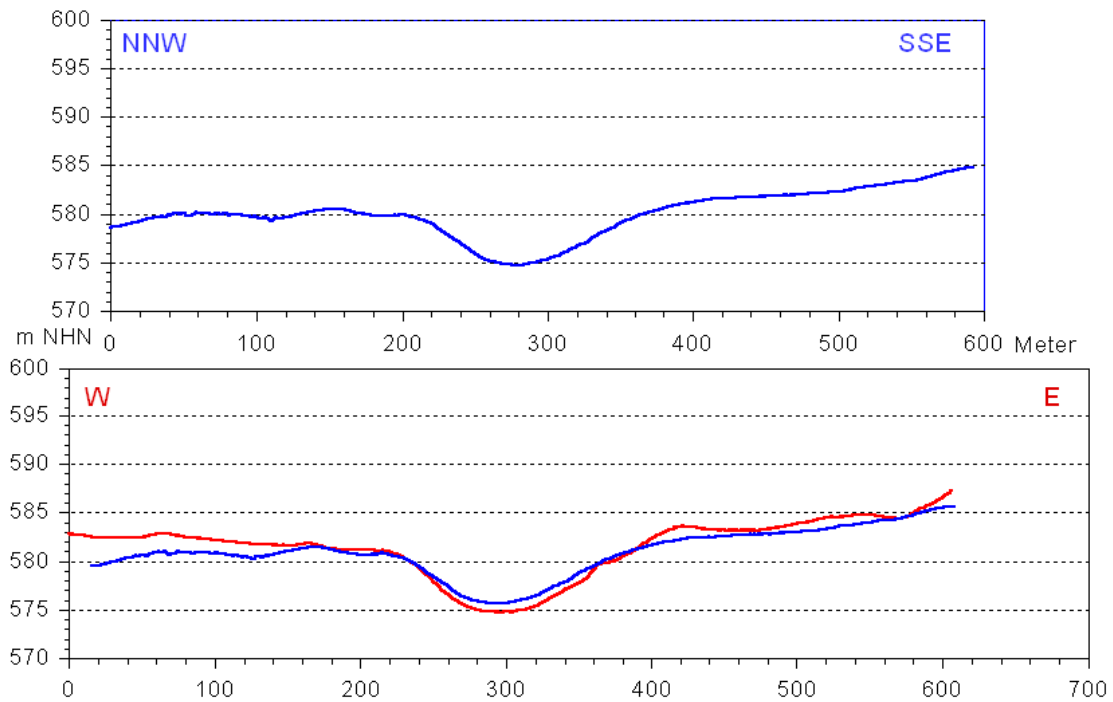


Abb. 7: Diametrale Profile aus Abb. 3. Höhenprofile durch die Struktur des Riederting-Kraters. Die fast identische Überlappung der beiden Profile veranschaulicht die nahezu kreisförmige Morphologie.



Abb. 8. Riederting-Krater: Schockzerfall von Quarzit-Geröllen; Einschlag in ein quartäres Kies-Bett. Experimentell ist es unmöglich, die Quarzite mit einem schweren Hammerschlag zu spalten, und keine landwirtschaftliche Maschine hätte sie zerbrechen und spalten können. Eindeutiger Beweis für Schock-Spallation.

Der Bergham-Krater



Abb. 9. Der Bergham-Krater mit einer Innenring-Signatur.

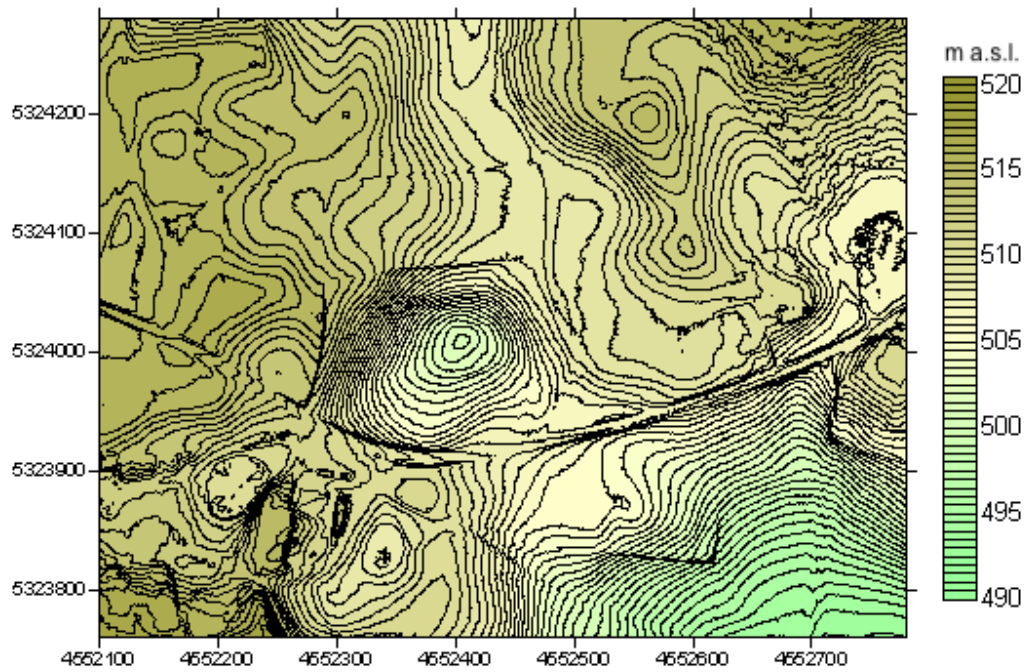


Abb. 10. Das digitale Geländemodell DGM 1 des Bergham-Kraters; topografische Karte. Konturintervall 0,5 m.

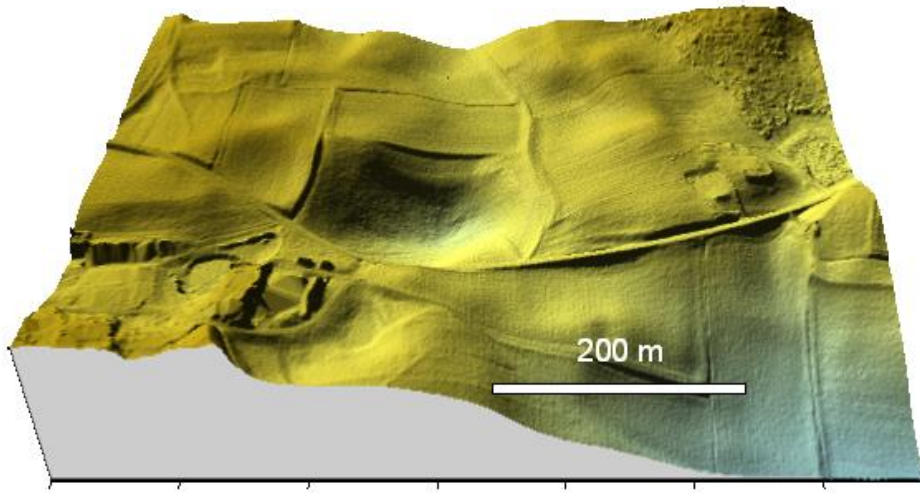


Abb. 11. Das DGM 1 des Bergham-Kraters, 3D-Oberflächenkarte; stark überhöht.

Zwei von einer Sorte



Abb. 12. Fotos der Krater Riederting und Bergham.

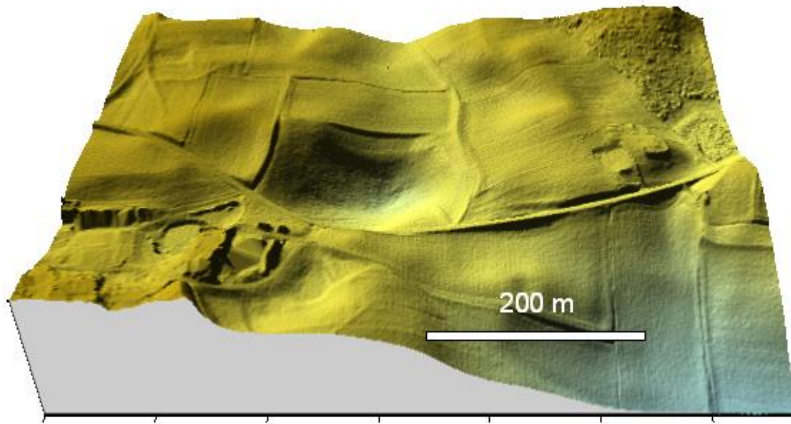
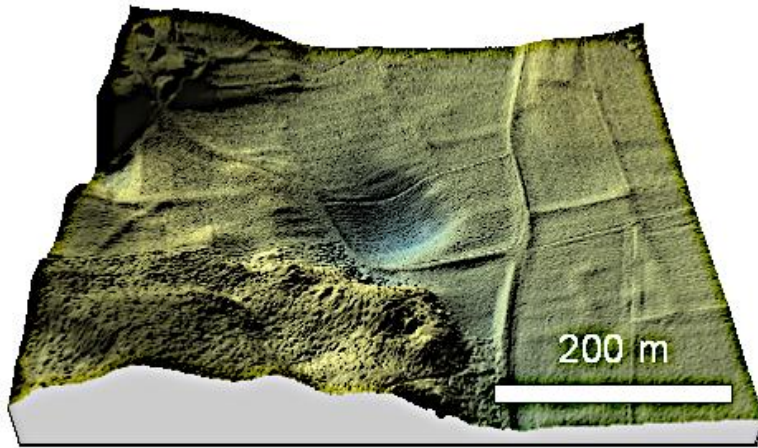


Abb. 13. DGM 1-Oberflächenkarten; Krater Riederting und Bergham.

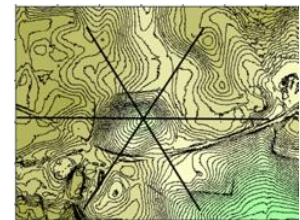
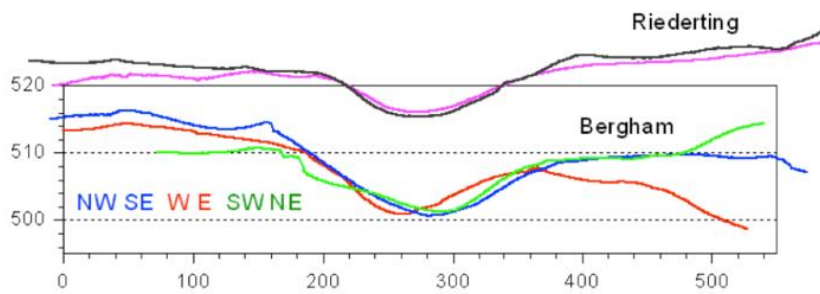


Abb. 14. Es besteht eine auffällige Ähnlichkeit zwischen dem Riederting-Krater (Abb. 7) und dem Bergham-Krater (Abb. rechts). Für beide Strukturen gilt derselbe Längen- und Höhenmaßstab.

3 Der Seeon-Naturdokument-Krater



Abb. 15. Dieses Naturdenkmal in der Nähe von Seeon, das einen eigenen Wikipedia-Artikel hat, wurde von Geologen und Geomorphologen in Karten und Beschreibungen stets als Relikt der letzten Eiszeit, als Toteisloch, beschrieben. Offiziell ist es auch vom Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) als besonders sehenswertes Geotop gelistet. Google Earth 2017. - Die DGM 1-Daten zeigen eindeutig, dass diese Interpretation als Toteis nicht aufrechterhalten werden kann und dass dieses Foto des Naturdenkmals nur die innere Hohlform einer viel größeren Impaktstruktur zeigt.

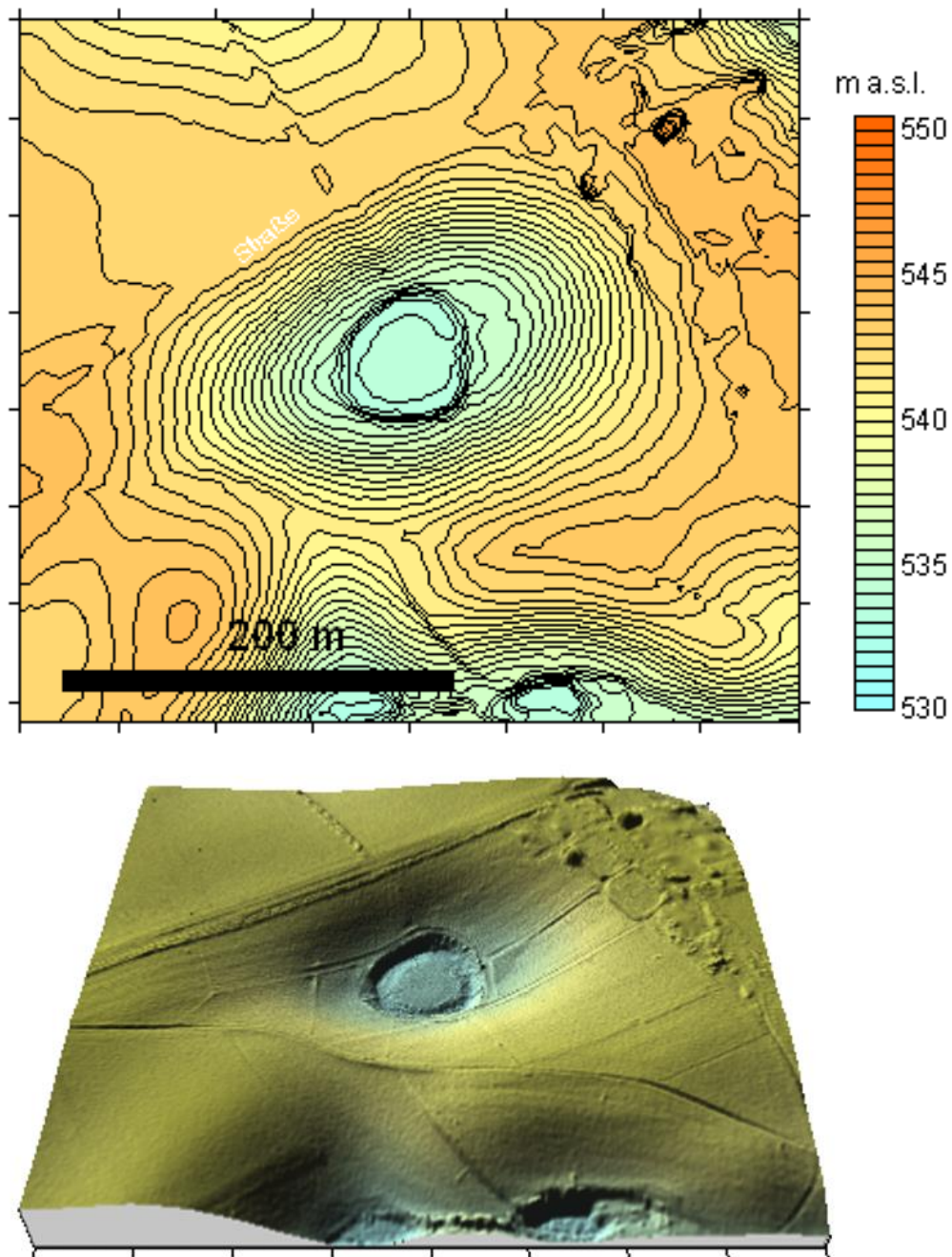


Abb. 16. Die DGM 1 als topografische Karte und 3D-Oberflächenkarte. Die Bilder beweisen, dass die Erklärung als Toteis grundlegend falsch ist und zugunsten einer komplexen Impactstruktur spricht.

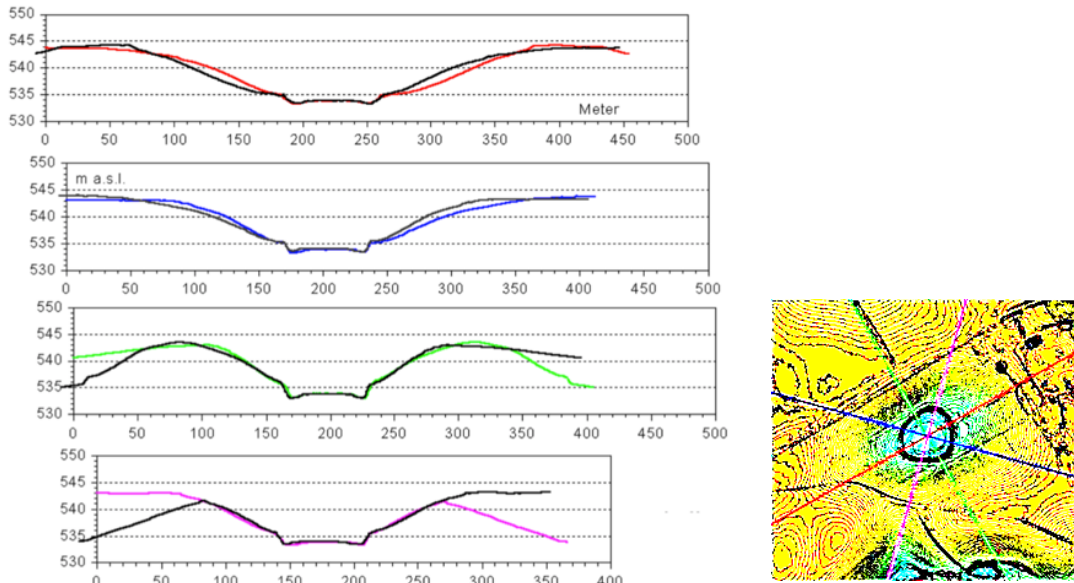


Abb. 17. Diametrale DGM 1-Profile, jeweils überlagert mit ihrem gespiegelten Profil. Die präzise Übereinstimmung über eine Distanz von mehr als 200 m demonstriert eindrucksvoll die kreisförmige Symmetrie der Struktur.

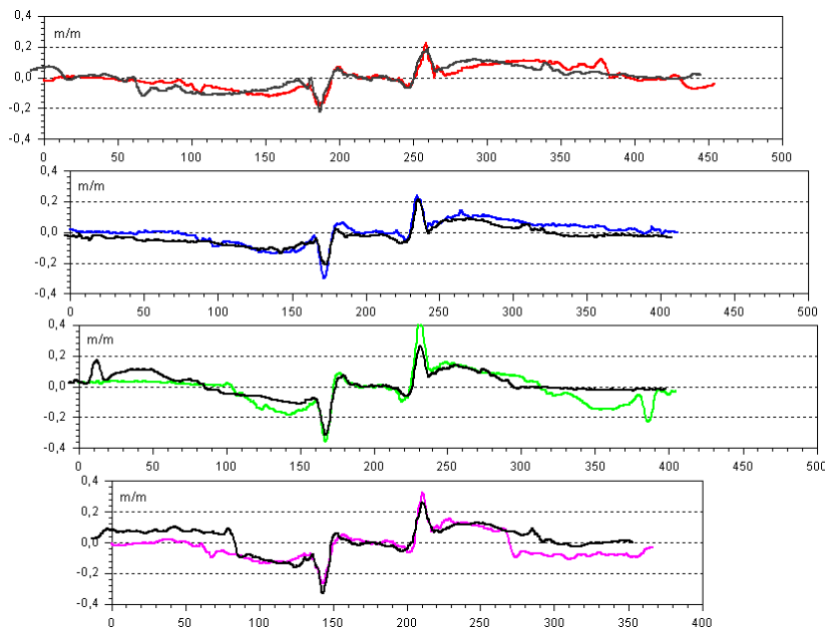


Abb. 18. Digitales Geländemodell, Geländeneigungsprofile (DGM 1-Datengefälle) und ihre Spiegelbilder (schwarz). Selbst in den hochauflösenden Gefälleprofilen zeigt die Überlagerung mit den Spiegelprofilen die ausgeprägte kreisförmige Symmetrie.

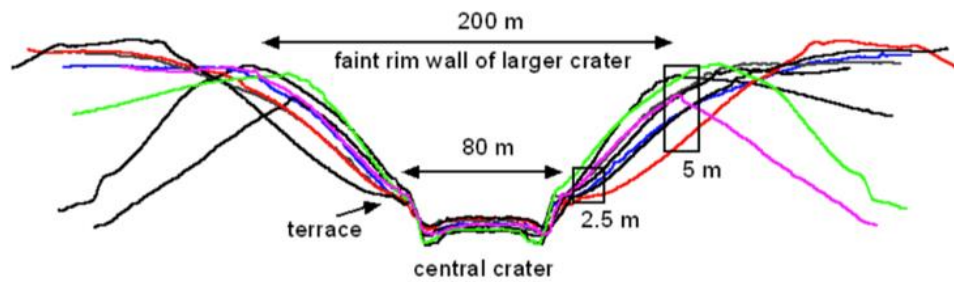


Abb. 19: Die Überlagerung aller diametralen Profile und ihrer Spiegelbilder zeigt die komplexe terrassierte Morphologie.

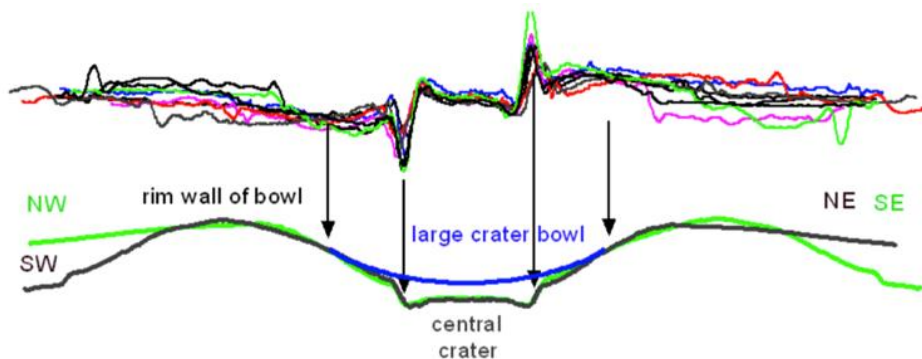


Abb. 20. Dasselbe gilt für die Gradientenprofile und die Überlagerung der großen Kratermulde mit der kleineren zentralen Kratermulde.

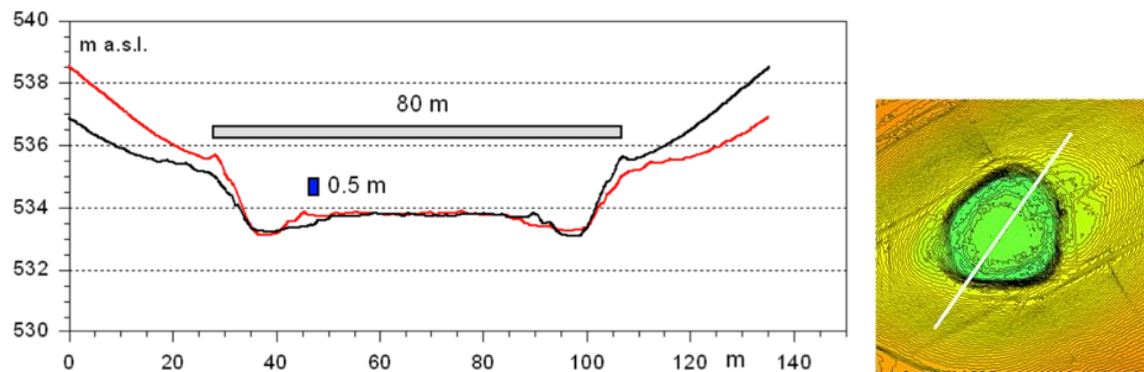


Abb. 21. DGM 1-Durchmesser-Detailprofil und sein Spiegelbild über dem zentralen „Naturdenkmal“.

4 Der Purkering-Doppelkrater



2009



2011

Abb. 22. Google Earth-Karten 2009 und 2011 und topografische Gradientenkarte. Die weißen Flecken sind angehobene und ausgeworfene Kalkstein- und Quarzitgerölle, die beim Einschlag von unten in die jüngere Lössdeckschicht eingedrungen sind. Der Unterschied zwischen der Anhebung in der Mitte und dem Ring aus Auswurfmaterial in den beiden Jahren lässt sich durch unterschiedliche landwirtschaftliche Verfahren erklären.

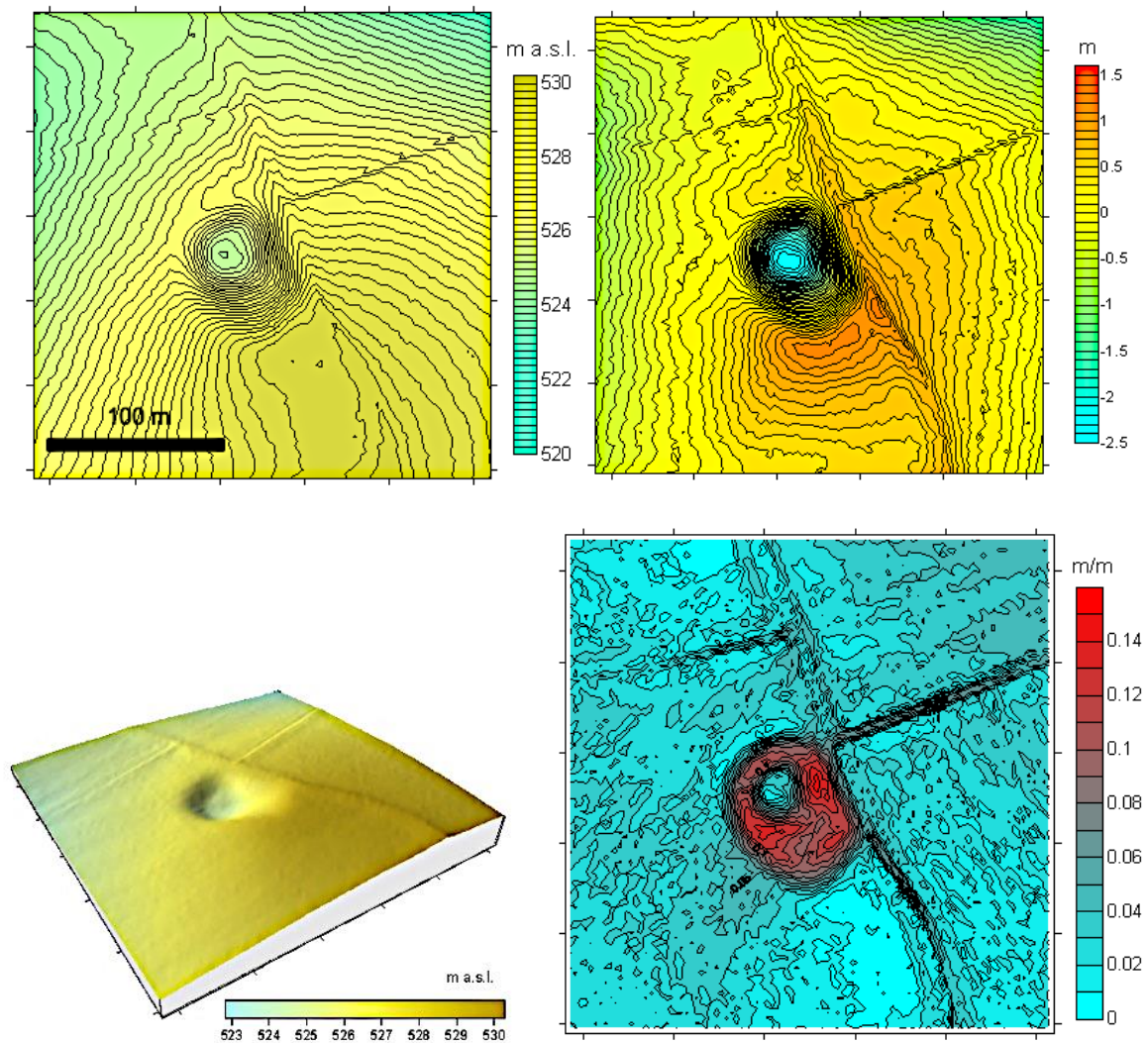


Abb. 23. DGM 1 SURFER-Datenverarbeitung des Purkering-Kraters. Oben links bis unten rechts: Topografische Karte, Konturintervall 0,2 m. – Topografische Karte nach Subtraktion eines Trendfeldes (gleitender Mittelwert, Tiefpassfilter). – DGM 1 Oberflächenkarte. – Karte des DGM 1-Datengradienten (Gefälle).

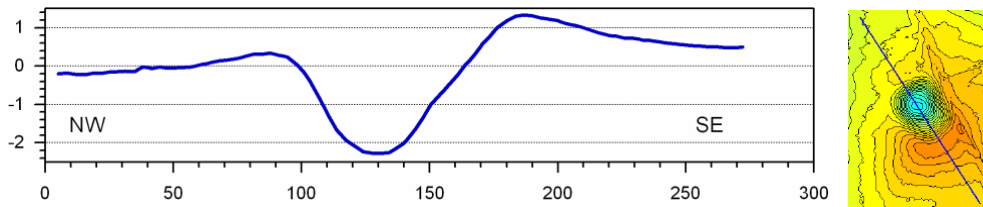


Abb. 24. Resttopographie und diametrales Profil. Die Asymmetrie lässt sich durch einen doppelten zerbrochenen Impaktor oder einen stark schrägen Einschlag erklären, der ein ähnliches Merkmal auf dem Mond aufweist (Abb. 26).

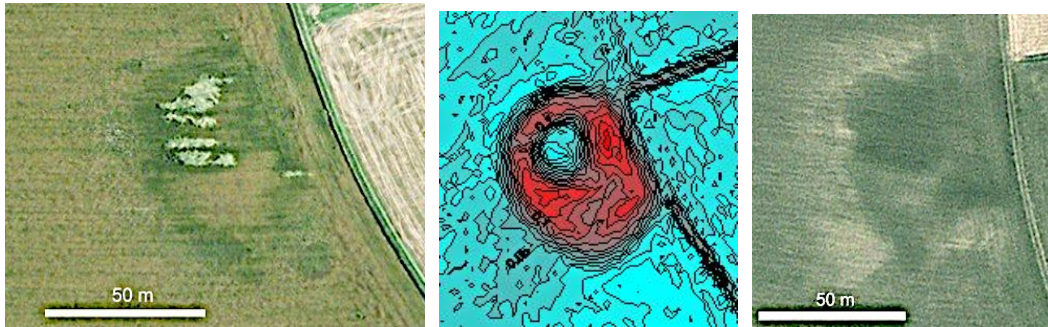


Abb. 25. Google Earth-Karten 2009 und 2011 und topografische Gradientenkarte. Wie in der Bildunterschrift zu Abb. 22 erläutert, handelt es sich bei den weißen Flecken um angehobene und ausgeworfene Kalkstein- und Quarzitgerölle, die beim Einschlag von unten in die jüngere Lössdeckschicht eingedrungen sind. Die Übereinstimmung mit der DGM 1-Gradientenkarte ist signifikant.

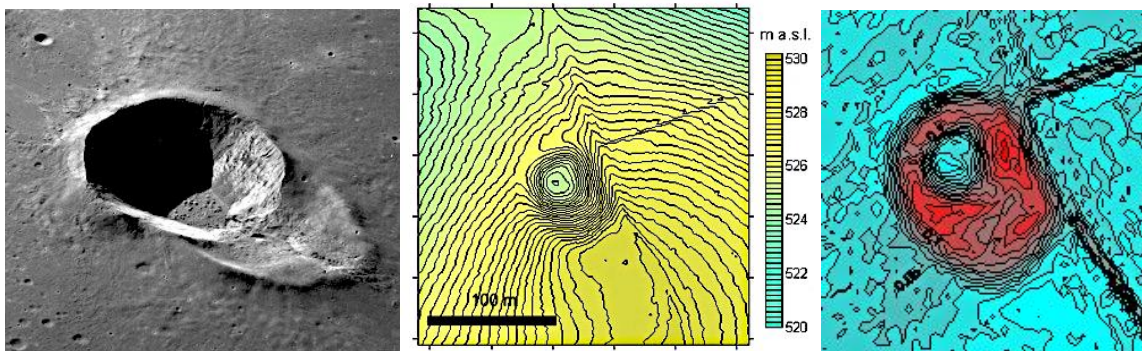


Abb. 26. Der Krater Messier A auf dem Mond hat zu vielen Spekulationen über den Ursprung seiner ungewöhnlichen Form geführt. Am häufigsten werden ein synchroner Doppelkrater und ein stark schräger Einschlag diskutiert. Abgesehen von dem starken Größenunterschied (11 km für Messier A, NASA-Foto) ist die Ähnlichkeit unverkennbar.

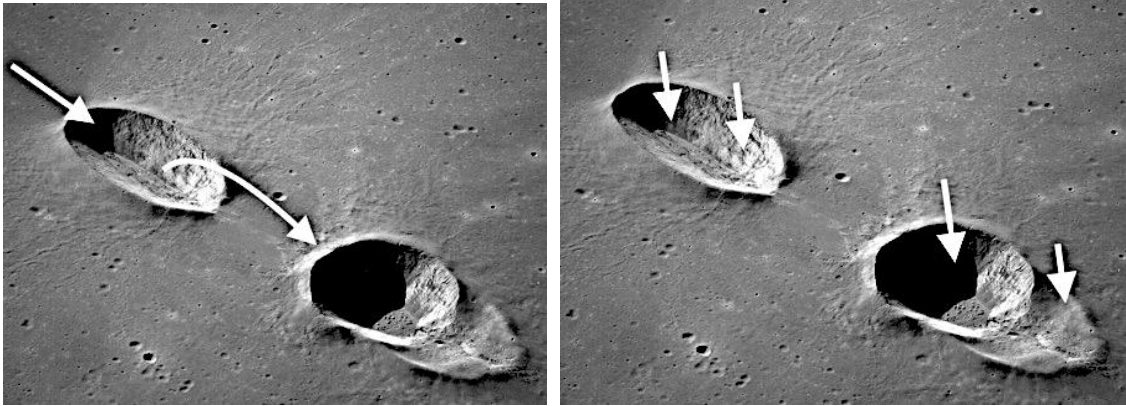


Abb. 27. Die Krater Messier und Messier A. NASA-Fotos. Eine dritte Hypothese besagt, dass Messier A ein sekundärer Einschlag des Einschlags von Messier ist (unser linkes Bild). In Bezug auf die Größe ist dies nicht sehr plausibel. Ein Mehrfacheinschlag durch einen Asteroiden-Schwarm wird nicht erwähnt (unser rechtes Bild).

5 Der Windschnur-Krater

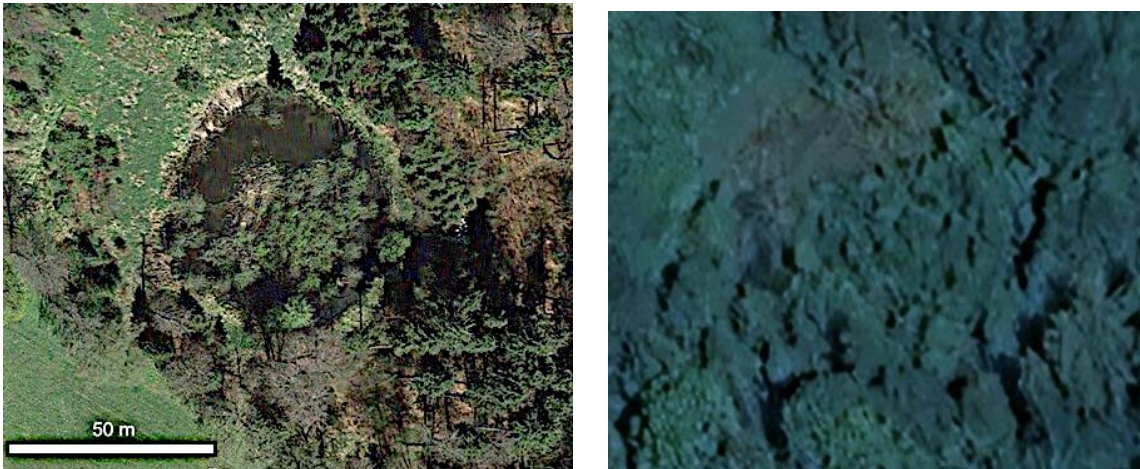


Abb. 28. Der Windschnur-Krater, Google Earth 2017 und 2025. Im Jahr 2025 „ignoriert“ die DGM 1 den Krater und morphologische Details im dichten Wald vollständig (Abb. 29-31).

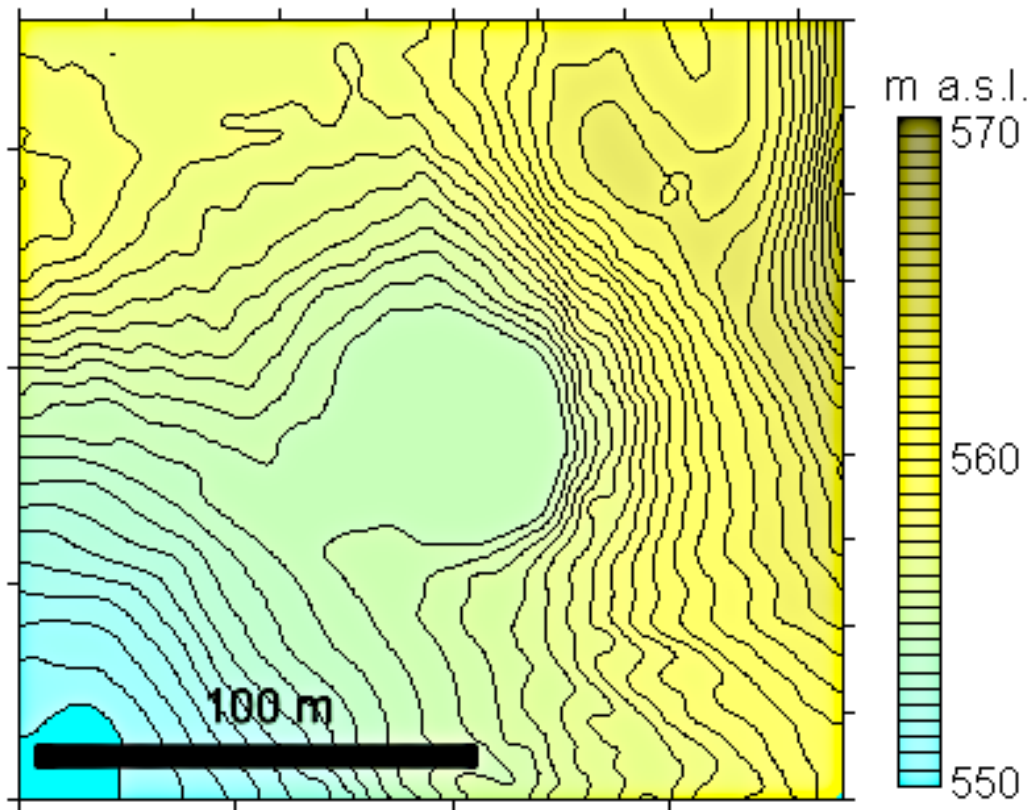


Abb. 29. Topografische Karte DGM 1, Konturintervall 0,5 m. Die Öffnung oder Abflachung des Ringwalls im Südwesten lässt sich durch einen teilweisen Einsturz des Kraters und den Rückfluss von Wallmassen bergab unmittelbar nach dem Einschlag erklären.

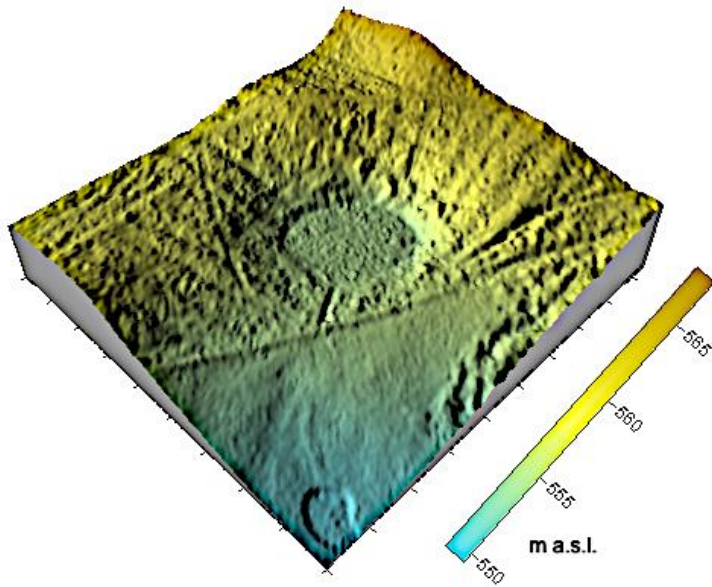


Abb. 30. Der Windschnur-Krater als Oberflächenkarte der DGM 1. Beachten Sie die Ansammlung größerer Blöcke am inneren Ringwall, die offensichtlich beim Einschlag des Kraters ausgeworfen wurden (Vergrößerung in Abb. 31). Die Rippensysteme sind wahrscheinlich künstlich (frühmittelalterliche Pflugspuren?) und haben nichts mit dem Einschlag zu tun.

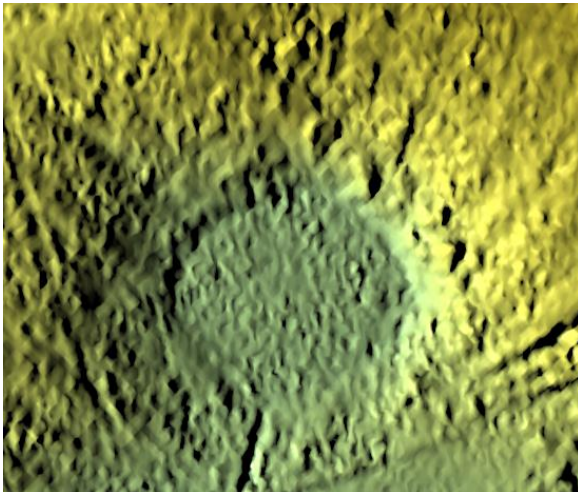


Abb. 31. Die größeren Auswurfblöcke deuten darauf hin, dass der Auswurf durch den Einschlag bis in das darunter liegende Tertiärgestein reichte. Es ist auch möglich, dass pleistozäne zementierte Konglomeratbänke (Nagelfluh) ausgeworfen wurden. Die geologische Kartierung liefert hierzu keine Informationen.

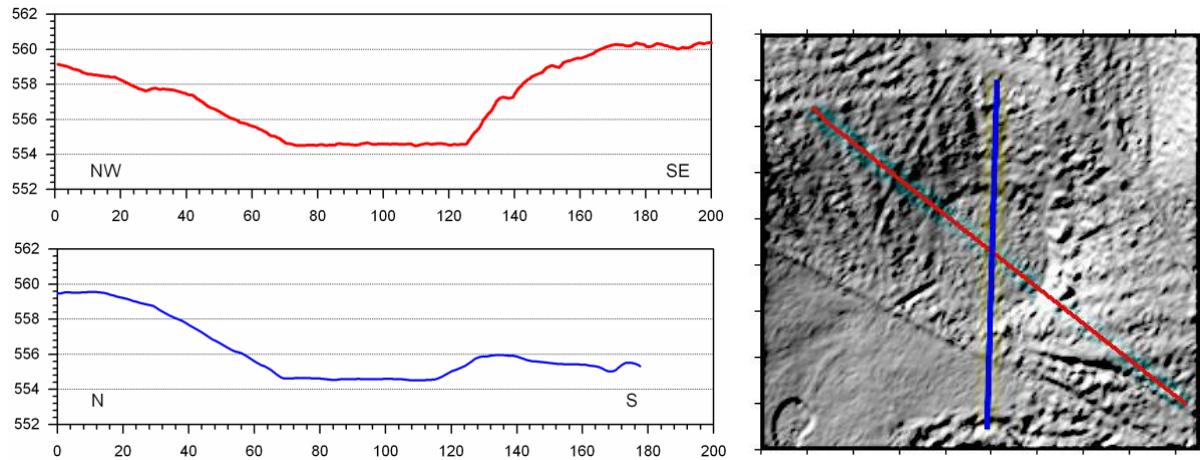


Abb. 32: DGM 1-Profil über den Windschnur-Krater.

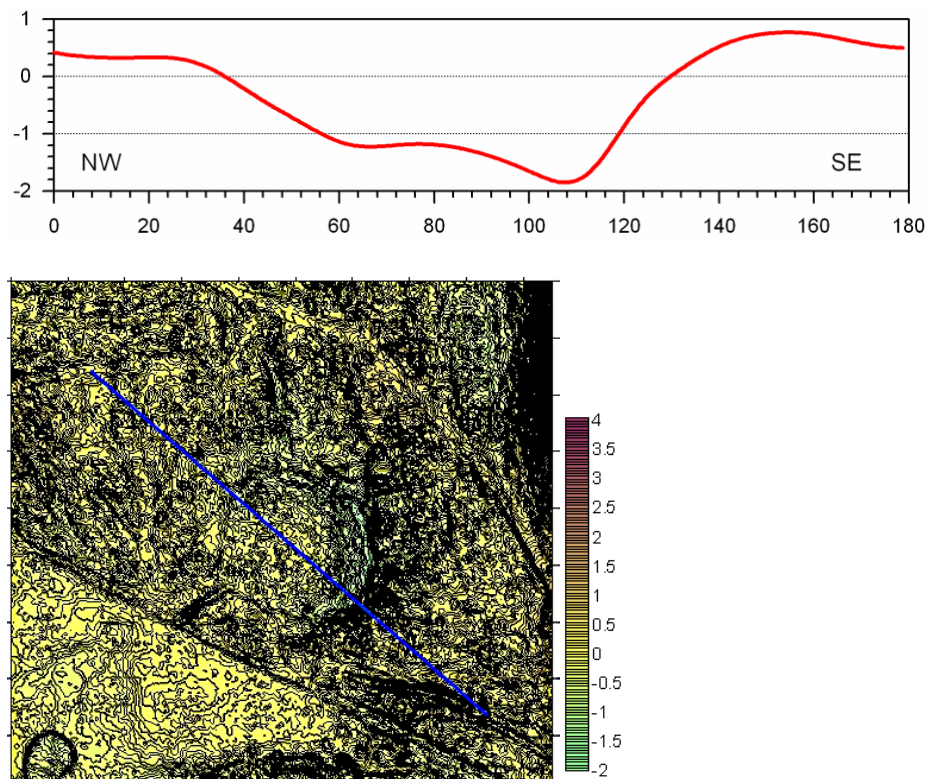


Abb. 33. Der Windschnur-Krater nach Entfernung eines Geländetrends. Das Profil zeigt eine zentrale Erhebung, die möglicherweise beim Einsturz des ausgeworfenen Ringwalls entstanden ist und den Befunden in Abb. 29 entsprechen könnte.

6 Diskussion und Schlussfolgerungen

Vor einigen Jahren erhielt die Erforschung des Chiemgau-Einschlags einen enormen Schub durch die Anwendung und Analyse des extrem hochauflösenden digitalen Geländemodells, das nun kostenlos online in Form der Originaldatensätze für das gesamte Kraterstreufeld und die nähere und weitere Umgebung der Chiemgau-Kraterstreuellipse abgerufen werden kann. Mit diesen Daten und den enormen Möglichkeiten moderner Grafikprogramme hat die Impaktforschung zu einem Paradigmenwechsel geführt, der insbesondere durch die neuen Erkenntnisse zum Chiemgau-Impakt und die weit verbreiteten, neu erkannten Impaktfelder in Mitteleuropa zwischen der Tschechischen Republik und der Grenze zwischen Lothringen und Frankreich (Poßekel et al. 2022) gerechtfertigt ist. Während die kanadische Datenbank weltweit rund 200 Namen als etablierte, offenbar nachgewiesene Einschlagstrukturen aufführt (was wiederholt kritisiert wurde, z. B. Claudin und Ernstson 2023), wird ein Paradigmenwechsel durch einfachste geologische Überlegungen in Verbindung mit den Ergebnissen der digitalen Geländemodelle deutlich, die mittlerweile in vielen Ländern zunehmend verfügbar sind. Der Schlüssel liegt in der extremen Auflösung der Geländeoberfläche, horizontal und vertikal, bis hinunter in den Dezimeter- und Zentimeterbereich, wobei das DTM durch aufwendige Datenverarbeitung Gebäude und Vegetation entfernt, sodass selbst in den dichtesten Wäldern der nackte Boden erfasst und dem Nutzer in entsprechenden Datensätzen (x, y, z) zur Verfügung gestellt wird. Für die Impaktforschung hat dies zunächst folgende Konsequenzen:

- Krater oder allgemeine Einschlagsspuren sind selbst in der dichtesten Vegetation zu erkennen, beispielsweise in dichten Wäldern, wahrscheinlich auch in Dschungelregionen oder unzugänglichen Sumpfgebieten.
- Es sind extrem flache Kraterstrukturen mit sehr flachen Ringwänden zu sehen.
- Krater mit völlig neuen Formen wie Zentralberg-Krater und terrassierte und wellige Kraterränder werden beschrieben, wie sie jetzt vom Mond und Mars veröffentlicht werden (Rappenglück et al. 2021, Poßekel et al. 2022, Ernstson et al. 2024, Ernstson und Poßekel 2024).
- Es werden Impaktstrukturen erkannt, die bei schweren Erdbeben beobachtet werden und daher den durch Impakte ausgelösten Beben zugeschrieben werden müssen (Ernstson und Poßekel 2024).
- Es werden Krater beschrieben, die geologisch sehr jung sind und aufgrund ihrer extremen Flachheit geologischer Erosion und Sedimentation unterliegen und schnell wieder verschwinden. Dieser Effekt muss natürlich in die geologische Vergangenheit zurückgedacht werden.
- Die neu konzipierten Überlegungen und Hypothesen zu Airburst-Impakten im Zusammenhang mit Kometen und Asteroiden und ein Fokus auf sogenannte Touchdown-Airburst-Einschläge in geringer Höhe (West et al. 2024) können nicht besser untermauert werden als durch die neuen Beobachtungen mit dem digitalen Geländemodell.

Literatur

Astronomy (2004) Did the Celts see a comet impact in 200 B.C.?

<https://www.astronomy.com/science/did-the-celts-see-a-comet-impact-in-200-b-c/>

Bauer, F., Hiltl, M., Rappenglück, M.A, Ernstson, K. (2020): An eight kilogram chunk and more: evidence for a new class of iron silicide meteorites from the Chiemgau impact strewn field (SE Germany). – Modern Problems of Theoretical, Experimental, and Applied Mineralogy (Yushkin Readings – 7-10 December 2020, Syktyvkar, Russia), Proceedings, 359-360. <https://verein.chiemgau-impakt.de/wp-content/uploads/2020/07/Papers-2020-YushkinReadings.pdf>

Bauer, F., Hiltl, M., Rappenglück, M.A, Ernstson, K. (2019): Trigonal and Cubic Fe₂Si Polymorphs (Hapkeite) in the Eight Kilograms Find of Natural Iron Silicide from Grabenstätt 39 (Chiemgau, Southeast Germany). – 50th Lunar and Planetary Science Conference, Poster, Abstract #1520, LPI Contrib. 2132. <https://www.hou.usra.edu/meetings/lpsc2019/pdf/1520.pdf>, Poster <https://www.hou.usra.edu/meetings/lpsc2019/eposter/1520.pdf>

Bauer, F. Hiltl, M., Rappenglück, M.A., Neumair, A., K. Ernstson, K. (2013): Fe₂Si (Hapkeite) from the subsoil in the alpine foreland (Southeast Germany): is it associated with an impact? – 76th Annual Meteoritical Society Meeting, Meteoritics & Planetary Science, Volume 48, Issue s1, Abstract #5056. – Abstract

Brenker, F.E., Junge, A.. (2023) Impact origin of the “Domaine du Meteore”-crater, France. Compelling mineralogical and geophysical evidence for an unrecognized destructive event in the heart of Europe. – 54th LPSC, #1910.

Claudin, F. M. and Ernstson, K. (2023) The Canadian Earth Impact Database, Wikipedia and the Azuara and Rubielos de la Cérida (Spain) Impact Case. - MetSoc Meeting 2023 Los Angeles, DOI: 10.13140/RG.2.2.35749.68329.

Ernstson, K. (2016): Evidence of a meteorite impact-induced tsunami in lake Chiemsee (Southeast Germany) strengthened. – 47th Lunar and Planetary Science Conference, 1263.pdf. Abstract <https://www.hou.usra.edu/meetings/lpsc2016/pdf/1263.pdf>.

Ernstson, K. and Poßekel, J. (2024) The Chiemgau Meteorite Impact Strewn Field and the Digital Terrain Model: "Earthquake" Liquefaction from Above and from Below. - AGU Fall Meeting 2024

Ernstson, K. and Poßekel, J. (2024) Paradigm shift in impact research: the Holocene Chiemgau meteorite impact crater strewn field and the digital terrain model. - Lunar &

Planetary Science Conference LPSC 2024.

Ernstson, K, Poßekel, J., and Rappenglück, M.A. (2024) Mars and Moon on earth - Lunar & Planetary Science Conference LPSC 2024.

Ernstson, K., Bauer, F., Hiltl, M. (2023) A Prominent Iron Silicides Strewn Field and Its Relation to the Bronze Age/Iron Age Chiemgau Meteorite Impact Event (Germany). *Earth Sciences*. Vol. 12, No. 1, pp. 26-40. doi: 10.11648/j.earth.20231201.14 – Open access.

Ernstson, K., Sideris, C., Liritzis, I., Neumair, A. (2012): The Chiemgau meteorite impact signature of the Stöttham archaeological site (southeast Germany). – *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, 12, 249-259.

Ernstson, K., Mayer, W., Neumair, A., Rappenglück, B., Rappenglück, M.A., Sudhaus, D. and Zeller, K.W. (2010): The Chiemgau crater strewn field: evidence of a Holocene large impact in southeast Bavaria, Germany. – *Journal of Siberian Federal University, Engineering & Technology*, 1 (2010 3) 72-103.

Ernstson, K., Poßekel, J. (2020) Complex Impact Cratering in a Soft Target: Evidence from Ground Penetrating Radar (GPR) for Three Structures in the Chiemgau Meteorite Impact Strewn Field, SE Germany (1.3 km-Diameter Eglsee, 250 m-Diameter Riederting, 60 m-Diameter Aiching). – Fall Meeting, AGU, online, 1-17 Dec. Abstract EP036-0005.
<https://agu.confex.com/agu/fm20/meetingapp.cgi/Paper/677731> K.

Ernstson, K. and J. Poßekel (2020): Digital terrain model (DTM) topography of small craters in the Holocene Chiemgau (Germany) meteorite impact strewnfield. – 11th Planetary Crater Consortium 2020 (LPI Contrib. 2251), Abstract #2019.
<https://www.chiemgau-impakt.de/wpcontent/uploads/2020/06/PCC-2019.pdf>

Ernstson, and J. Poßekel (2017): Meteorite Impact „Earthquake“ Features (Rock Liquefaction, Surface Wave Deformations, Seismites) from Ground Penetrating Radar (GPR) and Geoelectric Complex Resistivity/Induced Polarization (IP) Measurements, Chiemgau (Alpine Foreland, Southeast Germany). – 2017 Fall Meeting, AGU, New Orleans, 11-15 Dec. Abstract EP53B-1700
<https://agu.confex.com/agu/fm17/meetingapp.cgi/Paper/216911>, Poster
<https://www.chiemgau-impakt.de/wp-content/uploads/2017/08/Poster-2017-AGU.pdf>

Ernstson, K. and J. Poßekel, M. A. Rappenglück (2020): Near-ground airburst cratering: petrographic and ground penetrating radar (GPR) evidence for a possibly enlarged Chiemgau Impact event (Bavaria, SE-Germany). – 50th Lunar and

Planetary Science Conference, Poster, Abstract #1231.
<https://www.hou.usra.edu/meetings/lpsc2020/pdf/1231.pdf>, Poster
<https://www.hou.usra.edu/meetings/lpsc2020/eposter/1231.pdf>

Ernstson, K., Hilt, M., Neumair, A.: Microtektite-Like Glasses from the Northern Calcareous Alps (Southeast Germany): Evidence of a Proximal Impact Ejecta . – 45th Lunar and Planetary Science Conference, held 17-21 March, 2014 at The Woodlands, Texas. LPI Contribution No. 1777, p.1200. – Abstract

Ernstson, K., Müller, W., Neumair, A. (2013): The proposed Nalbach (Saarland, Germany) impact site: is it a companion to the Chiemgau (Southeast Bavaria, Germany) impact strewn field? – 76th Annual Meteoritical Society Meeting, Meteoritics & Planetary Science, Volume 48, Issue s1, Abstract #5058. – Abstract

Ernstson, K. & Neumair, A. (2011), Geoelectric Complex Resistivity Measurements of Soil Liquefaction Features in Quaternary Sediments of the Alpine Foreland, Germany, Abstract NS23A-1555 presented at 2011 Fall Meeting, AGU, San Francisco, Calif., 5-9 Dec. Abstract

Ernstson, K. and T. G. Shumilova (2020): Chiemite — a high PT carbon impactite from shock coalification/carbonization of impact target vegetation. – Modern Problems of Theoretical, Experimental, and Applied Mineralogy (Yushkin Readings – 7-10 December 2020, Syktyvkar, Russia), Proceedings, 363-365.
<https://verein.chiemgau-impakt.de/wp-content/uploads/2020/07/Papers-2020-YushkinReadings.pdf>

Ernstson, K. and T. G. Shumilova, S. I. Isaenko, A. Neumair, M. A. Rappenglück (2013): From biomass to glassy carbon and carbynes: evidence of possible meteorite impact shock coalification and carbonization. – Modern problems of theoretical, experimental and applied 41 mineralogy (Yushkin Memorial Seminar–2013): Proceedings of mineralogical seminar with international participation. Syktyvkar: IG Komi SC UB RAS, 2013. 546 p. . – Abstract

Hiltl, M., Bauer, F., Ernstson, K., Mayer, W., Neumair, A., & Rappenglück, M.A. (2011). SEM and TEM analyses of minerals xifengite, gupeiite, Fe₂Si (hapkeite?), titanium Carbide (TiC) and cubic moissanite (SiC) from the subsoil in the Alpine Foreland: Are they cosmochemical? 42nd Lunar and Planetary Science Conference, Abstract #1391.

Hoffmann, V., Rösler, W., Patzelt, A., & Raeymaekers, B. (2005). Characterisation of a small crater-like structure in SE Bavaria, Germany. 68th Annual Meteoritical Society Meeting, Gatlinburg, Abstract #5158. Access:

https://www.lpi.usra.edu/meetings/metsoc2005/pdf/download/alpha_g-i.pdf

Hoffmann, V., Tori, M., Funaki, M. (2006). Peculiar magnetic signature of Fe-Silicide phases and diamond/fullerene containing carbon spherules. *Travaux Géophysiques XXVII - Abstracts of the 10th „Castle Meeting“ – New Trends in Geomagnetism, Paleo, Rock and Environmental Magnetism*, 52–53. Impact Cratering Committee (2023). - Meteoritical Society <https://meteoritical.org/society/leadership/impact-cratering-committee>

Isaenko, S. and T. Shumilova, K. Ernstson, S. Shevchuk, A. Neumair, and M. Rappenglück: Carbynes and DLC in naturally occurring carbon matter from the Alpine Foreland, South-East Germany: Evidence of a probable new impactite. – European Mineralogical Conference, Vol. 1, EMC2012-217, 2012., European Mineralogical Conference 2012. Abstract

Liritzis, N. Zacharias, G.S. Polymeris, G. Kitis, K. Ernstson, D. Sudhaus, A. Neumair, W. Mayer, M.A. Rappenglück, B. Rappenglück (2010): The Chiemgau meteorite impact and tsunami event (Southeast Germany): first OSL dating. – *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, Vol. 10, No. 4, pp. 17- 33.

Naturkundemuseum Berlin (2006) Press Release and Comment by CIRT (Chiemgau Impact Research Team). - <https://www.chiemgau-impakt.de/pdfs/erwiderung.pdf> (in German).

Neumair, A., Ernstson, K. (2013): Peculiar Holocene soil layers: evidence of possible distal ejecta deposits in the Chiemgau region, Southeast Germany – 76th Annual Meteoritical Society Meeting, *Meteoritics & Planetary Science*, Volume 48, Issue s1, Abstract #5057. – Abstract.

Poßekel, J. and K. Ernstson (2020): Not just a rimmed bowl: Ground penetrating radar (GPR) imagery of small craters in the Holocene Chiemgau (Germany) meteorite impact strewn field. – 11th Planetary Crater Consortium 2020 (LPI Contrib. 2251), Abstract #2014. <https://www.chiemgau-impakt.de/wp-content/uploads/2020/06/PCC-2040.pdf>

Poßekel, J. and K. Ernstson (2019): Anatomy of Young Meteorite Craters in a Soft Target (Chiemgau Impact Strewn Field, SE Germany) from Ground Penetrating Radar (GPR) 42 Measurements. – 50th Lunar and Planetary Science Conference, Abstract #1204, LPI Contrib. 2132.
<https://www.hou.usra.edu/meetings/lpsc2019/pdf/1204.pdf>, Poster
<https://www.hou.usra.edu/meetings/lpsc2019/eposter/1204.pdf>

Pořekel, J., Molnár, M., and Ernstson, K. (2022) The Proposed Meteorite Impact Event in the Czech Republic: Evidence Strengthened by Investigations with the Digital Terrain Model. - Lunar & Planetary Science Conference LPSC 2022, DOI: 10.13140/RG.2.2.17849.65123.

Rappenglück, B., Hiltl, M., Ernstson, K. (2021) The Chiemgau Impact: evidence of a Latest Bronze Age/Early Iron Age meteorite impact in the archaeological record, and resulting critical considerations of catastrophism. In: Beyond Paradigms in Cultural Astronomy, BAR international series: Vol. 3033, C. González-García, R. M. Frank, L. D. Sims, M. A. Rappenglück, G. Zotti, J. A. Belmonte, and Šprajc (ed.), Oxford, Great Britain, BAR, pp. 57– 64.

Rappenglück, B., Hiltl, M., Rappenglück, M. A., Ernstson, K. (2020b) The Chiemgau Impact — a meteorite impact in the Bronze-/Iron Age and its extraordinary appearance in the archaeological record. In: Himmelswelten und Kosmvisionen — Imaginationen, Modelle, Weltanschauungen: Proceedings der Tagung der Gesellschaft für Archäoastronomie in Gilching, 29-31 März 2019, G. Wolfschmidt (ed.), Hamburg, tredion, pp. 330–349.

Rappenglück, B. and M. Hiltl, K. Ernstson (2020a): Exceptional evidence of a meteorite impact at the archaeological site of Stöttham (Chiemgau, SE-Germany). In: Draxler, Sonja, Lippisch, Max E. (eds.) Harmony and Symmetrie. Celestial regularities shaping human cultures. – Proceedings of the 26th Annual Meeting of the European Society of Astronomy in Culture, August 27 – September 2018, Graz, Oxford: BAR publishing.

Rappenglück, B. and M. Hiltl, K. Ernstson (2020): Artifact-in-impactite: a new kind of impact rock. Evidence from the Chiemgau meteorite impact in southeast Germany. – Modern Problems of Theoretical, Experimental, and Applied Mineralogy (Yushkin Readings – 7-10 December 2020, Syktyvkar, Russia), Proceedings, 365-367. 43 <https://verein.chiemgau-impakt.de/wp-content/uploads/2020/07/Papers-2020-YushkinReadings.pdf>

Rappenglück, B., Hiltl, M., Pořekel, J., Rappenglück, M. A., Ernstson, K. (2023) People experienced the prehistoric Chiemgau meteorite impact – geoarchaeological evidence from southeastern Germany: a review. Mediterranean Archaeology and Archaeometry. Vol. 23, No. 1, pp. 209-234. doi: 10.5281/zenodo.7775799 – Open Access.

Rappenglück, B. and M. Hiltl, K. Ernstson (2020): Artifact-in-impactite: a new kind of impact rock. Evidence from the Chiemgau meteorite impact in southeast Germany. – Modern Problems of Theoretical, Experimental, and Applied Mineralogy (Yushkin

Readings – 7-10 December 2020, Syktyvkar, Russia), Proceedings, 365-367.
<https://verein.chiemgau-impakt.de/wp-content/uploads/2020/07/Papers-2020-YushkinReadings.pdf>

Rappenglück, B. and M. Hiltl, K. Ernstson (2020c): The Chiemgau Impact: evidence of a Latest Bronze Age/Early Iron Age meteorite impact in the archaeological record, and resulting critical considerations of catastrophism. – 25th Annual Meeting of the European Association of Archaeologists, Bern, 4-7 September 2019, Oxford: BAR publishing.

Rappenglück, B. and M. Hiltl, K. Ernstson (2019): Metallic Artifact Remnants in a Shock-Metamorphosed Impact Breccia: an Extended View of the Archeological Excavation at Stöttham (Chiemgau, SE-Germany) – 50th Lunar and Planetary Science Conference, Poster, Abstract #1334, LPI Contrib. 2132.
<https://www.hou.usra.edu/meetings/lpsc2019/pdf/1334.pdf>, Poster
<https://www.hou.usra.edu/meetings/lpsc2019/eposter/1334.pdf>

Rappenglück, B., and K. Ernstson, I. Liritzis, W. Mayer, A. Neumair, M. Rappenglück, D. Sudhaus (2012): A prehistoric meteorite impact in Southeast Bavaria (Germany): tracing its cultural implications. – 34th International Geological Congress, 5-10 August 2012 – Brisbane, Australien, Abstract.

Rappenglück, B. and M. A. Rappenglück, K. Ernstson, W. Mayer, A. Neumair, D. Sudhaus, I. Liritzis (2010): The fall of Phaethon: a Greco-Roman geomyth preserves the memory of a meteorite impact in Bavaria (south-east Germany). – *Antiquity*, 84, 428-439.

Rappenglück, B., Ernstson, K., Mayer, W., Neumair, A. Rappenglück, M.A., Sudhaus, D., and Zeller, K.W.: The Chiemgau impact: An extraordinary case study for the question of Holocene meteorite impacts and their cultural implications. – In: Belmonte, J. A. (ed.), Proceedings of the International Conference on Archaeoastronomy, SEAC 16th 2008 “Cosmology across Cultures. Impact of the Study of the Universe in Human Thinking”, Granada September 8-12, 2008, A.S.P. Conf. Ser., 2009.

Rappenglück, B. and Rappenglück, M.A. (2006): Does the myth of Phaethon reflect an impact? – Revising the fall of Phaethon and considering a possible relation to the Chiemgau Impact. – *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, Proceedings of the International 44 Conference on Archaeoastronomy, SEAC 14th 2006, „Ancient watching of cosmic space and observation of astronomical phenomena“, Vol. 6, No. 3 (2006), 101-109.

Rappenglück, M. A., Poßekel, J., and Ernstson, K. (2021) Mars and Moon on earth: formation of small terraced impact craters and ground penetrating radar investigations. - 12th Planetary Crater Consortium Meeting 2021.

Rappenglück, M.A. and F. Bauer, K. Ernstson, M. Hiltl: Meteorite impact on a micrometer scale: iron silicide, carbide and CAI minerals from the Chiemgau impact event (Germany). – Problems and perspectives of modern mineralogy (Yushkin Memorial Seminar– 2014) Proceedings of mineralogical seminar with international participation Syktyvkar, Komi Republic, Russia 19–22 May 2014.. – Abstract

Rappenglück, M.A. and B. Rappenglück, K. Ernstson (2017): Kosmische Kollision in der Frühgeschichte. Der Chiemgau-Impakt: Die Erforschung eines bayerischen MeteoritenkraterStreufelds. – Zeitschrift für Anomalistik, Band 17, 235 -260. English translation:
https://pdfs.semanticscholar.org/0b62/4ca79c834edc46c86e1fa575c70f726608c8.pdf?_ga=2.133770253.2003692324.1598954865-1676338455.1598954865

Rappenglück, M.A., Bauer, F. Hiltl, M., Neumair, A., K. Ernstson, K. (2013): Calcium Aluminium-rich Inclusions (CAIs) in iron silicide matter (Xifengite, Gupeite, Hapkeite): evidence of a cosmic origin – 76th Annual Meteoritical Society Meeting, Meteoritics & Planetary Science, Volume 48, Issue s1, Abstract #5055. – Abstract

Rösler, W., Patzelt, A., Hoffmann, V., and Raeymaekers, B. (2006): Characterisation of a small craterlike structure in SE Bavaria, Germany. - European Space Agency First International Conference on Impact Cratering in the Solar System. ESTEC, Noordwijk , The Netherlands, 812 May.

Rösler, W., Hoffmann, V., Raeymaekers, B., Schryvers, D., & Popp, J. (2005). Carbon spherules with diamonds in soils. Paneth Kolloquium, Abstract PC2005 #026. Access: http://www.paneth.eu/PanethKolloquium/Archive_files/PanethKolloquium_2005.pdf 2006

Schryvers, D., & Raeymaekers, B. (2005). EM characterisation of a potential meteorite sample. Proceedings of EMC, Antwerp, vol. II, 859–860.

Schüssler, U., Rappenglück, M. A., Ernstson, K., Mayer, W., Rappenglück, B. (2005). Das Impakt-Krater-Streufeld im Chiemgau. European Journal of Mineralogy, 17(1), 124.

Schüssler, U. and M. A. Rappenglück, K. Ernstson, W. Mayer, B. Rappenglück (2005): Das Impakt-Kraterstreufeld im Chiemgau. – Eur. J. Mineral. 17, Beih. 1: 124.

Shumilova, T.G. and S. I. Isaenko, V. V. Ulyashev, B. A. Makeev, M. A. Rappenglück, A. A. Veligzhanin, K. Ernstson (2018): Enigmatic Glass-Like Carbon from the Alpine Foreland, Southeast Germany: A Natural Carbonization Process. – Acta Geologica Sinica (English Edition), Vol. 92, Issue 6, 2179-2200. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1755-6724.13722> 45

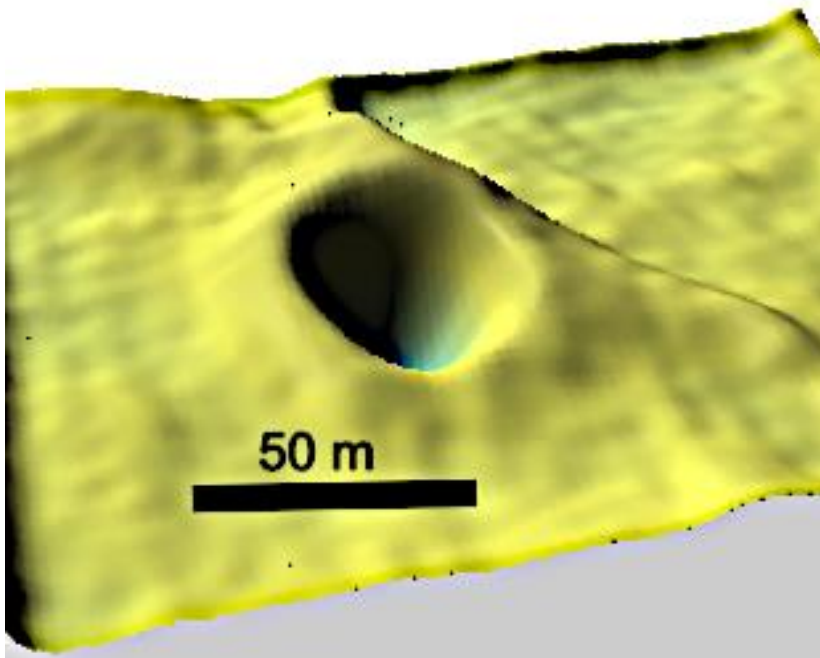
Shumilova, T. G., Isaenko S. I., Makeev B. A., Ernstson K., Neumair A., Rappenglück M. A.: Enigmatic Poorly Structured Carbon Substances from the Alpine Foreland, Southeast Germany: Evidence of a Cosmic Relation. 43rd Lunar and Planetary Science Conference (2012), 1430.pdf. Abstract.

West, A. et al. (2024) Modeling airbursts by comets, asteroids, and nuclear detonations: shock metamorphism, meltglass, and microspherules. - Airbursts and Cratering Impacts, Vol.(1). DOI: 10.14293/ACI.2024.0004.

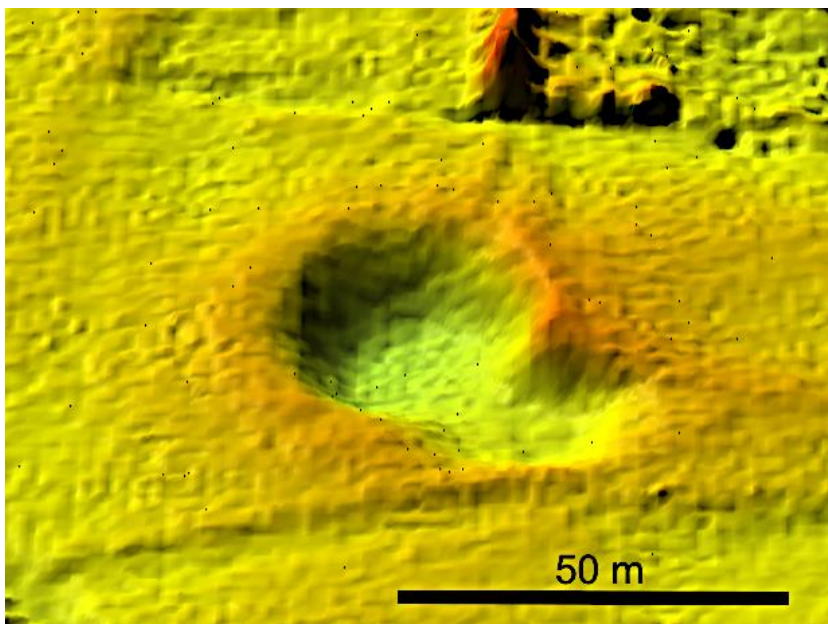
Yang, Z. Q., Verbeeck, J., Schryvers, D., Tarcea, N., Popp, J., & Rösler, W. (2008). TEM and Raman characterisation of diamond micro- and nanostructures in carbon spherules from upper soils. Diamond & Related Materials, 17, 937–943.

ANHANG

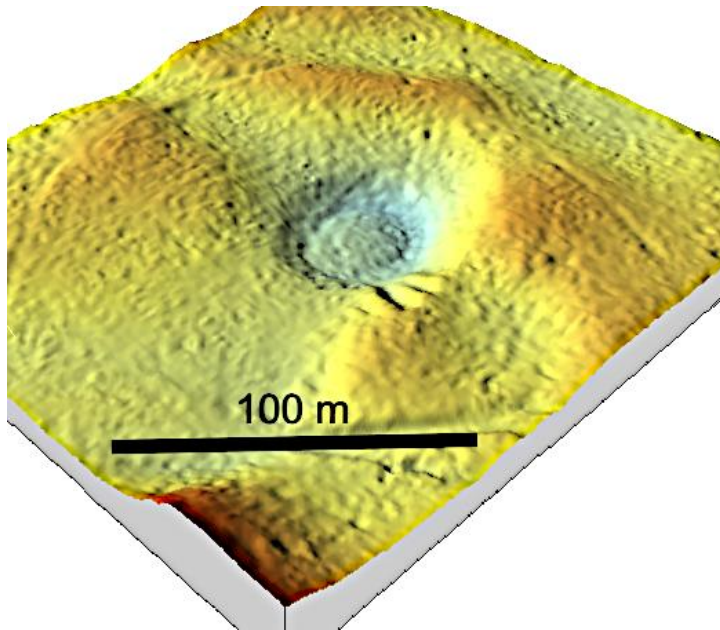
Eine Auswahl weiterer mittelgroßer Chiemgau-Einschlagkrater. Digitale Geländemodelle DGM 1 als 3D-Geländekarten nach Entfernung eines langwelligen Morphologietrends (2D-Gleitmittelwert-Tiefpassfilterung der DGM 1-Daten). Beachten Sie die starke Übertreibung der Bilder.



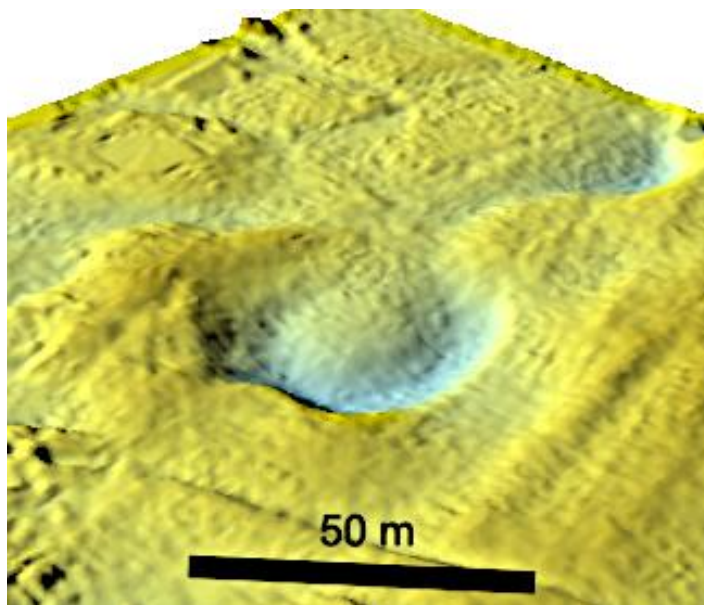
Engelsberg



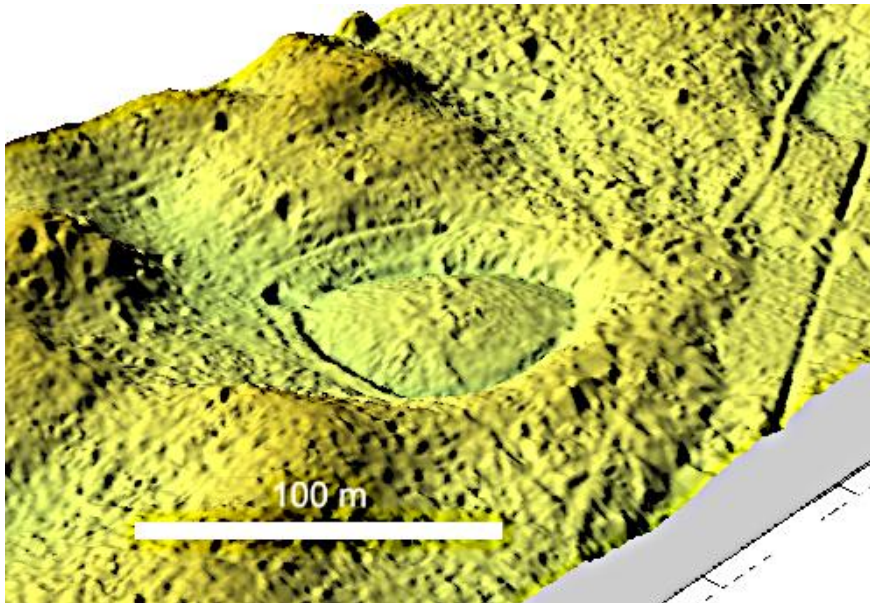
Palling SW-Doppelkrater



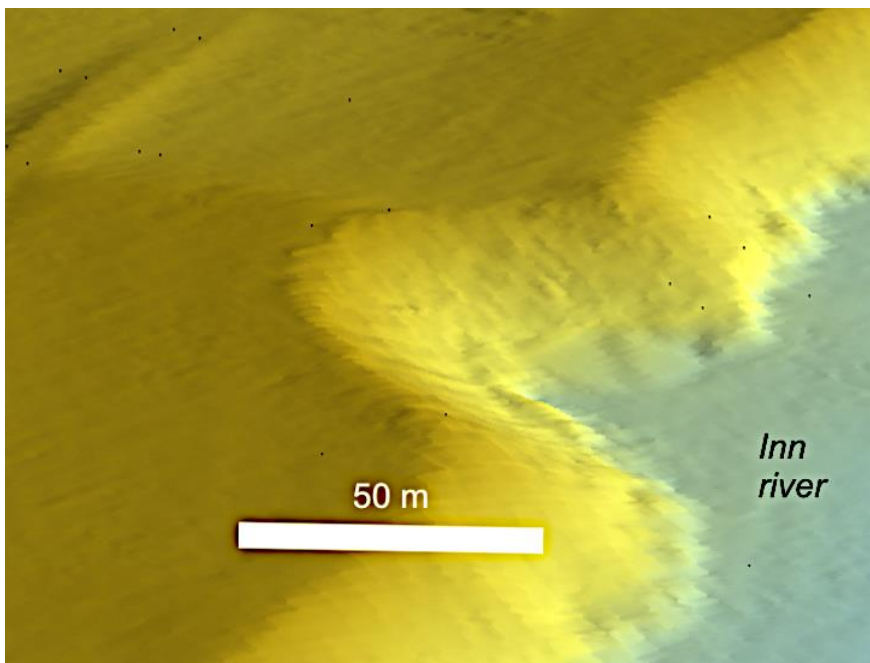
Seeon Neubichl N.



Seeon Neubichl S

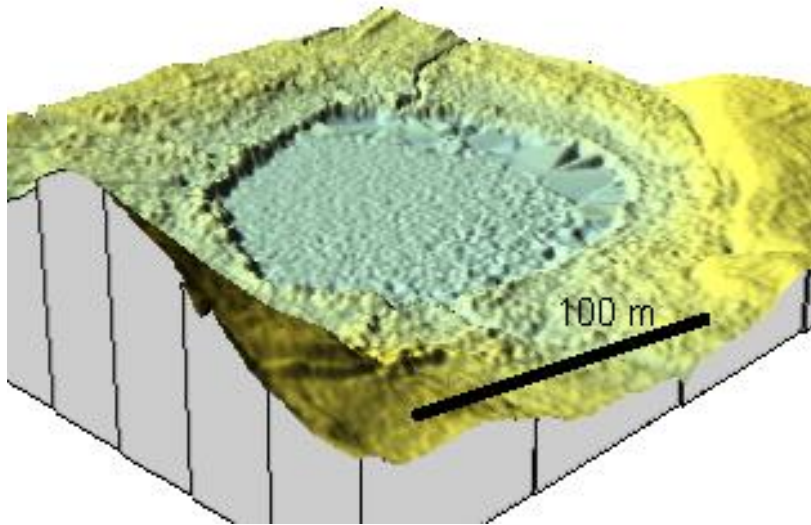


Windschnur N

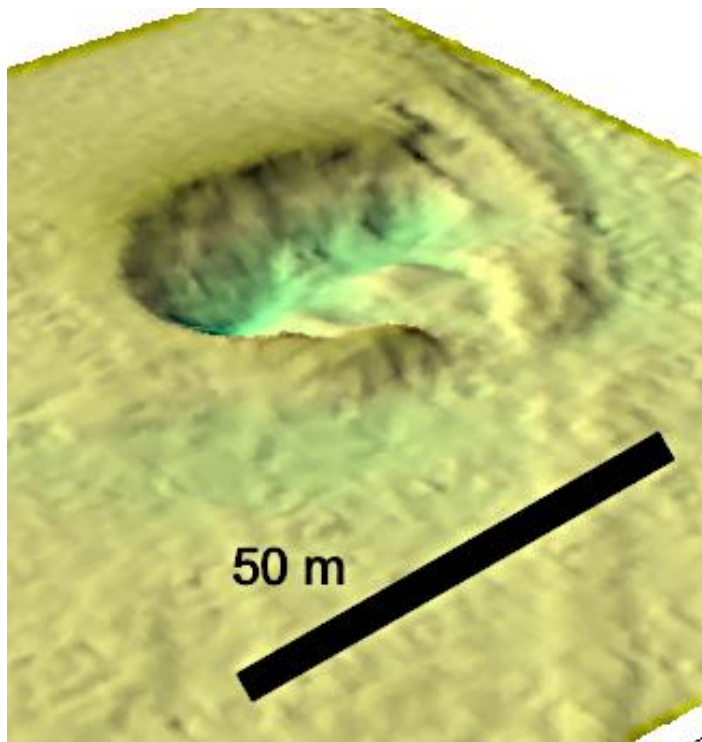


Talhang des Inns.

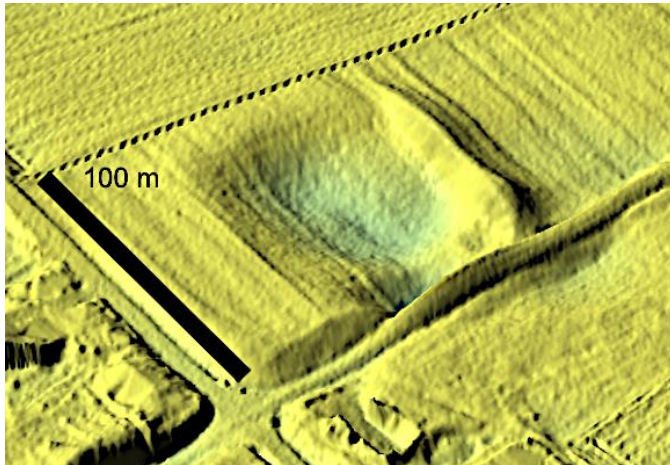
Halbkrater Aiching im



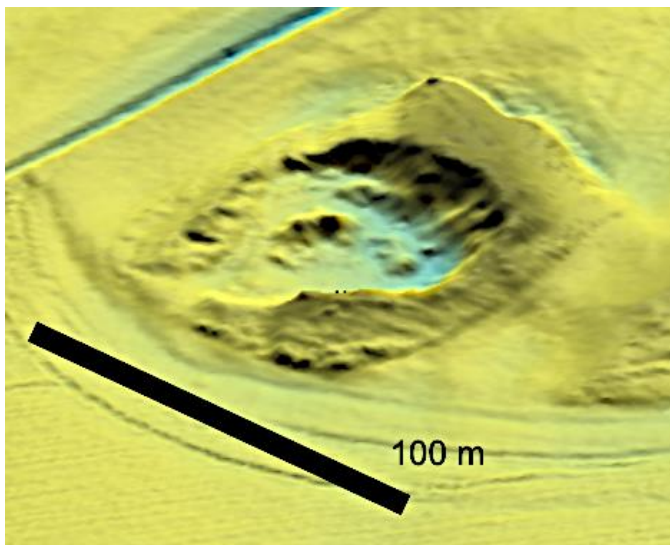
Laubensee-Krater



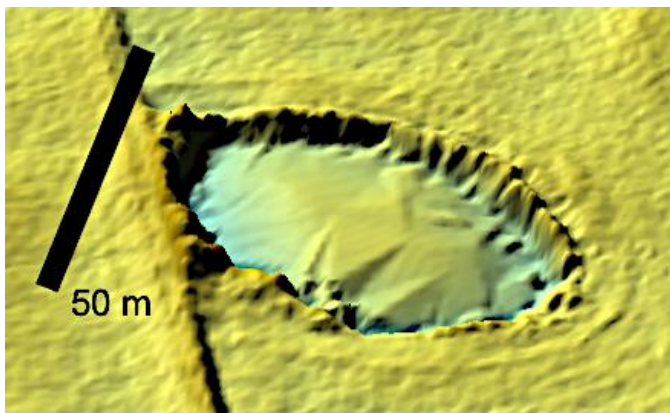
✓ Kleiner Begleitkrater Mittersee



Punzenpunkt



Punzenpoint S



Frabertsham