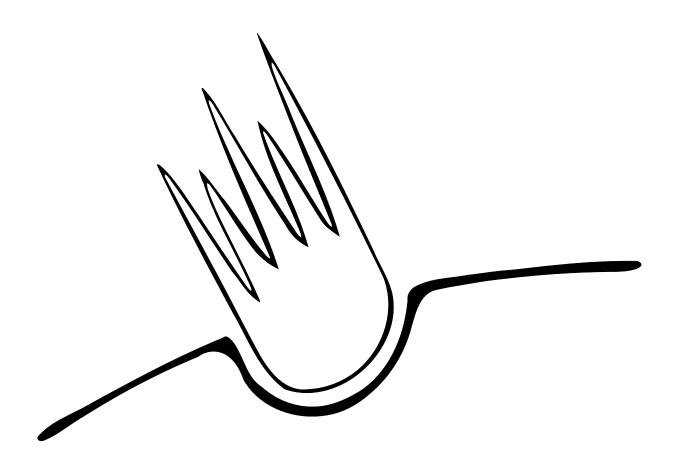
Das Nördlinger Ries

Beobachtungen einer Exkursion in das Nördlinger Ries unter Leitung von

Prof. Dr. Udo Neumann und Dr. Christoph Berthold



Sommersemester 2009

Uni-Tübingen

Jochen Fuß

3205967

Robin Holler

2549187

1 Einleitung 2

Inhalt

1	Einleitung	4
2	Exkursionsziele: Tag 1	5
2.1	Riegelberg	5
2.2	Utzmemmingen	6
2.3	Altenbürg	8
2.4	Wennenberg	9
2.5	Büschelberg am Sportplatz von Hainsfarth	10
2.6	Suevitsteinbruch bei Aumühle	11
3	Exkursionsziele: Tag 2	12
3.1	Langenmühle bei Marktoffingen	12
3.2	Wengenhausen	14
3.3	Steinheimer Becken	16
4	Nachwort	18



1 Einleitung 4

1 Einleitung

Zwischen Schwäbischer und Fränkischer Alb, im Grenzbereich von Bayern und Baden-Württemberg, liegt das Nördlinger Ries: ein fast kreisrundes Becken mit einem Durchmesser von rund 25 Kilometern. Der größte Teil des Rieses ist im bayerischen Landkreis Donau-Ries gelegen, ein kleiner Randbereich reicht in den badenwürttembergischen Ostalbkreis hinein. Namensgebend für das Ries ist die größte darin befindliche Stadt: Nördlingen. Dies und ihre noch vollständige kreisförmige Stadtmauer lassen eine zentrale Lage im Ries-Becken vermuten. Tatsächlich liegt jedoch nicht Nördlingen, sondern der Ort Klosterzimmern in der Mitte.

Nur etwa 40 Kilometer entfernt, im Landkreis Heidenheim in Baden-Württemberg, befindet sich ein zweites Becken: das kleinere "Steinheimer Becken" mit rund 3,5 Kilometern Durchmesser.

Für die Becken selbst und die Vielfalt, bzw. die Anomalien des anstehenden Gesteins wurden in der Vergangenheit verschiedene Erklärungsversuche entwickelt. Seit 1960 verfestigt sich die Theorie zweier Asteroidenkrater. Die US-Amerikaner Shoemaker und Chao lieferten hierzu den größten Beitrag mit dem Nachweis von Hochdruckmodifikationen des Quarzes. Im mittleren Miozän, vor rund 15 Mio. Jahren, schlugen demzufolge zwei Asteroiden ein. Aufgrund dieser impakttypischen Geologie des Rieses bereitete die NASA hier ihre Astronauten für die erste Mondlandung vor.

Prä-Impakt-Stratigraphie

Die exakte Stratigraphie und die oberflächliche Landschaft unmittelbar vor den Impaktereignissen ist noch ungewiß. Das kristalline Grundgebirge aus Graniten, Gneisen und Metabasiten, wurde während des Perm und des Mesozoikum mit Sedimenten überlagert, welche das Deckgebirge bilden. Dieses besteht vor allem aus Gesteinen der Trias (Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper) und des Jura (Lias, Dogger, Malm). Durch Hebungen im Bereich des Oberrheingrabens wurden die Gesteine nach Südosten verkippt. Dadurch wurde im Schwarzwald das Grundgebirge freigelegt und das Schichtstufenland bildete sich aus. Die oberste Schicht, der obere/weiße Jura oder auch Malm, bildet die Oberfläche und den steilen Trauf der Alb. Im Tertiär sedimentierten vorwiegend Molassesande auf weite Bereiche des Malms.

Diese tertiären Sedimente, genauer: die Untere Meeresmolasse des Oligozän und die Obere Süßwassermolasse des Miozän, bildeten vor dem Einschlag vermutlich die Oberfläche des Ries (Pohl et al., 1977). Sie waren in etwa 30 bis 50 Meter, die Kalke des Malm darunter 100 bis 200 Meter und die Gesteine des Trias ungefähr 420 Meter mächtig. Damit lag eine 620 bis 750 Meter mächtige Sedimentdecke auf dem kristallinen, vor allem granitischen Grundgebirge (Stoeffler, Artemieva, Pierazzo, Ivanov, 2001). Der Einschlag im Ries drang durch das gesamte mesozoische Deckgebirge bis tief in das kristalline Grundgebirge. Im Steinheimer Krater finden wir eine Störung des Gesteins bis in eine Tiefe von 600 Metern, also bis in den unteren Jura und Keuper.

Ablauf des Impakts

Im Kontaktstadium trifft der Ries-Asteroid auf die Erdoberfläche, wodurch sich Stoßwellen in Überschallgeschwindigkeit im Umgebungsgestein, wie im Meteoriten ausbreiten. Den Asteroiden umgibt eine heiße Gaswolke, wodurch die oberflächennahen quarzitischen Molassesande bereits vor dem Einschlag verdampfen und schmelzen. In der Kontaktzone des Primärkraters herrscht ein so hoher Druck, dass Dampf und Schmelze als "Jetting" mit extrem hoher Geschwindigkeit, welche die Einschlaggeschwindigkeit übertrifft, herausgespritzt werden. Die Schmelze wird in der Luft zu Glas abgeschreckt. Dieses kann man heute, weit entfernt vom Einschlagskrater, z. B. im Gebiet der Moldau (Böhmen und Mähren) als sogenannte "Moldavite" wiederfinden.

Während des Kompressionsstadiums werden Gestein und Meteorit stark erhitzt und verdampfen. Die Dämpfe verbreiten sich schnell in der Atmosphäre. Die Stoßwelle dringt währenddessen 4-5 km tief in den Untergrund

und zerrüttet und komprimiert die tieferen Gesteine. Darauffolgend wird an der Oberfläche eine dünne Gesteinsdecke ("Spall"), vor allem des Deckgebirges, abgespalten. Die einzelnen Blöcke werden mit den Dämpfen bis zu 200 km weit weggeschleudert. Diese "Reuterschen Blöcke" kann man zwischen Niederbayern und St. Gallen in der Schweiz finden.

Infolge der Entlastung im Exkavationsstadium dehnt sich das Grundgebirge wieder aus, was zum erneuten Zertrümmern des Gesteins führt. In ungefähr einer Minute werden ca. 100 km³ Gestein bewegt. Im Krater bildet sich ein innerer Wall aus kristalliner Brekzie. Die Entlastungswelle erzeugt einen "ballistischen Auswurf" von Bunten Trümmermassen. Diese bestehen vorwiegend aus den mesozoischen Sedimenten. Der ballistische, sowie gleitende Auswurf der Bunten Trümmermassen erweitert den Durchmesser des sekundären Kraters. Entgegengesetzt gleiten an den Rändern Gesteinsschollen nach innen und formen den Endzustand des Kraters.

Im Zuge des Aufstiegs vermischt sich die überlagernde Schmelze mit dem feinzertrümmerten Gestein darunter und steigt als Suevit-Glutwolke aus dem Krater. Durch den Druck der atmosphärischen Luft kollabiert die Wolke und überlagert die Bunten Tümmermassen mit Auswurfsuevit. Im Krater wird Rückfall-Suevit abgelagert.

Der nach Zurückfedern des Bodens noch 500 m tiefe Krater verfüllte sich langsam mit Wasser und bildete einen 400 km² großen Kratersee.

Wirkungsgrade im primären Kraterraum

Die Wirkung des Impakts nimmt mit der Entfernung von seinem Zentrum an Intensität ab. Entsprechend werden sechs Zonen unterschieden, von Verdampfung des Gesteins in "Zone V" bis elastischer Deformation in "Zone 0". Das Kratergestein läßt sich anhand seiner Stoßwellenmetamorphose diesen Zonen zuordnen:

- Zone 0: Drücke unter 100 kb, Temperaturen unter 100° C; "Kink bending" in Biotiten, Strahlenkegel
- Zone I: 100 350 kb, < 300 °C; Planare Deformationserscheinungen (v. a. in Quarz und Felsdpat), Stishovit
- Zone II: 350 500 kb, < 900 °C, Bildung amorpher Phasen (diaplektische Gläser) ohne Aufschmelzung, Bildung von Coesit und Stishovit
- Zone III: 500 600 kb, < 1000 2000 °C, Teilaufschmelzung (typischerweise Feldspat), Bildung von Coesit
- Zone IV: 600 1000 kb, < 2000 5000 °C, Vollständige Aufschmelzung des Gesteins
- Zone V: > 1000 kb, > 10000 °C, Vollständige Verdampfung des Gesteins

2 Exkursionsziele: Tag 1

2.1 Riegelberg

Am Morgen des 26. Juni 2009: Einen ersten Eindruck der örtlichen Lage gewinnen wir vom Riegelberg auf der Schwäbisch-Fränkischen Alb. Südwestlich sehen wir Nördlingen, rings umher Ackerbau und in der Ferne bewaldete Hügel. Schwarz-, Braun- und Weißjuraschichten sind hier zu erwarten. Der weiträumige Blick zeigt eine Mulde mit rund 25 km Querschnitt und 150 m Tiefe, die sich in die Landschaft gesenkt hat. Theoretisch kommen mehrere Ursachen für eine solche Besonderheit in Frage: explosive Vulkankrater, Zirkulargletscher, Dolinen, gewöhnliche Senkungsmechanismen wie z. B. das Pariser Becken, oder eine Caldera. Am wahrscheinlichsten ist den Beobachtungen und Entdeckungen zufolge jedoch ein Asteroidenkrater.

Ein großer Gesteinsklotz, der aus dem Asteroidengürtel zwischen Mars und Jupiter, beispielsweise durch eine Kollision, abgebrochen und herausgeschleudert worden ist, könnte die Bahn unserer Erde gekreuzt und diese getroffen haben. Aufgrund seiner großen Masse > 100 t, mit der er nahezu ungebremst bei kosmischer Ge-

schwindigkeit zwischen 20 und 70 km/s auf die Erde prallte, reichte seine hohe kinetische Energie aus, um ihn beim Einschlag restlos verdampfen zu lassen. Ohne Überbleibsel des Asteroiden ist der Begriff "Meteorit" nicht zutreffend.

Primär entstand durch den Einschlag vermutlich eine Mulde mit 8 km Durchmesser und 4 km Tiefe. Diese weitete sich erst sekundär durch seitliches Abrutschen auf 25 km aus und verflachte durch das Zurückfedern des Bodens und der Sedimentation wieder auf 150 m Tiefe relativ zu den Hochflächen der umgebenden Schwäbisch-Fränkischen Alb. Unsere Erde zeigt noch einige weitere Krater, mit denen dieser verglichen werden kann; beispielsweise mit dem Krater Sudbury in Ontario. Einige Gründe für die verbreitete Annahme eines Asteroidenkraters sind daher die großregionale Struktur, die Trümmermassen, die umgestürzte Geologie, sowie mikroskopische Eigenschaften, die typisch für einen Impakt sind. Diese Argumente werden im Verlaufe der Exkursion vertiefend betrachtet.

Am Riegelberg sind Kalke des Weißjura (Malm) aufgeschlossen (Abbildung 1). Genau handelt es sich hierbei um Massenkalke des Weißjura- δ (155-150 Ma), also um Schwammriffe der obersten Serie des Jura. Wir beobeachten hier zum einen eine leichte Hebung, zum anderen eine Verkippung der Schichten entgegen der typischen Einfallsrichtung in Richtung der Alpen. Beides ließe sich gut über einen Impakt erklären.



Abb. 1: Kalke des Weißjura am Riegelberg im Nördlinger Ries

2.2 Utzmemmingen

Unser zweites Ziel ist Utzmemmingen und somit der Kraterrandbereich am Fuße des Riegelberges. Hier sind Weißkalke aufgeschlossen, die einerseits dick und dünn gebankt sind. Zwischen den Bänken befindet sich etwas

sedimentäres Material. Andererseits finden wir hier wieder Schwammkalke. Am Plettenberg bei Balingen fand die Verschwammung bereits im Weißjura-∞ statt. Hier geht sie erneut auf den Weißjura-δ zurück. Das Material zeigt Anzeichen für massive mechanische Beanspruchung: Es ist zerrüttet, brekziiert bis in den mm-Bereich und weist Störungen, sowie Abschiebungen auf. Die Bänke sind zerklüftet und zeigen einen viel steileren Schichteinfall als anzunehmen wäre. Als Ursache fallen niedrigenergetische Ereignisse aus. Auch die Vulkantheorie scheint nicht zur lokalen Brekziierung zu passen: Die Vulkane der Schwäbischen Alb zeigen eine relativ feine Grenze zwischen Tuffen und unzerrüttetem Kalk.

Als ursächliches Ereignis würde eine Schockwelle gut in das beschriebene Bild passen. Wir finden einige Chalcedoneinschlüsse im Kalk, die ebenfalls zerrüttet sind (Abbildung 2). Diese mikro- bis kryptokristallinen amorphen SiO2-Knollen werden teils von denselben Rissen durchwandert wie ihr Umgebungsgestein. Sie sind beliebig verteilt und eingeschweißt im Kalk zu finden. Deshalb scheinen sie nicht erst sekundär, beispielsweise in den Klüften des Kalkes, entstanden zu sein. Es ist also davon auszugehen, daß diese Flintknollen ursprünglich, d. h. noch vor dem letzten Zerrüttungsereignis, vorhanden gewesen sein müssen. Ursprung des SiO2 sind vermutlich die Schwammriffe des Jura-δ; wenn z. B. bionisches Weichbaumaterial vom Kieselschwamm organisch verwittert und nur das SiO2 der Nadeln übrig bleibt, welches sich dann im Porenwasser löst. Oder wenn sich statt der Bildung formerhaltener "Geisterbilder" von kieseligen Radiolarien jegliches SiO2 vollständig im Porenwasser löst. Für eine solch komplette SiO2-Löslichkeit ist hohe Alkalinität notwendig.



Abb. 2: Flintknollen im umgebenden Kalk in Utzmemmingen

Anzeichen für eine Druck-/Stoßwelle könnten wir auch in den Karbonaten finden. Nur durch gerichteten Druck, wie er noch außerhalb eines Asteroidenkraters entsteht, entstehen feine Zwillingslamellen in Karbonaten.

2.3 Altenbürg

Zwischen den Riffkalken im Westen und den Weißjura-γ-Kalken im Osten finden wir im Steinbruch Altenbürg Gesteine, die optisch an einen Feld-Wald-Wiesen-Tuff erinnern. Sie bestehen aus Klasten und Bruchstücken – einer Melange aus Vielerlei. Wir entdeckten spontan Graniteinschlüsse, eine Matrix aus Tonmineralen und dunkle glasige Einschlüsse. Vermutlich ist dieses Gestein der Grund für die lang verbreitete Theorie einer Vulkanexplosion im Nördlinger Ries. Die Nähe zum Vulkanismus der Schwäbischen Alb, das ähnliche Alter der Gesteine und Granit-, Gneis- und Amphiboliteinschlüsse sprachen und sprechen für diese Theorie. Selbst die Lage des Suevit entspräche an dieser Stelle in etwa der einer Schlotfüllung; mit den Kalken, welche vor allem im Osten eine senkrechte Kontaktgrenze zum Suevit zeigen. Dennoch handelt es sich hier nur optisch aber nicht mineralisch um einen Tuff. Kein Olivin, wenig Pyroxen, wenig Plagioklas und viel SiO2 sind nicht typisch für echtes Tuffgestein. Ein solches würde Nephelinite, typische ultrabasische Vulkanite enthalten, die einen niedrigeren SiO2-Gehalt aufweisen. Einige Bohrungen zeigten zudem, daß in einigen Metern Tiefe der vermeintliche Schlot zuende ist.

Der Beweis, daß es sich um ein Impaktit und nicht um einen Tuff handelt, wurde durch Hochdruckmodifikationen des Quarzes erbracht. Coesit und Stishovit entstehen nur unter extrem hohen Druck und ihr Vorkommen spricht klar für die Theorie eines Impakts und schließt Vulkanismus aus (Shoemaker und Chao, 1961). Dieses Impaktit, heißt Suevit und wird auch "Schwabenstein" genannt. Der hier anliegende Suevit ist jedoch schon stark verwittert.



Abb. 3: Eine Ziege rastet auf den Suevit-Felsen am Suevit-Steinbruch Altenbürg

Suevit war ein beliebtes Baumaterial in der Umgebung. Die gotische Kirche St. Georg und der Daniel in Nördlingen wurden beispielsweise aus Suevit gebaut, mußten aber bereits zu einem Teil mit haltbarerem Material renoviert werden.

2.4 Wennenberg

Die Fahrt auf den Wennenberg bei Alerheim führte ins Kraterinnere und an den inneren Ring des Kraters. An einem ehemaligen kleinen Steinbruch auf der Nordseite des Wennenberges, der gerade für eine Festhütte herhalten mußte (Abbildung 4), finden wir polymikte kristalline Brekzien aufgeschlossen. Es handelt sich zum großen Teil um Biotit-Granite und (Misch-)Gneise, die so stark fragmentiert sind, wie es für das Grundgebirge keineswegs typisch ist. Zu hinterfragen ist auch, warum hier und in dieser Höhe überhaupt Grundgebirge anliegt. Erklärt werden kann auch dies erneut über einen Impakt. Nach diesem drang das Grundgebirge durch den sogenannten Elastischen Rebound in die Höhe und wurde in kurzer Zeit um 500-600 m angehoben. Durch den plötzlichen Temperaturanstieg, der nur langsam wieder abflaute und dem ruckartigen Druck, der im Gegensatz zur Temperatur sofort wieder nachließ, wurde es stark beansprucht, schwach metamorph überprägt und so instabil, wie wir es hier vorfinden: Es läßt sich leicht in Stücke hauen und zerbricht mit etwas Druck noch in der Hand.

Ein weiterer Nachweis über die Stoßwelle läßt sich anhand der Biotite erbringen. Diese zeigen hier sogenannte "kink bands", bzw. das "kink bending" – eine Art Verknitterung dieser Schichtsilikate. Zu diesen Knicken kommt es durch Versetzungen oder eben durch mechanische Beanspruchung. Das anliegende Gestein kann in etwa der Zone I bis II zugeordnet werden (siehe Einleitung).



Abb. 4: Grundgebirgsaufschluß am Wennenberg bei Alerheim (in Vorbereitung zur dortigen Cave Rock Party)

Ein Lamprophyrgang macht diesen Aufschluß für Sammler interessant: Dieser durchzieht den anstehenden Biotit-Granit und sein dunkelgraues, dichtes Gestein trägt den Lokalnamen "Wennenbergit".

Ein paar Meter weiter um die Ecke finden wir erneut eine stark zerrüttete polymikte Brekzie. Darüber liegen auf dem inneren Ring des Kraters abgebaute Seekalke. Fossile Schnecken formen darin kleine runde Kügelchen.

Diese Kalke sind als Überreste des Kratersees zu verstehen. Durch Kalkalgen gebildete Riffe sind typisch für den inneren Ring des Kraters. Außerhalb wurde Karbonat eher an Quellen ausgefällt und bildete beispielsweise Travertinlagen.

Der Kratersee war anfangs nicht belebt. Er war ein heißer Sodasee ohne Abfluß. Es evaporierten Salze und das Wasser reagierte mit den Glaskomponenten des allabdeckenden Suevit am Boden; es bildete sich Bitum. Durch den Wechsel vom semiariden zu humidem Klima süßte der See aus und wurde für verschiedene Algenarten, Schnecken, Schalenkrebse, etc. lebensfähig. Fossile Zeugnisse aus dem Miozän bekunden ein artenarmes, aber individuenreiches Leben im See. Das Kraterinnere wurde in den folgenden zwei Millionen Jahren fast vollständig mit Riesseesedimenten verfüllt. Bis 400 m mächtige Tonsteinablagerungen lagern heute auf dem Suevit am Kraterboden. Gegen Ende des Tertiär hob sich das Gebiet und die Kraterstruktur wurde durch Erosion der Tonsteine wieder freigelegt. Die Riesseekalke widerstanden der Erosion erfolgreicher und bilden heute oft Höhenrücken (Bayerisches Landesamt für Umwelt).

2.5 Büschelberg am Sportplatz von Hainsfarth

Kalkablagerungen des ehemaligen Riessees kann man auch am Sportplatz von Hainsfarth sehen. Sie dienten als Bau- und Schottersteine und sind entsprechend oft aufgeschlossen. Dieser Aufschluß am Sportplatz von Hainsfarth ist der bedeutendste. Einheimische nennen ihn "Burschel", jedoch wird er in der geowissenschaftlichen Literatur "Büschelberg" genannt.



Abb. 5: Büschelberg in Hainsfarth; fossilführende tertiäre Riesseekalke und zwei rezente Dozenten

Am Rande des Kratersees entstanden diese massigen Ablagerungen fossilführender Riesseekalke. Sie enthalten hier Muscheln, Schneckenhäuser, Reste kleiner Schalenkrebse und Kalke in typischer Rübenstruktur. Der Groß-

teil aller Kalkablagerungen wurde von Blaugrünalgen abgeschieden. Speziell können hier die verkalkten Büschel der Grünalge Cladophorites genannt werden. Sie wuchsen nach oben zu immer ausgedehnter und damit kegelförmig. Auf diese Weise bildeten sich die sogenannten "Rüben", bzw. "Rübenkalke". Viele dieser Rüben formten sich zu meterhohen "Algenstotzen", wie man sie am Büschelberg aufgeschlossen in Algen-Bioherm-Fazies bewundern kann. Zwischen ihnen liegen Seekalke in Schichtfazies, welche vor allem die meist zahlreichen Reste des Schalenkrebses Cypris und der Wasserschnecke Hydrobia zeigen. Seltener findet man auch Reste von z. B. Säugetieren oder Vögeln (Bayerisches Staatsministerium für Umwelt).

2.6 Suevitsteinbruch bei Aumühle

Hier steht der Suevit im Kontakt zu den bunten Trümmermassen, die beim Einschlag des Meteoriten aus dem Kraterinneren geworfen wurden. Der Suevit senkte sich wie ein Leichentuch über die ausgeworfenen, vorwiegend mesozoischen Sedimente, die auch als "bunte Brekzie" bezeichnet werden.



Bereits am Eingang zum Steinbruch, östlich des bayerischen Aumühle, sehen wir an mehreren Stellen die Überlagerung von dunklem, rötlichem und bräunlichem Material durch Suevit. In letzterem Falle sind es vermutlich Sande, Tone und Kalke aus dem braunen Jura-β. Fossilien würden an dieser Stelle mehr verraten. Die braune Farbe könnte durch bräunlich verwitterte Eisenooide entstanden sein.

Des weiteren zeigt der großräumig aufgeschlossene Suevit dezimetergroße Glasbomben, Kristallinfragmente unterschiedlicher Schockstufen und zentimetergroße sedimentäre Fragmente. Die Glasbomben entstehen durch schnelle Abkühlung in und außerhalb des Suevitgesteins. Eine langsamere Abkühlung würde ein eher opakes Ergebnis begünstigen. An der südlichen Bruchwand sind senkrechte Kanäle sichtbar, die als Entgasungsröhren gedeutet werden können.

Abb. 6 (links): Überlagerung bunter Trümmermassen durch Suevit mit Entgasungsröhren



Abb. 7: Suevitsteinbruch nahe Aumühle und Oettingen in Bayern

Vor allem die westliche Wand des Steinbruchs dient noch als aktiver Abbaubereich der Firma Märker Zementwerk GmbH.

3 Exkursionsziele: Tag 2

3.1 Langenmühle bei Marktoffingen

Bei Langenmühle betrachten wir zwei Aufschlüsse. Im nördlichen Aufschluß finden wir in mürbem Gestein die Minerale Kalifeldspat, Quarz und Biotit – die Zusammensetzung eines Granits. Hier steht Grundgebirge an, welches nach dem Impakt aus der Tiefe nach oben transportiert und stark zerrüttet und geklüftet wurde. Trotz mineralogisch ähnlicher Zusammensetzung können wir zwei unterschiedliche Bereiche im Aufschluß erkennen. Ein Bereich ist feinkörniger und stärker alteriert. Dessen Klüftungen sind mit Limonit, einem Gemenge aus Eisenhydroxiden, überzogen.



Abb. 8: Unterschiedlich stark alterierte Granite an der Langenmühle: Einzelne Areale sind feiner zerhackt, bzw. stärker alteriert

Der zweite Aufschluß ist ein Steinbruch südöstlich von Langenmühle. Auch hier ist der zerrüttete Granit anstehend. Ohne Aufarbeitung kann hier der normalerweise harte Granit direkt als Schottermaterial abgebaut werden. Neben dem granitischen Gestein sind auch Gneise, Pegmatite und Tonanreicherungen zu finden. Die Hochdruckmineralien im Granat-Cordierit-Glimmerschiefer erkennt man mit bloßem Auge. Aufgrund des erhöhten Graphitgehalts ist er dunkel gefärbt. Aber auch mikroskopische Impaktdiamanten können hier als Indizes für ein Hochdruckereignis genutzt werden. Unter dem Polarisationsmikroskop erkennt man die pseudohexagonale Struktur des ursprünglichen Graphits. Die größte Diamantenlagerstätte der Welt, der Popigai-Krater in Russland, ist zum Beispiel ebenfalls auf einen Meteoriteneinschlag zurückzuführen.



Abb. 9: Aufschluß südöstlich der Langenmühle

Im Aufschluß findet man des weiteren Stishovit, eine Hochdruckmodifikation von Quarz. Diese entsteht bei der Hydratation und Aufschmelzung von Gestein. Dabei dringt Wasser entlang bestimmter kristallographischer Ebenen in den Quarz. Die Aufschmelzung durch einen Impakt bewirkt eine erhöhte Wasseraktivität. Genügend Wasser führt zusammen mit einer Stoßwelle zu der Amorphisierung von Quarz. Hierbei wird das Kristallgitter in Stoßrichtung zertrümmert und es entsteht Glas. Die amorphe SiO2-Phase wird auf diese Weise in ein 6-fach koordiniertes "diaplektisches Glas" umgewandelt. Dieses rekristallisiert zu Coesit (4-fach koordiniert) oder Stishovit. Stishovit wird dabei bevorzugt, da er ebenfalls 6-fach koordiniert ist. Coesit kristallisiert deshalb erst bei genügend Wärme und Zeit. Anhand planarer Deformationselemente, wie sichtbare Streifen und Bläschen im Quarz, läßt sich der Metamorphosegrad und die Stärke der Stoßwelle bestimmen.

3.2 Wengenhausen

Der ehemalige Steinbruch nordwestlich Wengenhausens schließt Gesteine des inneren Walls auf. Man findet hauptsächlich eine kristalline, polymikte Brekzie aus biotitreichem Gneis, Granit, Amphibolit und Kersantit. Außerdem treten Lamprophyre (subvulkanische Ganggesteine) auf. Das kersantitische Gestein mit der Lokalbezeichnung "Wennenbergit" hat hier seine Typlokalität.

Im oberen Bereich des Aufschlusses ist die Brekzie feiner und die Kontaktnaht zum Kalk am Granit leicht kaolinisiert. Dementsprechend muß sie etwas später abgelagert worden sein. In den Granitstücken lassen sich Strahlenkegel (engl.: "shatter cones") finden (Abbildung 10). Diese dienen als klares Anzeichen für eine Stoßwellenmetamorphose, die auch außerhalb des Kraters in Zone 0 noch nachweisbar ist. Strahlenkegel zeigen von einem Punkt ausgehende Strukturen auf ihrer Gesteinsfläche. Sie sind meist in eher grobkörnigem, festem und dichtem Gestein wie Ganggestein oder Kalk zu finden.



Abb. 10: Strahlenkegel aus dem Steinbruch nordwestlich Wengenhausens

Die Kristallinbrekzie wird von hellen postimpakten Süßwasserkalken überlagert. Sie sind reich an Biohermen und Schneckenansammlungen, zeigen stellenweise wieder die bekannte Rübenform. Die Kalke sind an diesem Aufschluß als Stufe herausgewittert (Abbildung 11). Interessant ist der knappe plötzliche Übergang von Kristallinbrekzie zu fossilführenden Seesedimenten.



Abb. 11: Seesedimente überlagern die polymikte Kristallinbreccie

3.3 Steinheimer Becken

Unser letztes Exkursionsziel ist das Steinheimer Becken. Hier vermutet man ebenfalls einen Meteoriteneinschlag. Größe und Masse des Meteoriten waren jedoch viel geringer als im Ries. Der Einschlagskrater reichte daher auch nicht bis in das Grundgebirge hinab. Im Krater stehen nur mechanisch beanspruchte Gesteine des Doggers und Malms an. Besonders erwähnenswert sind die Strahlenkegel die hier im dichten festen Gestein der Malm zu finden sind. Im Unterschied zum Ries bildete sich im Kraterbereich kein innerer Ring, sondern ein Zentralberg, da der elastische Rebound nur für einen solchen Berg reichte. Dies ist für "einfache Krater" typisch. Auch im Steinheimer Krater bildete sich im Miozän ein Süßwassersee.

Um die Ablagerungen des Kratersees zu betrachten besuchen wir die pharionsche Sandgrube in Steinheim. Sie ist die einzige, für wissenschaftliche Zwecke aufgelassene Grube, welche die Seeablagerungen des Kratersees erschließt. In den weichen Sedimenten findet man massenhafte Vorkommen von weißen millimeter- bis zentimetergroße Süßwasserschnecken. Diese sind bevorzugt um den Zentralhügel angesiedelt. Des weiteren gab es in der Vergangenheit auch schon einige Wirbeltierfunde.

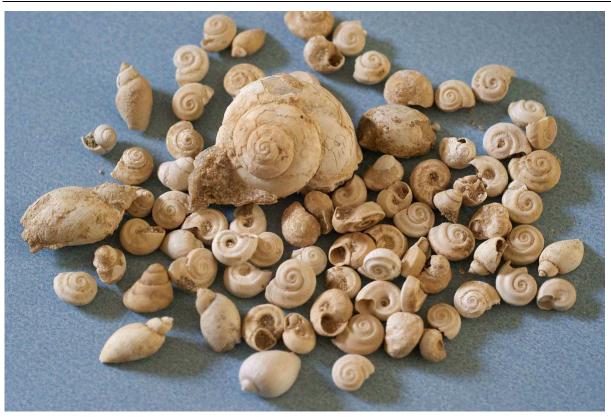


Abb. 12: Fossile Schneckengehäuse – Weinbergschnecke (Joossia, 1 cm), Süßwasserschnecken: Schlammschnecken (Radix), Bänderschnecken (Megalotrochea), Posthornschnecken (Plonorbarius)

Darauffolgend bestiegen wir den Zentralhügel: den rund 50 Meter hohen Klosterberg. Daß nur die Kalke des Juras direkt vom Impakt betroffen waren erklärt, weshalb in Steinheim kein Suevit zu finden ist. Der Kalk schmilzt im Gegensatz zum Granit schnell auf, wobei CO2 entweicht und CaO übrig bleibt. Wird dieser "gebrannte Kalk" mit Regenwasser versetzt, bildet sich das flüchtige Calciumhydroxid (Ca(OH)2).

4 Nachwort 18

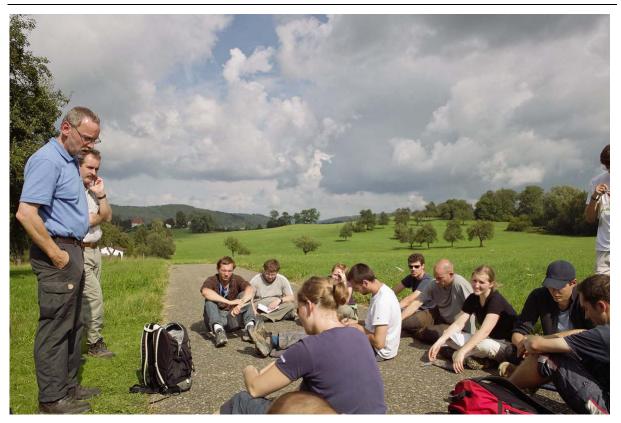


Abb. 13: Auf dem Zentralberg des Steinheimer Beckens

4 Nachwort

Die Impakttheorie finden wir in vielen Aufschlüssen im Nördlinger Ries bestätigt. Auch außerhalb sprechen beispielsweise Reutersche Blöcke oder Moldavite für ein solches Ereignis. Moldavite unterscheiden sich von gewöhnlichem Grünglas insofern, als daß sie kein oder nur minimalst Wasser enthalten. Die RA-Spektroskopie eignet sich in diesem Falle als Analysemethode. Der Impakt erklärt nicht nur das Nördlinger Ries, sondern auch Entstehung und Vorkommen der Folgegesteine weit außerhalb.

Unklar bleibt, wie die zwei einzigen deutschen Einschlagskrater der Größe des Nördlinger Rieses und des Steinheimer Beckens in Verbindung stehen. Zwei von einander unabhängige Ereignisse sind möglich, aber nicht sehr wahrscheinlich, aufgrund der Nähe zueinander und des nicht oder kaum vorhandenen zeitlichen Versatzes. Eine typische Abspaltung des kleineren Asteroiden beim Eintritt in die Erdatmosphäre kann ausgeschlossen werden, weil der Abstand der Krater und der hierfür nötige Abspaltungs- und Flugwinkel zu groß sind. Verbreitet ist daher die Theorie, daß es sich um einen Zwillingsasteroiden handelte, der nach dem Modell "Planet mit Mond" im Doppelgespann auf die Erdbahn geriet. Mangels verbliebener Einschlagkörper kann ebenfalls noch nicht eindeutig angegeben werden, ob es sich um Eisen- oder Gesteinsmeteoriten handelte, wenngleich die Literatur einen Gesteinsmeteoriten für wahrscheinlicher hält.



Abb. 14: Moldavit – Ausstellungsstück des Nördlinger Rieskrater-Museums

Quellen

Stoeffler, D., Artemieva, N. A., Pierazzo, E., & Ivanov, B. A. (2001), Ries Crater, Germany: Geology and Numerical Modeling of Impact Cratering, Meteoritics & Planetary Science, vol. 36, Supplement, p.A199, 2001M&PSA..36R.199S

Pohl J. et al. (1977), Geologica Bavarica, 75, 323-329.

E.M.Shoemaker und E.T.C.Chao (1961): New evidence for the impact origin of the Ries basin, Bavaria, Germany.-J.geophys.Res. 66:3371-3378.

Bayerisches Landesamt für Umwelt, http://www.lfu.bayern.de/

Fotos: Jochen Fuß und Robin Holler