

Unpublizierte Funde aus dem Hegau vom Hohentwiel - ein möglicher Meteoritenkrater wird zur Diskussion gestellt

Christoph Münchberg

Zusammenfassung

Bisher unpublizierte Funde, wie Bims oder Glas, neue Strukturen, wie z. B. Schmetter Kegel (shatter cone), planar gebrochene Lapilli und Phonolithe, eine spiegelsymmetrische Phonolithbombe sowie geschockte Quarze belegen am Hohentwiel eine sehr heftige Explosion auf der Verebnungsfläche in halber Höhe. Der daraus entstandene Krater ist durch allseitige Rutschungen, einem Kraterwall im Norden, Auswurfmassen im SW sowie terrassenförmige Abtreppungen (Staffelbrüche) gekennzeichnet. Shatter Cones bilden sich in einem Druckbereich von 2- 30 GPa (French and Koeberl 2009).

Abstract

already unpubl. finds like e. g. pumic rock or glas, new structures like e. g. Shatter cones, planar clefths of Lapilli and Phonolith, mirror symmetry of a phonolitic ball and shocked quartz confirm a hard explosion on the Hohentwiel. The outcome of this is a crater at half height. Landslides across the crater, wall in the crater N, scaled faults in S, ejected masses in SW identify the crater. Shatter Cones forms at pressures of 2- 30 GPa (French and Koeberl 2009)

Inhalt

1 Inhalt.....	2
2 Einführung.....	3
3 Begriffe.....	3
4 Altersstellung des Deckentuffes.....	3
5 Unbekannte Kartiereinheiten.....	3
6 Beobachtungen um dem Phonolithstock.....	4
7 Neufunde von der Fläche des Hohentwiels.....	5
7.1. Geochemisch ununtersuchte Gesteine.....	5
7.2. Gesteine vom und aus dem Deckentuff.....	5
7.3. Phonolithe.....	6
7.3.1 Ungewöhnliche Rillenstrukturen.....	7
7.3.2 Harnische.....	7
8 Klüftungen.....	7
9 Mikroskopische Beobachtungen.....	8
11 Interpretation.....	9
12 Photos.....	10
Dank.....	13
Literatur.....	13

2 Einführung

Nordwestlich des Bodensees am Südrand der schwäbischen Alb erstreckt sich die Vulkanprovinz Hegau. Häufigster und mit 14 Millionen Jahren ältester Vulkanit ist der überwiegend als Aschenwolke niedergegangene Deckentuff.

Die Phonolithintrusionen des Hegaus in den Deckentuff (fraktionierter Melilithit) begann vor etwa 8 Millionen Jahren mit dem markantesten aller Hegauberge, dem Hohentwiel.

Sein Phonolithschlot, geochemisch und struktureologisch äußerst varientenreich, misst ca. 400 m im Durchmesser. Unverwechselbar mit anderen Natrolithvorkommen ist der gelb rot gebänderte, leuchtende Hohentwieler Natrolith. Die Fläche des Hohentwiels dürfte deutschlandweit die höchste Gesteinsvielfalt besitzen. Sofern kein anderer Fundort angegeben ist, wurden alle nun folgenden Funde während Baggerarbeiten 1995 am Wasserhochbehälter Twielfeld, in den

Jahren um 2000 auf der Domäne, am Fuß des Berges E, am Olgaberg und auf sonstigen Flächen des Hohentwiels gesichert.

3 Begriffe

Breccie: Gestein mit scharfkantigen Mineral- oder Gesteinsbruchstücken.

Pseudotachylit: Z. B. durch schnelle Bewegungen an Störungsflächen entstandenes, meist schwarzes Gesteinsglas.

Glas: Geschmolzenes Gestein ohne sichtbare Mineralien

Spherolithe: Über Jahrmillionen gebildete Minerale aus dem Glas (Entglasung).

Phonolith: Klingstein, äußerst seltenes magmatisches Gestein.

Minerale im Phonolith: Sanidin: seidig glänzend, langgestreckt (C Achse)

Natrolith: gelbes faseriges Mineral, Nephelin: secheckiges weißes Mineral, Chabasit

Bombe: Flüssiges Gestein von dm bis m Abmessung, das in der Luft durch Rotation abkühlt.

Lapillus: Am Hohentwiel ist flüssiges Gestein aus Tuff oder Phonolith durch Rotation in der Luft zu Kugeln in der Größe von 0,1- 5 cm erstarrt.

Störung: Bewegungen von Gesteinsschollen entlang einer Fläche.

Harnische: Striemungen, hervorgerufen durch Schleifbewegungen der Gesteine.

Shatter Cone: Durch Druckwellen erzeugte Kegel mit feinen Linien im Gestein.

Geschockter Quarz: Nur unter dem Mikroskop zu erkennende parallele planare Lamellen im Quarz.

4 Altersstellung des Deckentuffes

Dr. van den Bogaard (Geomar Kiel) teilte von einer Hornblende, entnommen aus einem Lapilli des Deckentuffes, folgendes nach einer Messung in 2010 mit:

Die auf diesen 0.15 mg durchgeführte Stufenheizungsanalyse ergab kleine aber brauchbare Signale auf allen Argon-Isotopen, und ein Stufenheizungs-Altersspektrum mit einem Plateau-Alter von 11.9 ± 0.5 Ma (2Sigma Fehler inkl. 0.3% J-Fehler; mean square weighted deviates = 1.9; Probability = 0.11; Heizschritte 4 bis 8 von 18, $^{39}\text{Ar} = 76\%$). Der Hohentwiel wäre demnach ca. 11.9 Millionen Jahre alt.

5 Unbekannte Kartiereinheiten

Ca. 255 ° streichende Störung, Krater mit ca. 250 m Durchmesser; Kraterwall, ein Luftbild zeigt mögliche Staffelbrüche in der Kraterwand S, Rutschflächen um den gesamten Krater, Auswurfmassen im SW.

In der Kratermitte befinden sich laminare Seesedimente, Moor und Sinterkalk im N Rand.

Mehrfacher ortsfremder Bodenauftrag erfolgte auf dem Acker der Domäne und punktuell am Wiederholtweg im Kraterand.

6 Beobachtungen um dem Phonolithstock

Der Phonolithstock besitzt eine deutliche Eindellung im N und eine weniger deutliche Ausdellung, auch bedingt durch Sprengarbeiten, im EES. Photo Nr. 1 zeigt die Ausdellung in 1893 vor den Sprengarbeiten. Sowohl an der Ein-, wie auch an der Ausdellung findet sich die längste, konstanteste, sichtbare Hangneigung des Hohentwiels.

Ein abgestürzter Fels im NE zeigt parallele eingeregelt Sanidine in 90° zu den Klüften.

Da sich diese Klüfte nicht von denen am häufigsten vorkommenden senkrechten Abkühlungsklüften unterscheiden, sollten Sanidine an dieser Stelle von der Eindellung in Richtung Ausdellung geflossen sein.

Phonolithe können mit grünen oder schwarzen glasartigen Bändern durchzogen sein, anstehender hellgrauer älterer Phonolith wird von grauen jüngeren Phonolithen im NW umschlossen.

Unterhalb des Rondell Augusta fallen verdrehte Klüfte auf.

Die Altersfolge der Natrolithe ist wie folgt: Zuerst bildete sich weißer Natrolith, später gelber Natrolith, zum Schluss wieder weißer Natrolith. Innerhalb einer Ader schlägt sich der gelbe Natrolith bevorzugt an einer Kluffseite nieder. Bei Frostsprengung bricht er gehäuft exakt durch seine meist roten initialen Wachstumspunkte.

Am Olgaberg ist der Deckentuff in Kontaktnähe zum Phonolith am lockersten und gewinnt mit zunehmender Entfernung über mehrere 100 m an Festigkeit.

Aufgeschmolzener Deckentuff, vermischt mit grünem glasigen Phonolith mitsamt angehauchten Harnischen, sind auch an der von Prof. Schreiner in 675 m Höhe am Osthang des Hohenstoffel zu beobachten.

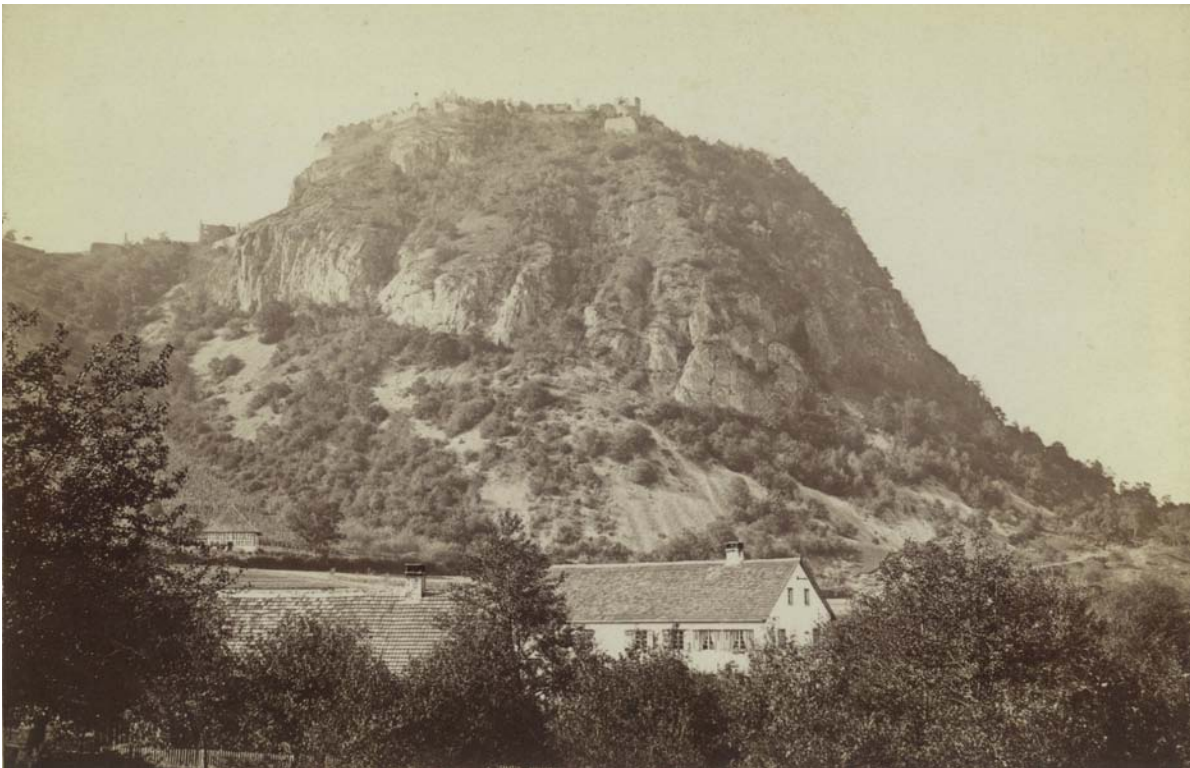


Photo Nr. 1 Hohentwiel

7 Neufunde von der Fläche des Hohentwiels

7.1. Geochemisch ununtersuchte Gesteine

- Bims mit weißen Schlieren,
- verschiedene 0,3 -1 cm große Kügelchen aus Glas,
- 168 g grünes, sehr dichtes Glas mit roten Verfärbungen und Hohlräumen.
Mitteilung von Dr. van den Bogaard (Geomar Kiel in 2007): Das Material ist praktisch Kalium und Kalzium frei. 40Ar/36Ar- Verhältnissen um 295.5.
- grüne Gläser ohne erkennbare Einschlüsse,
- grüner Phonolith mit 1 mm großen Sphärolithen, (aus Würmmoräne der Singener Ebene),
- schwarze, knollig gefrittete Gesteine

7.2. Gesteine vom und aus dem Deckentuff

- Aktinolith im Deckentuff (Mikrosondenmessung von Herrn Dr. Theye Institut für Mineralogie Stuttgart in 2006),
- akkretionäre Lapilli,
- Lapillus mit leichtem Glasüberzug,
- aufgeschäumtes, weißes und pulvriges Gestein,
- verbogener, schwarzer Tonschiefer, verbogener Sandstein,
- sechs mögliche, teilweise durch Rückfall-Breccie verdeckte Shatter Cones im Kalkstein,
darin sind mitunter undeutlich, mehrere spitz zulaufende Dreiecke zu erkennen,
- ein möglicher Shatter Cone im Kalkgestein (Prof. von Engelhardt), (Siehe Photo Nr. 2)
dessen Struktur mit plötzlichem Richtungswechsel tief in das Gestein eingeschnitten zu sein scheint und eine leichte konkave Wölbung aufweist,
- möglicher Shatter Cone Ansatz im Kalkgestein innerhalb einer um 90° umbiegenden Oberfläche.
- eisenhaltiges 540 g schweres, 12 cm langes Gestein mit scharfer Kontaktgrenze zu einem Sinterkalk,
- Beobachtung eines breccierten ca. 30 cm großen, weißen Jura Kalkes,
- Seekalke



Photo Nr. 2 Shatter Cone

7.3. Phonolithe

- Phonolithe mit Störungen im cm Bereich,
- braune sekundäre Phonolithbombe mit primären rötlichen Nephelinen, dieser könnte ohne Rotation in Flugrichtung angerundet worden sein. Seine gegenüberliegende Seite zeigt einspringende Klüfte.
- Phonolithe, die die selbe braune Grundmasse besitzen, sind teilweise grün aufgeschmolzen. Dieser partiell grün aufgeschmolzene Bereich führt den gelben Natrolith.
- Teil einer gasblasenführenden Phonolithbombe (13cm x 9 cm) mit 2 zueinander rechtwinkligen Symmetrieebenen, die dritte Symmetrieebene lag als komplett erhaltenen Bombe vor.
Die Häufigkeitsverteilung der Gasblasen scheint die Lage der Spiegelsymmetrieebenen zu bestimmen.
- 11 kg schwere Phonolithbombe mit ringsum sekundärer gasblasenführender (0,3-1cm) Kruste und Störungen.
- Phonolith, welcher in frisch aufgeschlagenen Bruchflächen unbestimmbar dünne, tropfengroße Aufschmelzungen zeigt.
- eine gelbe Natrolithader (Typlokalität) kreuzt eine weiße Natrolithader,
- ca. 10 graue phonolithische Gläser mit unterschiedlich großen Sphärolithen, hierbei werden Sphärolithe von Natrolith teilweise umsäumt, Spärolith führende Gläser bildeten sich auch unter Wahrung der ursprünglichen kluffreie äußeren Oberfläche. Ohne frische Bruchflächen sind diese Gläser nicht zu erkennen.
- frisch gefallene Phonolithe mit oberflächlichen Eisenverkrustungen

7.3.1 Ungewöhnliche Rillenstrukturen

- Ungewöhnliches, 0,7 mm langes Mineral im Phonolith mit 4 oberflächlichen Rillen, bestehend aus Si, Al, K, und Ca sowie zu einem geringen Anteil von Na Si/Al.
- Es könnte sich um Chabasit handeln (Mikrosondenuntersuchung von Herr Dr. Theye in 2007).
- An einem idiomorphen 3,5 cm langer Sanidin mit hohem Bariumgehalt sind neben Kristallflächen ebenfalls tief in das Mineral eingeschnittene Rillen zu beobachten. Die Mineralbestimmung erfolgte von Herrn Frobel mit einer RFA Analyse (Institut für Bodenkunde und Standortlehre, Universität Hohenheim 2005).
- Blasenreiche Phonolithe besitzen mitunter tiefe und spitz zulaufende Furchen.
- Anstehender Phonolith in W zeigt eine Wellenrippe ähnliche Struktur.

7.3.2 Harnische

Zu beobachten sind entweder angehauchte, glatte, konvexe, grün aufgeschmolzene Harnischflächen, ebenso grün aufgeschmolzene, jedoch ebene Harnischflächen mit deutlicher Striemung sowie Gletscherschliffe.

7.3.3 Klüftungen

- Sämtliche gesammelten, insgesamt ca. 6 kg schweren und 0,5 – 3 cm große Lapillis sind klüftlos.

Eine Ausnahme stellen drei planar gebrochene Lapillis dar, darunter einer messerscharf am äußersten Ende.

- Freiliegende Einschluss führende planare Klüftfläche in einem 13 g schweren, rotbraunen Phonolith, die Farben liegen nach der Munsell Farbtabelle bei: 7,5 R 3/3; 7,5 R 3/4. Die leuchtend, roten Einschlüsse liegen bei 7,5 R 4/8.

- mehrfach in planaren Scheiben zerfallener Tonstein, verfestigt durch dazwischen liegendem Deckentuff.

Zwei ca. 40 cm und 25 cm lange Phonolithe, davon einer in drei parallelen Lagen shatter cone führend, werden in einer Anzahl von geschätzten 25 und 10 planaren Klüften durchzogen. In beiden Fällen durchschneiden die nur an freiliegenden Klüftflächen erkennbaren planaren Klüfte die C Achse der eingeregelt Sanidine, in einem Fall auch das fluidale Klüftgefüge senkrecht.

- Zwei parallele konvexe shatter cone Flächen in einer Größe von ca. 35 x 17 cm. Die zweite Lage ist mit 3 x 10 cm aufgeschlossen. Beide Shatter Cone Flächen überragen teilweise leicht die anschließenden Bruchflächen. Offenbar hat der auf der Shatter Cone Fläche liegende Reaktionssaum, bestehend aus Spärolithe und Glas (Gibson and Spray 1997), deren Oberfläche stabilisiert. (siehe Photo Nr. 3). Spärolithe sind nur auf der shatter cone Oberfläche zu erkennen.

- mehrere Shatter Cones. Z. B. sind in einem Kegelbruchstück sehr feine und mehrere, gleichschenkelig hintereinander liegende, gröbere Linien zu sehen. An der W Wand trennt eine scharfe Grenze, im Hangenden, senkrecht stehende Abkühlungsklüfte zu nachgezeichneten Klüften der Neigung des Nordhangs im Liegenden.

Die Klüfte im Liegenden wären auch mit einem Einschlag erklärbar (Prof. von Engelhardt) und lassen sich bis zur Vorburg im SW verfolgen, jedoch nicht im Deckentuff des Olgaberges.

Kluftmessungen:

Schützenweg: 285/65, 155/35, 40/75, 65/75, 70/85

Wasserhochbehälter Twielfeld: 225/75, 230/90

Shatter Cone Fundlokalitäten:

R: 3486410 H: 5292170

R: 3486360 H: 5291725

R: 3486250 H: 5292070

R: 3486455 H: 5291270

Sowohl anstehender Phonolith im NW, wie auch phonolithische Lesesteine mitsamt Breccien, zeigen tief eingeschnittene, fiederförmig aufspaltende Brüche. Diese auch mehrfach innerhalb eines Phonolithen auftretende Fiederkluftflächen stehen immer in ähnlicher Orientierung zu eingeregeltten Sanidinen oder auch in 90 ° zu den planaren Kluftflächen des roten oder grauen Phonolithen.

Dunkle Gesteinssplitter mit ungewöhnlich roter Kruste sind gleichzeitig scharfkantig und verbogen gebrochen. Während die Bruchstückgrösse olivinnephelinitischen Breccien am Hohenstoffel und der phonolithischen am Fuß beider Berge mit ca. 0,1 - 2 cm sehr klein ist, sind direkt an der NW Wand des Hohentwiels größere Phonolithbruchstücke mitunter so gebrochen, dass sie wieder in ihre ursprüngliche Lage zusammengesetzt werden könnten. Phonolithe zeigen dort bis zu 10 cm lange und 1 - 3 cm breite Deckentuffadern, Phonolithschaum oder mit phonolithischen Lapilli ausgekleidete Hohlräume. Phonolithe, überwiegend aus Phonolithschaum bestehend, sind am Fuß E des Hohentwiels anzutreffen.



8 Mikroskopische Beobachtungen

- Planare Deformationslamellen im Quarz (Dr. Pletsch, BGR Hannover) sind aufgrund ihrer multiplen Richtungen (French and Koeberl 2009) durch einen Einschlag entstanden (Prof. Ernstson, Würzburg).

Die Abstände von multiplen planaren Elementen im Quarz und im Calcit betragen 0,001 mm.

- Zu beobachten sind mehrere, sehr ungewöhnlich dünne, parallele, planare Linien in einem Quarz aus einem Phonolitheinschluss sowie in einem Kalifeldspat aus einem Deckentuffeinschluss.

- Letzterer Dünnschliff zeigt gefüllte Brüche mit Glas im Kalifeldspat sowie geknickte Biotite.

- In einem Phonolith befinden sich unzählige zertrümmerte Bruchstücke aus Ton.

- Sanidine sind bis zu fünffach in Ihrer C Achse gebrochen, Sanidine vom Hohenstoffel sind teilweise in viele Teile zerstückelt, Muskovite sind geknickt.

9 Interpretation

Entgegen allen Literaturdarstellungen, in denen die phonolithische Schmelze die Erdoberfläche nicht erreicht haben soll, scheinen dies die Neufunde zu widerlegen.

Messerscharf planar getrennte Lapillis, Gerölle wie auch planare Klüfte im Phonolith sind wegen ihrer extremen Seltenheit und Dünnhheit explosiv entstanden.

Eine andere Bildung dieser Klüfte, wie z. B. durch Tektonik, Abkühlung, Dehnung oder Gletscherauflast, kann ausgeschlossen werden, da diese Klüfte häufiger, unregelmäßiger und eine messbare Kluftweite aufweisen. Der im NW vorkommende Phonolithschaum ist, da an der selben Stelle Deckentuffadern im Phonolith erhalten sind, nicht über eine Entgasung zu erklären.

Bei dieser Explosion, auch ein Einschlag wäre möglich, könnte sich folgendes ereignet haben:

Aus gashaltigem Magma sind Bims, aus dem bereits kristallisierten Rand drei Phonolithe mit planaren Brüchen sowie Shatter Cones entstanden. Lapilli aus Deckentuff und Phonolith heben ein erstes und ein zweites Mal ab, zeitgleich fließen Sanidine nach ES oder entweichen in die Luft, es landen akkretionäre Lapillis sowie durch Ablation verkleinerte Sanidine mit sichtbarer Spaltbarkeit.

Unter höchster Rotationsgeschwindigkeit bekommen Phonolithbomben Symmetrieebenen.

Vulkanische Bomben besitzen, im Gegensatz zu der unten dargestellten Bombe (Photo Nr. 4), keine exakte Symmetrieebenen. Weitere Forschung ist notwendig um perfekt ausgebildete Symmetrieebenen von Bomben als Einschlagskriterium anzuerkennen.

Diese Explosion dürfte alle neuen Gesteine, angehauchte Harnische, möglich schwarze Pseudotachylite, Kartiereinheiten, Rutschungen, Strukturen, Altersbeziehungen der Natrolithe sowie das Aktinolithvorkommen erklären.

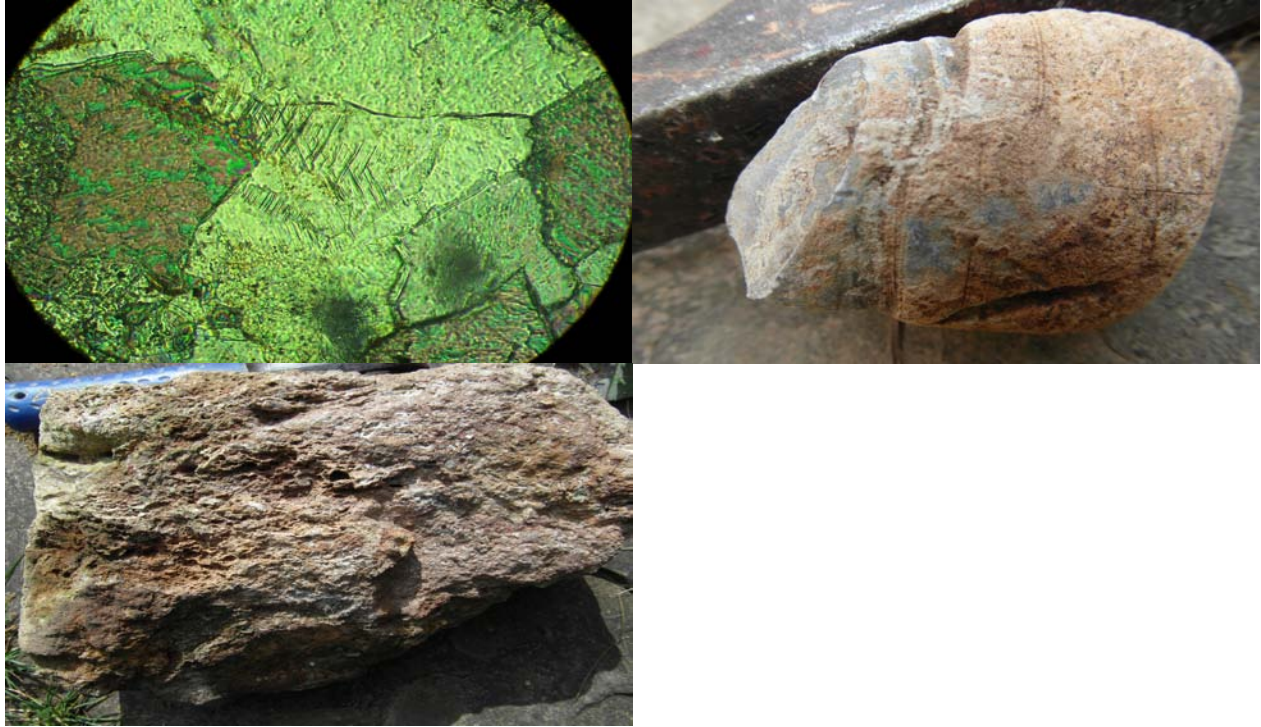


Photo Nr. 4 Phonolithbombe

10 Photos







Photoerklärung beginnend von oben links nach rechts:

Natrolithadern / aufgeschäumter Phonolith und Deckentuffgang / Sphärolith umsäumt von Natrolith

Shatter Cone / roter Phonolith mit planarer Kluft / Shatter Cone

Phonolithtropfen / Krater / Pseudotachylit

Planare Klüfte / Fiederklüfte / angeglaste Gesteine

Phonolithlapilli/ Gläser / Phonolithbombe

Planarer Lapillus und Bims / planare Klüfte / verbogener Tonstein Sandstein

Mögliche Magmenmischungen / Lapilliphonolith / eisenhaltiges Gestein

Spärolithe auf shatter cone Oberfläche / geschockter Quarz mit multiplen planaren Brüchen unter 1000 facher Vergrößerung mit gekreuzten Polarisationsfiltern /

Mikrolamellen im Calcit bei einem Durchmesser von 350 μm mit gekreuzten Polarisationsfiltern

Geröll mit planaren Brüchen / Seekalk /

Dank

Dank an Firma Abele, Aalen welche mir einige Dünnschliffe kostenlos erstellt hat.
Dank auch an Prof. A. Schreiner, Freiburg, Prof. von Engelhardt, Tübingen, Prof. Wörner, Göttingen und Prof. Ernstson Würzburg über mehrstündige Gespräche in 1995, 2001 und 2014 über den Hohentwiel mit möglichem Einschlag. Für Mikrosondenuntersuchungen und Laboreinweisungen sei Prof. von Engelhardt und Dr. Theye, Stuttgart 2001, 2006, 2010 gedankt, wie auch Herr Frobels, Hohenheim 2005, Röntgenfluoreszenz Analyse und Herr Dr. van den Bogaard 2007, 2010 Kiel für eine Ar/Ar Altersbestimmung.

Literatur

Fraas, O.(1879): Atlasblatt Hohentwiel. - Begleitworte geognost. Specialkarte Württemb.
1: 50000, 13 S. ; Stuttgart.

French, B. M., Koeberl, C., (2009) The convincing identification of terrestrial meteorite impact structures: What works, what doesn't, and why. Earth-Science Reviews S. 134.

Gibson H. M., Spray J. G. (1997) Shock-induced melting and vaporization of shatter cone surfaces: Evidence from the Sudbury impact structure. Meteoritics & Planetary Science 33, 329-336.

Schreiner, A. (1992) Erläuterungen zu Blatt Hegau und westl. Bodensee.
Published by Geologisches Landesamt Baden-Württemberg, p. 88