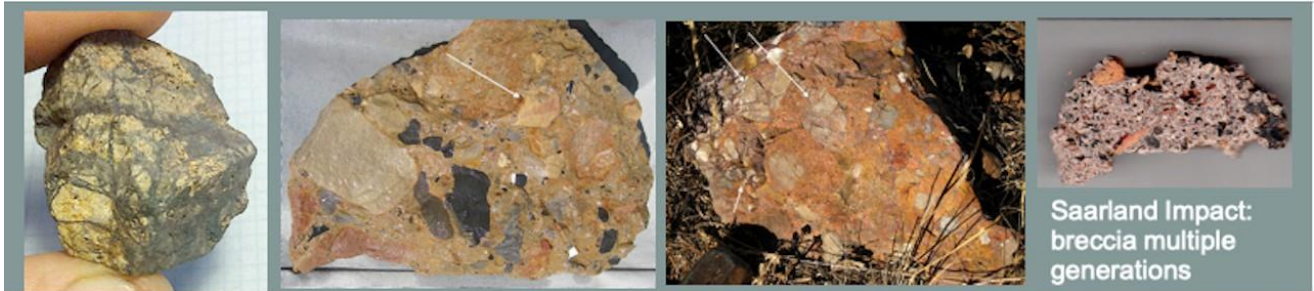


Die Meteoriteneinschlagstelle im Saarland (Deutschland)



Osbornit - sehr seltenes meteoritisches Mineral im Saarland-Impakt (Deutschland) Streufeld

- Kord Ernstson, Universität Würzburg (Deutschland)

Zusammenfassung. - Bei der Erkundung des Saarland-Impakts wurden in einer Tiefe von ca. 30-40 cm mit einem Metalldetektor auffällige Steine ausgegraben. Nach Analysen mit dem SEM-EDX handelt es sich bei diesen Steinen um seltene Meteorite. In diesem Kurzbericht geht es um diese Analysen des chondritischen Materials, die den Nachweis des extrem seltenen meteoritischen Minerals Osbornit erbrachten, das bisher nur von zwei Orten auf der Erde bekannt ist.

1 Einleitung

Geländeuntersuchungen und Materialanalysen führten zu dem, was heute als Saarland-Impakt bezeichnet wird und zwei Krater mit 250 m Durchmesser und 2,3 km Durchmesser umfasst (Ernstson et al. 2013, 2018) . Oberflächenfunde von verschiedenen

Impaktite mit Sueviten, Impaktschmelzgesteinen, Impaktgläsern, mono- und polymiktischen Impaktbrekzien mit impaktspezifischen Mehrfachbrekziengenerationen erstrecken sich heute über ein etwa elliptisches Gebiet von etwa 15 km Achsenlänge. Impaktnachweise sind die weit verbreiteten starken Schockeffekte (Schockmetamorphose), die in Impaktiten nachgewiesen wurden und die praktisch alle in der Impaktforschung erfassten Nachweise umfassen. Scherbenkegel in Quarzitgestein ergänzen die eindeutigen Impaktschocknachweise (Siegel et al. 2023)

Der hierzulande als Entdecker des Saarland-Impakts (Nalbach, Saarlouis) bekannte Werner Müller hat vor einigen Jahren im Rahmen von Gelände Vermessungen und Forschungen eine besondere Gesteinsart beprobt, die nach ersten mikroskopischen Untersuchungen (optisch und elektronenmikroskopisch) typische Merkmale eines Meteoriten aufwies, mit einem Zusammenhang zum Nalbach/Saarland-Impakt, der damals schon durch die umfangreichen und weit verbreiteten Nachweise aller oben erwähnten üblichen Impaktfunde als erwiesen galt. Hier berichten wir über ein extrem seltenes Meteoritenmineral, das in diesen Funden nachgewiesen werden konnte.

2 Osbornit im Streufeld des Saarländeeinschlags

Basierend auf Wikipedia: Osbornit ist ein sehr seltenes Mineral aus der Mineralklasse der Elemente (einschließlich natürlicher Legierungen, intermetallischer Verbindungen, Carbide, Nitride, Phosphide und Silizide) mit der chemischen Zusammensetzung TiN und ist somit chemisch gesehen Titanitrid.

Osbornit kristallisiert im kubischen Kristallsystem, wurde aber bisher nur in Form von mikroskopisch kleinen, oktaedrischen Kristallen bis zu einer Größe von etwa

0,1 mm groß. Osbornit ist ein typisches Meteoritenmineral, das bisher in 14 Meteoriten nachgewiesen wurde. Nur zwei rein terrestrische Fundorte sind bekannt: ein Erzkörper in Tibet und ein Fundort in Bahia (Brasilien).

Bevor wir mit den folgenden Abbildungen und den Erläuterungen zu den neuen Erkenntnissen beginnen, muss der vielleicht verständliche Wunsch, den Fundort preiszugeben, aus verständlichen Gründen zurückgewiesen werden.



Abb. 1. Schnitt durch die untersuchte Probe. Die Form, das Aussehen und die Größe der Probe bleiben vorerst "unter Verschluss".

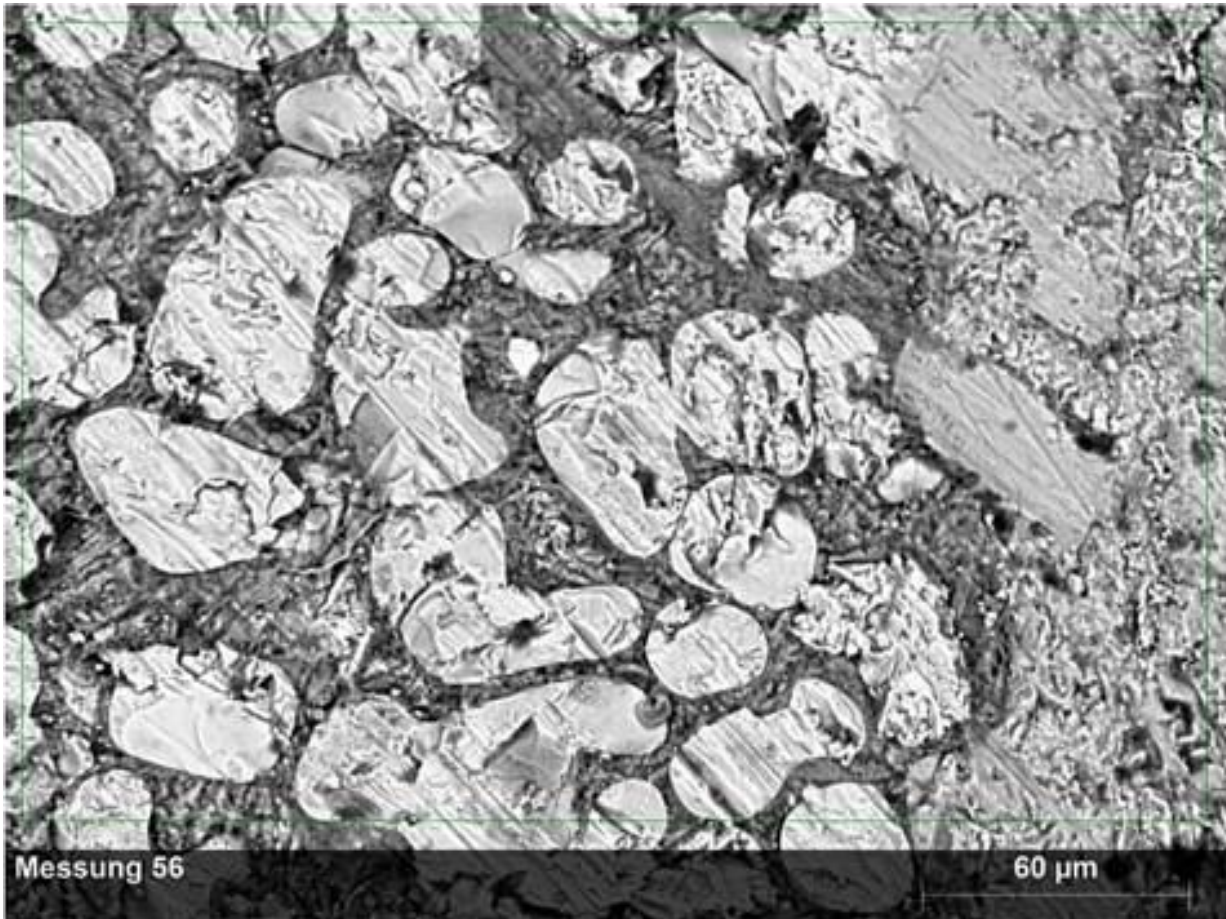


Abb.2. Elektronenmikroskopische Aufnahme eines Schnitts. 60 µm Maßstab unten rechts. Chondritische Struktur, wie sie von meteoritischen Chondriten bekannt ist.

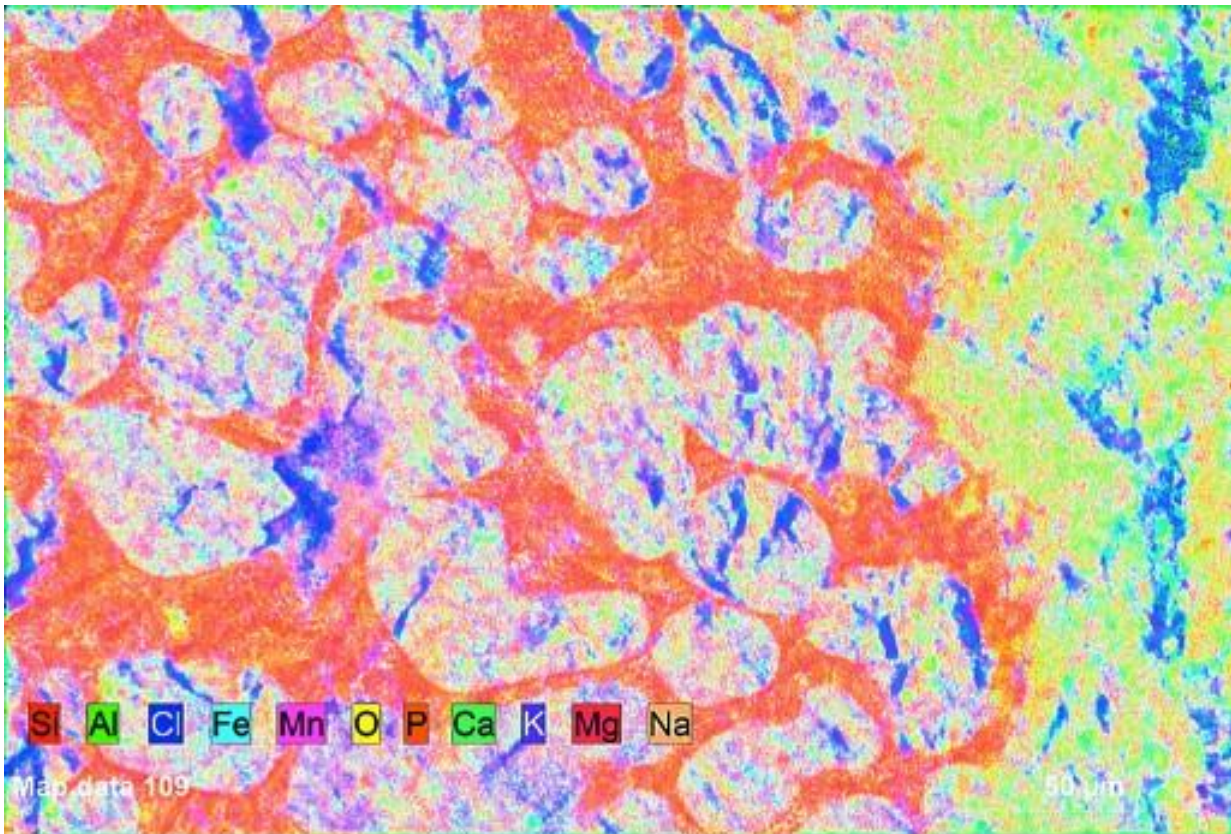


Abb.3. Derselbe Abschnitt in elektronenmikroskopischer SEM-EDX-Elementüberlagerung.

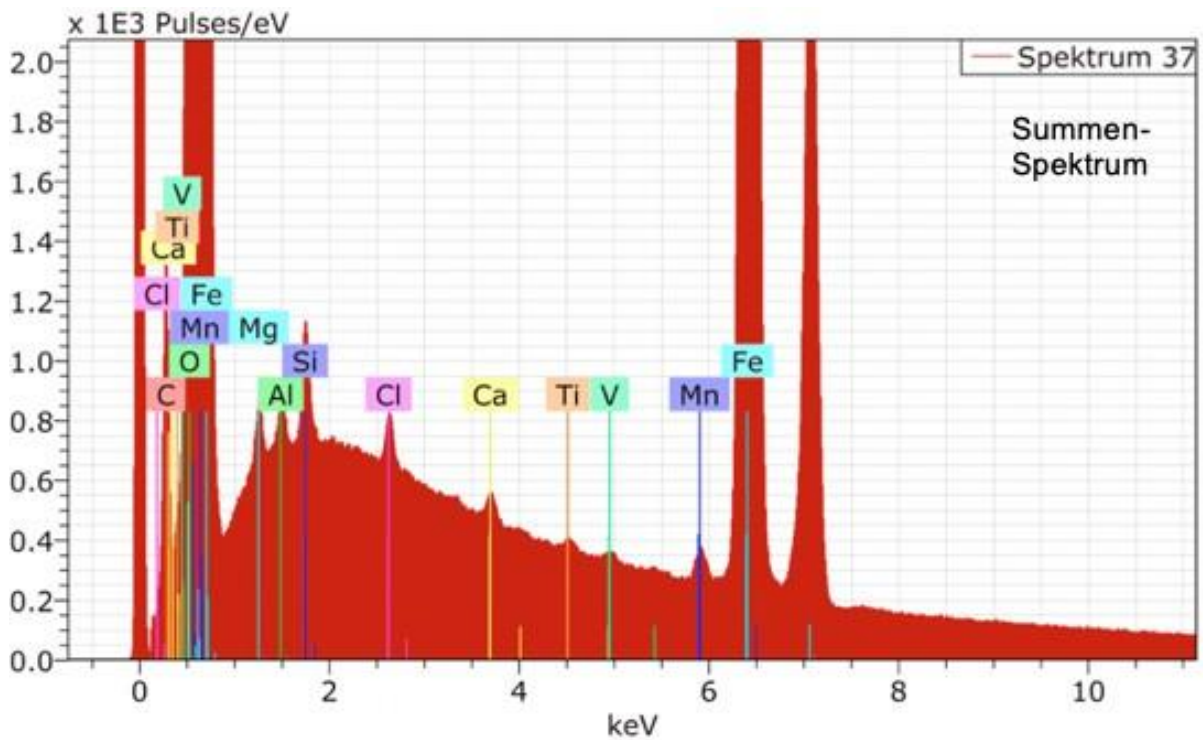
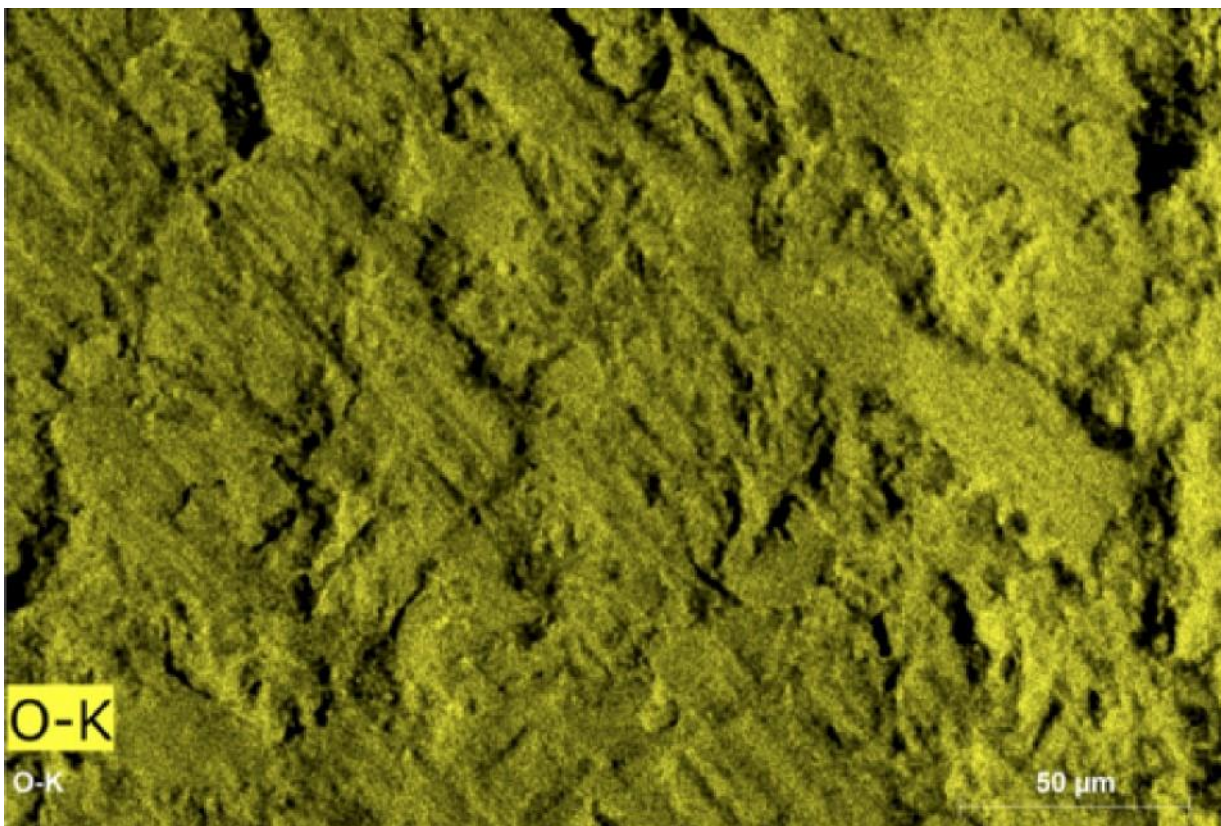
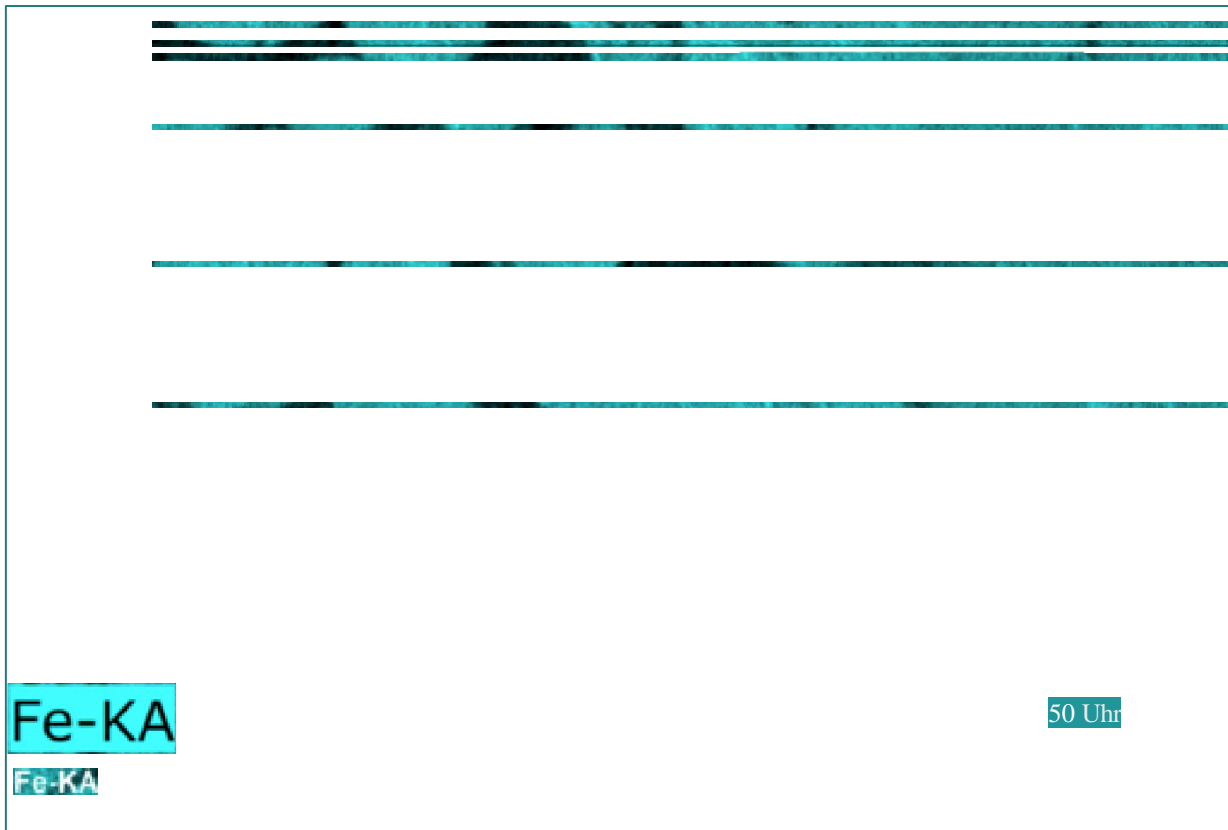


Abb. 4. Summenspektrum des Ausschnitts aus Abb. 3.

Spectrum: Spektrum 37

El	AN	Series	Net	unn. C	norm. C	Atom. C
				[wt. %]	[wt. %]	[at. %]
C	6	K-series	69097	5,39	5,72	13,15
O	8	K-series	1113187	30,36	32,26	55,65
Mg	12	K-series	28744	0,44	0,47	0,53
Al	13	K-series	17164	0,19	0,20	0,20
Si	14	K-series	29111	0,21	0,22	0,22
Cl	17	K-series	0	0,00	0,00	0,00
Ca	20	K-series	11208	0,09	0,10	0,07
Ti	22	K-series	4667	0,05	0,05	0,03
V	23	K-series	3912	0,04	0,04	0,02
Mn	25	K-series	76653	1,13	1,21	0,61
Fe	26	K-series	2927438	56,22	59,73	29,52
Total:				94,12	100,00	100,00

Abb. 5. Quantitative Analyse des Spektrums. Die Hauptbestandteile sind Eisen Fe, Sauerstoff O und Kohlenstoff C. Eine Fe-O-Verbindung kann höchstwahrscheinlich abgeleitet, was auf das Mineral Wüstit FeO hindeuten könnte, das vorkommt hauptsächlich in Meteoriten und Schlacken. Es bleibt abzuwarten, ob Hämatit oder Magnetit vorhanden sind. Hämatit und Magnetit sind in Meteoriten praktisch unbekannt. Eine weitere Komponente könnte das Eisenkarbid Fe₃C sein, das als Mineral Zementit bekannt ist und in Verbindung mit Nickel und Kobalt dem meteoritischen Mineral Cohenit entspricht. Die Beobachtung dass Teile der gesägten und polierten Metalloberfläche mit der Zeit eine Messingfarbe annehmen, spricht für Fe₃C. Alle anderen Elemente haben eine Atommasse von weniger als 1 %.



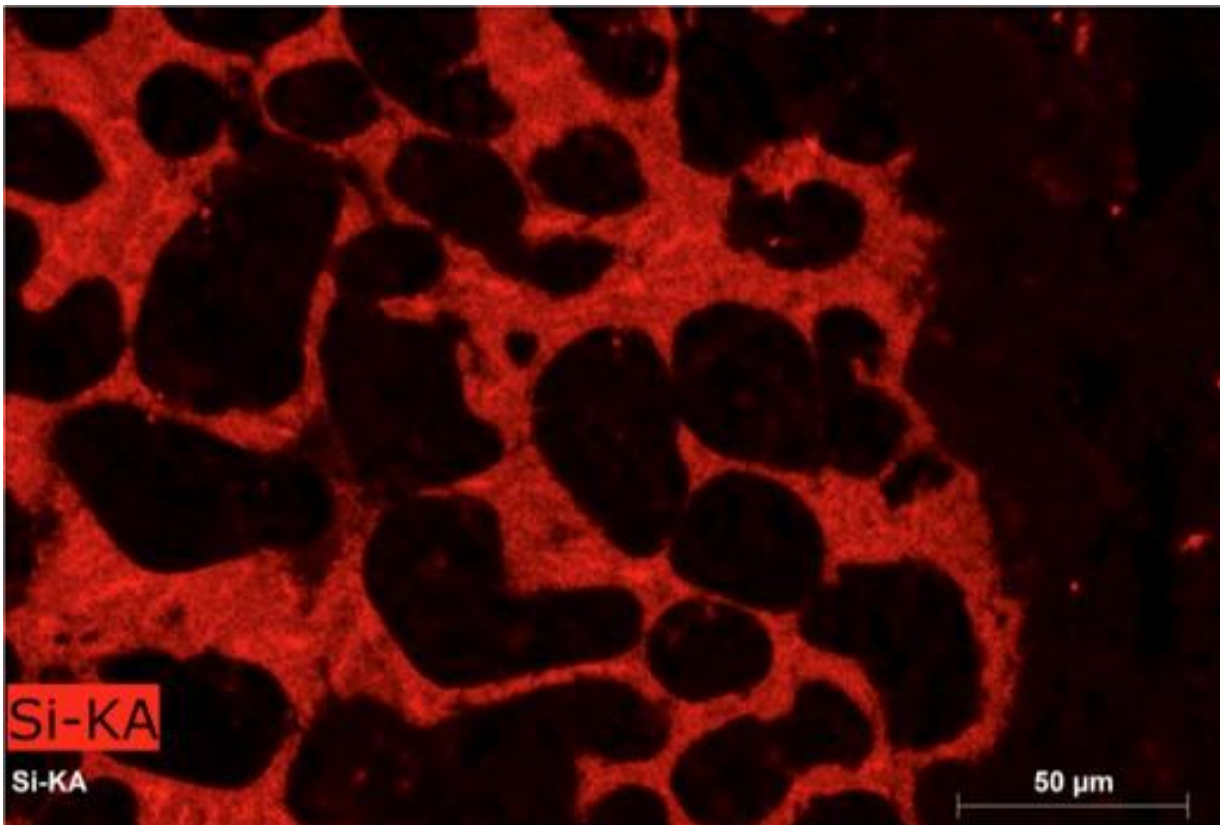


Abb. 6. Farbbilder für die ausgewählten Elemente Eisen, Sauerstoff und Silizium. Die Übereinstimmung von Fe und O in den Chondren und der Randmatrix unterstützt die Annahme von meteoritischem Wüstit. Es gibt praktisch kein Silizium in diesen Komponenten und somit auch keine Silikatminerale.

3 Osbornit - Bilder und Erläuterungen

Bei der erneuten Betrachtung der elektronenmikroskopischen Aufnahmen und Analysen im Vergleich mit Proben aus dem Chiemgau-Impakt waren wir überrascht über den zweifelsfreien Nachweis des sehr seltenen Minerals Osbornit, das auf der Erde praktisch nur in Meteoriten gefunden wurde. Zusammen mit den meteoritischen Mineralen Titancarbid und möglicherweise (vermutlich?) Wüstit bestätigt sich die ursprüngliche Annahme einer direkten Beteiligung von weit verbreitetem meteoritischem Material im saarländischen Impaktstreufeld. sich als richtig erwiesen.

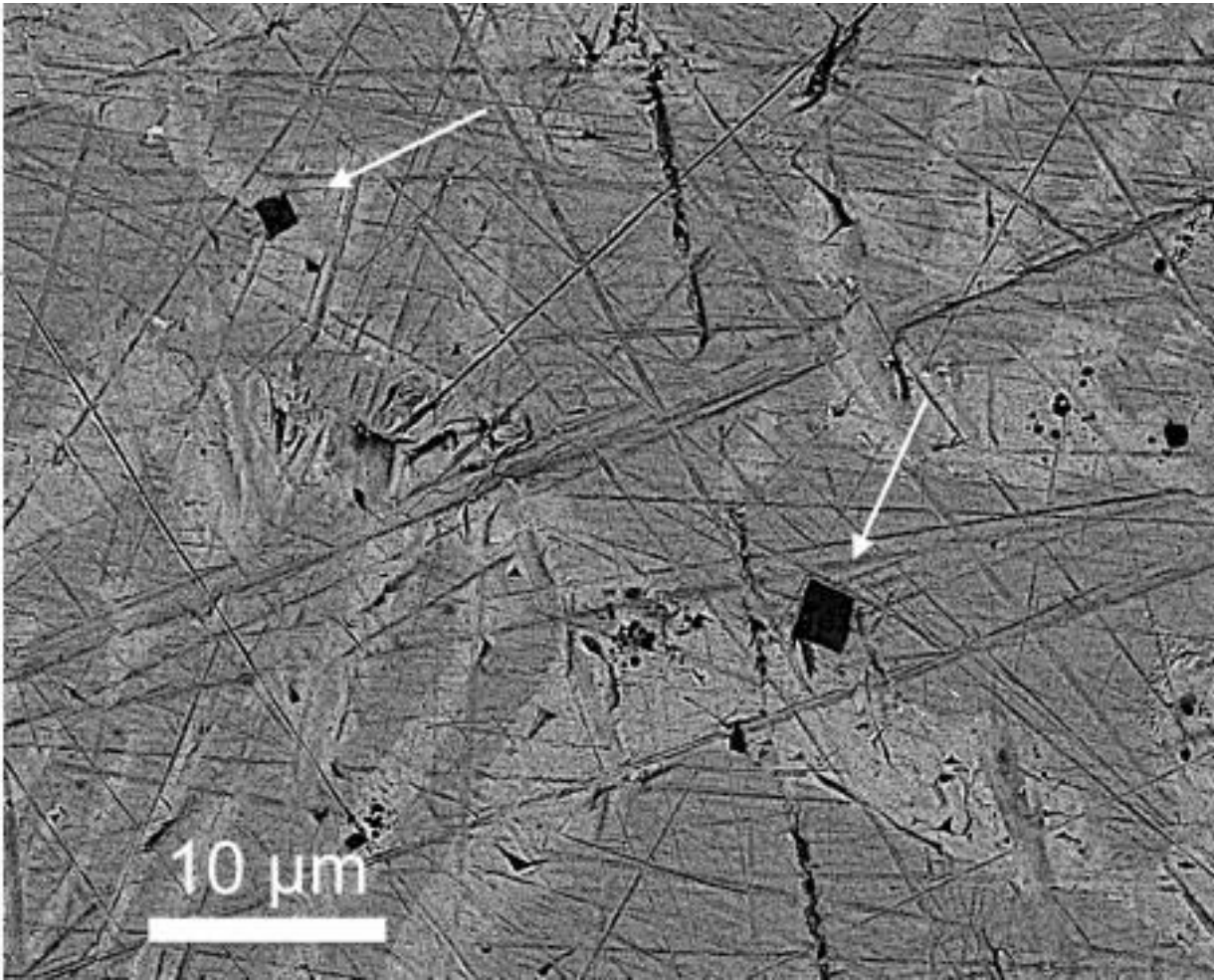


Abb. 7. Elektronenbild eines kleinen Ausschnitts der hier besprochenen Probe mit drei annähernd quadratischen Einschlüssen von nur wenigen Mikrometern Größe, von denen die beiden mit Pfeilen versehenen im Detail analysiert wurden. Die vielen
Die sich kreuzenden Linien sind ein Artefakt, das beim Polieren der Oberfläche entstanden ist.

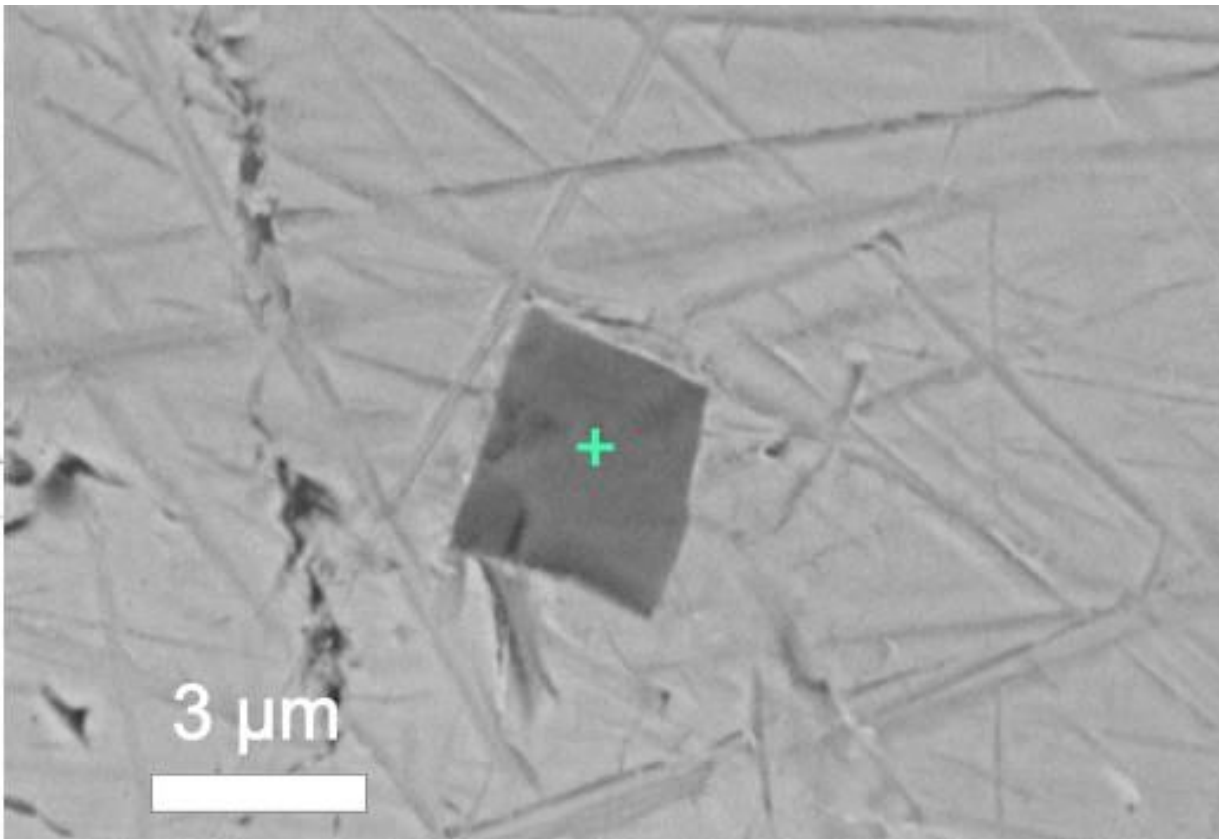


Abb. 8. Kristall aus Fig. 7 mit kubischer Kristallstruktur und chemischer Zusammensetzung von Titan, Stickstoff und Kohlenstoff (Fig. 9 und Fig. 10). Daraus lässt sich praktisch ein homöotypisches **Mischkristall** ableiten **Kristall** aus **Osbornit** (Titannitrid) TiN und **Titan Karbid** TiC , die beide dem kubischen Kristallsystem angehören. TiC kommt auf der Erde praktisch nicht vor und wurde nur an wenigen Stellen in Kombination mit Vanadium und Eisen als Mineral Khamrabaevit nachgewiesen $(\text{Ti,V,Fe})\text{C}$. Als meteoritisches Mineral wird es seit einigen Jahren im Kraterstreufeld des Chiemgau-Impakts umfassend analysiert (Ernstson et al. 2023, und Verweise darin).

Ein wohl besonderes "Bonbon": Mischkristalle aus Osbornit und Titancarbid werden hier offenbar zum ersten beschrieben.

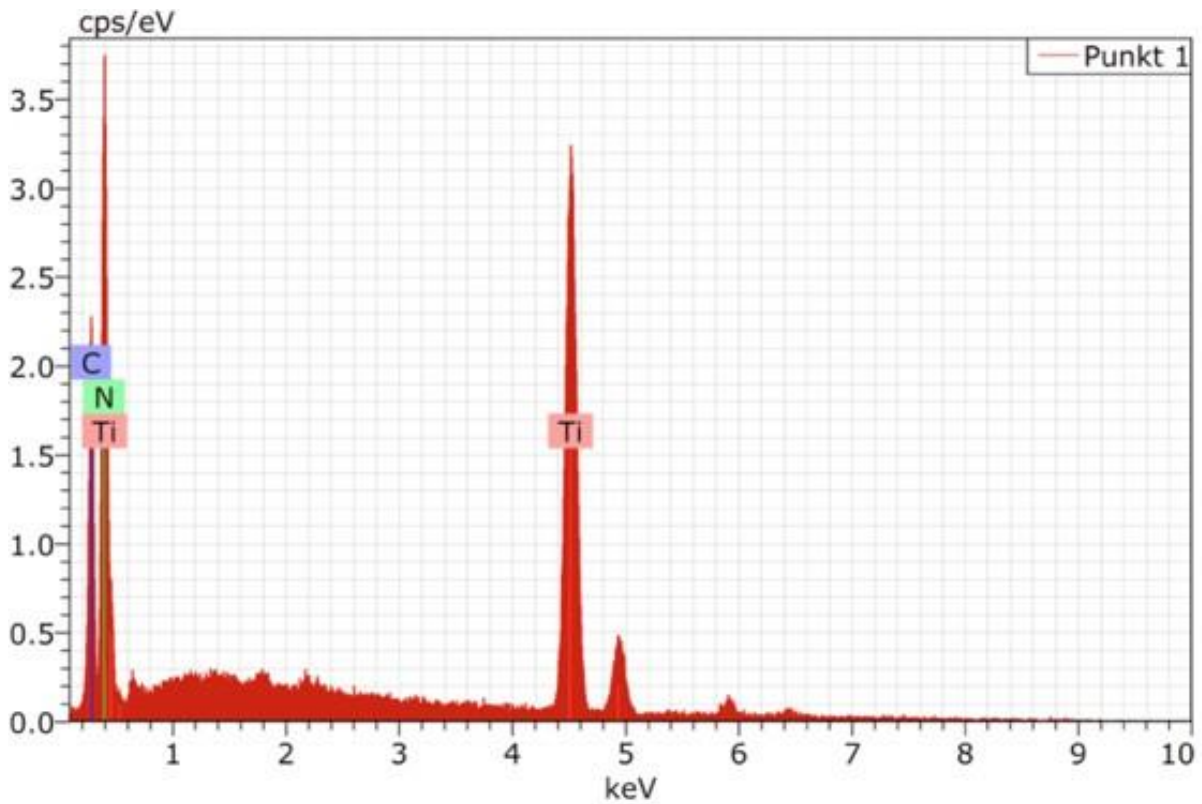


Abb. 9. Spektrum der Messung am Kreuzungspunkt in Abb. 8.

Spectrum: Punkt 1

El	AN	Series	Net un.	C norm.	C Atom.	C :
			[wt.%]	[wt.%]	[at.%]	
Ti	22	K-series	24848	66.73	73.67	43.54
N	7	K-series	7575	15.04	16.60	33.55
C	6	K-series	5880	8.81	9.72	22.91
Total:			90.58	100.00	100.00	

Abb. 10. Quantitative Analyse des Spektrums in Abb. 9.

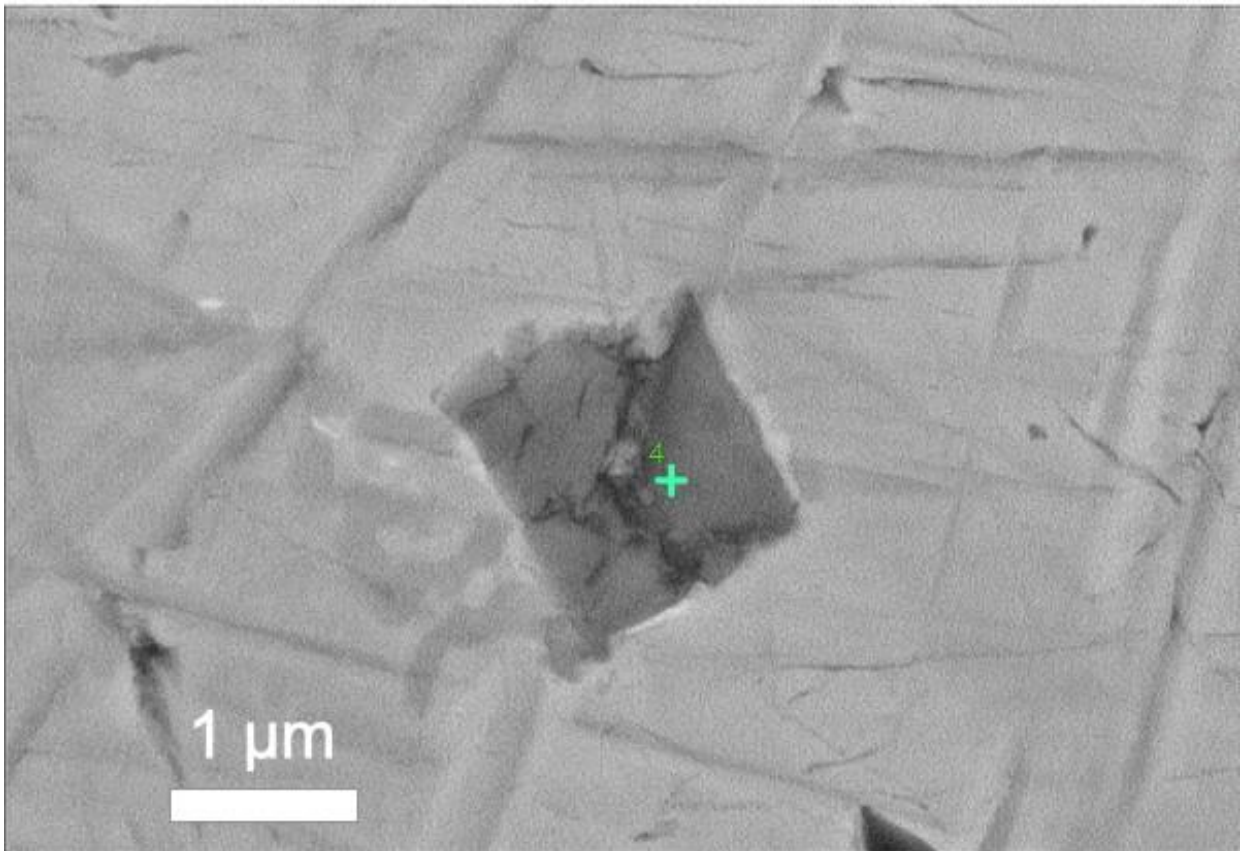


Abb. 10. Der zweite kubische Mischkristall aus Osbornit und Titancarbid mit etwas eingebettetem "Fremdmaterial" aus Mangan und Eisen.

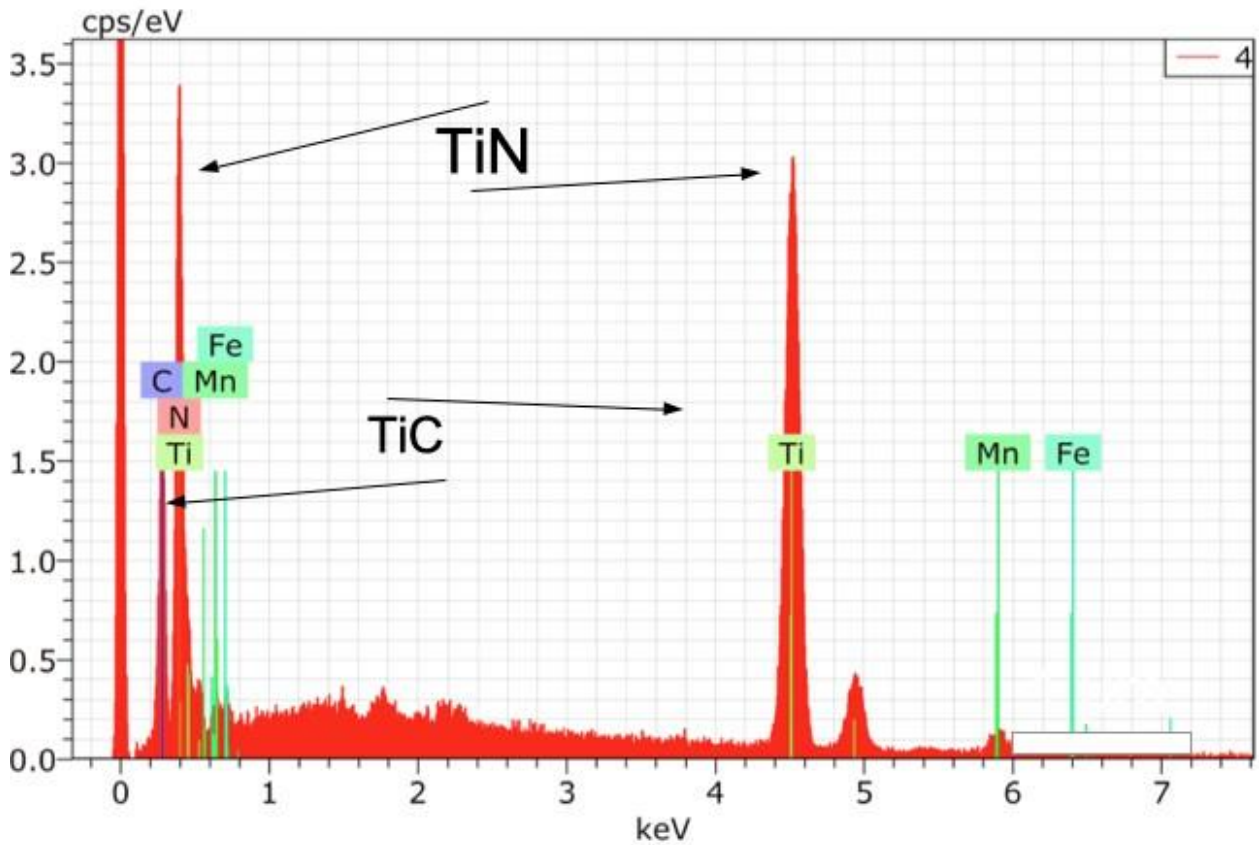


Abb. 11. Spektrum der Messung am Kreuzungspunkt in Abb. 10.

Spectrum: 4

El	AN	Series	Net	unn. C	norm. C	Atom. C
			[wt.%]	[wt.%]	[wt.%]	[at.%]
Ti	22	K-series	19029	64.25	66.30	43.00
N	7	K-series	5381	13.31	13.73	30.44
C	6	K-series	3603	7.35	7.58	19.60
Mn	25	K-series	768	7.17	7.40	4.18
Fe	26	K-series	339	4.84	5.00	2.78
Total:				96.91	100.00	100.00

4 Schlussfolgerung

Frühere Annahmen besagen, dass die beiden Einschlagsfelder im Chiemgau und im Saarland auf ein und dasselbe holozäne Ereignis zurückgeführt werden können, nämlich einen Aufsetzimpuls in niedriger Höhe, der aufgrund der auffallend ähnlichen

Impaktfunde (typische Geländestrukturen, mineralisch-petrographisch identische Impaktite) (Ernstson et al. 2013). Dies wird nun vielleicht durch den saarländischen Meteoritenfund weiter gestützt, der wie der Chiemgau-Impakt und die dortige neue Klasse von Eisensilicid-Meteoriten (Ernstson et al. 2023) einen neuen Typus einer Meteoritenklasse definieren könnte (Bauer et al. 2020), die beide, obwohl mehrere 100 Kilometer voneinander entfernt, zu demselben Riesenkometen gehören, der große Teile Mitteleuropas getroffen hat.

Danksagungen. - Vielen Dank an Werner Müller, der die hier besprochene Probe zur Verfügung gestellt hat, und an Dr. Michael Hilt, ZEISS GmbH, für die SEM-EDX-Analysen.

Literatur

F. Bauer, M. Hiltl, M. A. Rappenglück, K. Ernstson (2020): An eightkilogram chunk and more: evidence for a new class of iron silicidemeteorites 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.

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.

Ernstson, K., Müller, W., Gawlik-Wagner, A. (2018) The Saarlouis semicrater structure: Notable insight into the Saarland (Germany) meteorite impact event achieved. 49th Lunar and Planetary Science

Conference 2018(LPI Abstract 1876)

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

Siegel, U., Müller, W., Michelbacher, S., Rommelfangen, J., K., Ernstson(2023) Shatter Cones in Litemont Quartzites: Saarlouis/Nalbach(Saarland, Germany) Meteorite Impact Event Strengthened. Poster LPSC2022.

F. Bauer, M. Hiltl, M. A. Rappenglück, K. Ernstson (2020): An eightkilogram chunk and more: evidence for a new class of iron silicidemeteorites 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-Yushkin-Readings.pdf>

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

Ernstson, K., Müller, W., Gawlik-Wagner, A. (2018) The Saarlouis semicrater structure: Notable insight into the Saarland (Germany) meteoriteimpact event achieved. 49th Lunar and Planetary Science Conference 2018(LPI Abstract 1876)