

Der Zechstein-Dolomit von Alzenau im Spessart und seine Mineralien

von
JOACHIM LORENZ

Inhaltsübersicht

| | |
|--|----|
| 1.0. Zusammenfassung | 3 |
| 2.0. Lage der Aufschlüsse..... | 4 |
| 3.0. Geologischer Rahmen..... | 6 |
| 4.0. Dolomit – ein Gestein des Zechstein-Meeres..... | 7 |
| 5.0. Historie des "Kalkbrennens" | 10 |
| 6.0. Mineralien im Dolomit..... | 12 |
| 7.0. Radioaktivität..... | 27 |
| 8.0. Diskussion der Beobachtungen..... | 27 |
| 9.0. Danksagungen..... | 32 |
| 10.0. Dokumentation der Funde..... | 33 |
| 11.0. Zitierte Literatur..... | 33 |

1.0. Zusammenfassung

Am Rande des kristallinen Spessarts um Alzenau i. Ufr. treten nördlich davon die Sedimente des Zechsteins, umgeben von denen des Rotliegenden, als ungebankte Dolomite zu Tage. Sie wurden früher als Rohstoff zur Kalkherstellung abgebaut und beim lokalen Kalkbrennen genutzt.

Im Zuge von Baumaßnahmen wurden Aufschlüsse geschaffen. Dabei konnten einige interessante, farbige Mineralien, wie Quarz, Chalcedon (auch als Achat), Baryt, Azurit und Malachit gefunden werden, die auch in der älteren Literatur des vorigen Jahrhunderts schon einmal beschrieben wurden. Zusätzlich konnten weitere Mineralien bestimmt werden.

2.0. Lage der Aufschlüsse

Kalkige bis dolomitische Sedimente stehen wenige hundert Meter nördlich der Stadt Alzenau in Unterfranken an (s. Abb. 1). Hier wurde schon seit langem Dolomit abgebaut und daraus "Kalk" gebrannt. Dies belegen die Reste von kleinen Schürfen, die bis Mitte der 70er Jahre erkennbar waren.

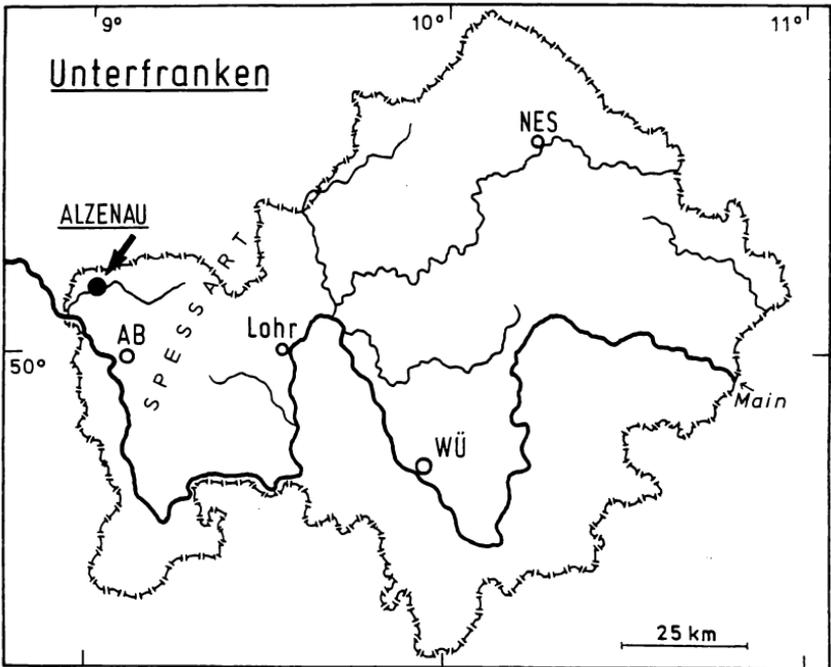


Abb. 1: Lage der Stadt Alzenau am Spessart

Bei zwei Baumaßnahmen wurden nördlich des Rothen-Berges bei Alzenau größere Mengen des Zechstein-Dolomits weiter aufgeschlossen:

- a. Bau der Umgehungsstraße von der BAB 45 Aschaffenburg-Gießen, Anschlußstelle Alzenau bis nach Michelbach in den Jahren 1976 - 77 (Abb. 2) (GK 1:25.000, Blatt 5920 Alzenau in Ufr. R ³⁵0578 H ⁵⁵5135), nur wenig nördlich der unten genannten Reithalle.
- b. Bau einer großen, später noch erweiterten Reithalle des Reit- und Fahrverein Kahlgrund e. V., Im Forst 1, zw. Alzenau und Michelbach ca. 1977 (GK 1:25.000, Blatt 5920 Alzenau R ³⁵0578 H ⁵⁵5128; Die Umgehungsstraße wie auch die Reithalle ist infolge des Alters der GK nicht eingezeichnet, man verwende hierzu die aktuelle Topografische Karte 1:25.000).



Abb. 2: Straßenbaustelle der nördlichen Umgehungsstraße von der Autobahn A 45 nach Michelbach, in Höhe von Alzenau mit Blick nach Osten. Die beschriebene Fundstelle liegt im Hintergrund und war zur Zeit der Aufnahme gerade angerissen worden. Aufgenommen im Juli 1976, Foto LORENZ

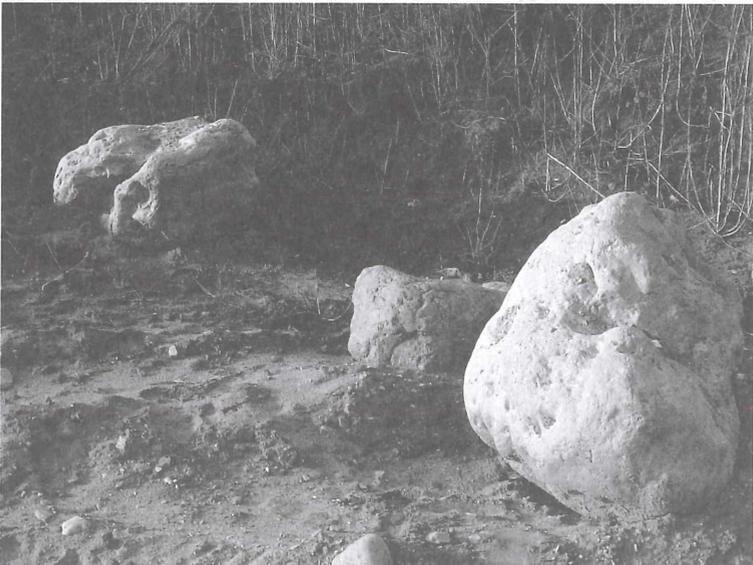


Abb. 3: Stark verkieselter Zechstein-Dolomit als rundliche, teils narbige und windgeschliffene Blöcke (der große rechts hat einen Durchmesser von ca. 0,7 m). Die Stücke sind auch reich an sichtbaren, cm-großen Schlagzwirbeln. Aufgenommen im Januar 1970 beim Ausbau der Straße östlich des Spessart-Gymnasiums, Foto LORENZ (ein kleineres, ca. 50 kg schweres Exemplar wurde im Garten des Autors eingelagert).

Beide Aufschlüsse sowie das Gestein selbst sind infolge der schnellen Verwitterung und der Begrünung bzw. der Bebauung heute nicht mehr zugänglich.

3.0. Geologischer Rahmen

Im Stadtgebiet von Alzenau finden sich als kristallines Grundgebirge die dunklen, metamorphen Gesteine der Alzenauer Formation (HIRSCHMANN & OKRUSCH 1988). Sie bestehen aus Amphiboliten, Kalksilikatgesteinen, Graphitquarziten und Hornblendegneisen. Das genaue Alter der Sedimentation wie auch der Metamorphose ist umstritten, da keine radiometrischen Altersdatierungen vorliegen. Wenn man jedoch ein gleiches Alter wie die Elterhof-Formation annimmt — dafür konnte ein K-Ar-Alter von 320 ± 4 Ma (Millionen Jahre) ermittelt werden (NASIR et al. 1991) — so wird damit eine karbonische Metamorphose belegt.

Man deutet sie heute als die wechselnde Abfolge während des Kambriums untermeerisch geförderten Basalten, Mergeln und Kieselschiefer, die bei der späteren Gebirgsbildung im Karbon Temperaturen von ca 630°C und einem Druck von 5.000 bar ausgesetzt waren. (OKRUSCH, M., MÖLLER, R., & EL SHAZLY, S. 1985:5).

Mit Ende des Karbons (ca. 285 Ma) war die Landoberfläche des variskischen Gebirges weitgehend eingeebnet. Es bestand aufgrund der Härteunterschiede der Spessartgesteine ein kleinräumig gegliedertes Abtragungsrelief mit einer Schüttrichtung zur Wetterau hin. Die Rotliegend-Sedimente des Alzenauer Raumes enthalten neben den typischen Spessart-Geröllen auch Stücke aus dem Taunus. Die Sedimente werden bereits von SCHOTTLER (1922: 10) beschrieben. Da sie kaum abgerollt sind, müssen sie aus der unmittelbaren Umgebung stammen. Eine neuere und sehr ausführliche Arbeit findet sich bei KOWALCZYK (1983).

Mit Beginn des Zechsteins (ca. 235 Ma) wurde unser Gebiet von einem flachen Meer bedeckt, welches von Norden her transgredierte. Diese carbonatischen Ablagerungen werden hier beschrieben. Das stark differenzierte Relief des Spessarts bildete mit ihrer lagunären Landschaft die Basis für die Ausfällung der unterschiedlichen Fazies dieser eintönigen Sedimente (wie z. B. Normal-, Schwellen-, Sapropel- und Algendolomite, sulfatisch-karbonatische Mischgesteine), die die unterschiedlichen Bereiche der Lagunen und ihrer verschiedenen Wassertiefen, Salzgehalte usw. repräsentieren (PRÜFERT 1969).

Wie mächtig die Folge des Zechsteins in Alzenau abgelagert wurde, läßt sich heute nicht mehr feststellen. Sicher wurden auch hier der heute abgetragene Bröckelschiefer sowie auch die bekannten Ablagerungen des Buntsandsteines sedimentiert, da beide aus dem Vulkanit von der Strütt bei Mainaschaff bzw. dessen Schlotbrekzie belegt sind (WEINELT 1971: 106ff).

4.0. Dolomit - ein Gestein des Zechstein-Meeress

Zechstein-Sedimente als wechselhafte, carbonatische Gesteine (Schwellenkarbonate, Z1 (Werra-Serie) wie Mg-haltige Kalke bis hin zu einem Dolomit (Tab. 3 und Abb. 4) treten, oft auch verkieselt, nördlich bis nordöstlich der Stadt Alzenau auf (PRÜFERT 1969), wie bereits von KITTEL (1840: 4 und 7) als "gelbliche grauer Zechstein-Kalk" beschrieben. Sie werden von den schlecht aufgeschlossenen, schwach gefestigten, konglomeratischen Sedimenten des Rotliegenden begleitet. In ihnen finden sich auch Gerölle des Rhyolithes von Sailauf (was bereits von H. BÜCKING 1892 beschrieben wurde). Hier wird eine frühere Entwässerungsrichtung des Gebietes, das heute den Spessart darstellt, belegt (OKRUSCH, STERIT & WEINELT 1967: 115ff).

Das Vorkommen von unverkieselten Sedimenten des Zechsteins war zum Zeitpunkt der Geländeaufnahme zur Geologischen Karte nicht aufgeschlossen, weshalb sich dort nur Zitate aus der älteren Literatur finden.

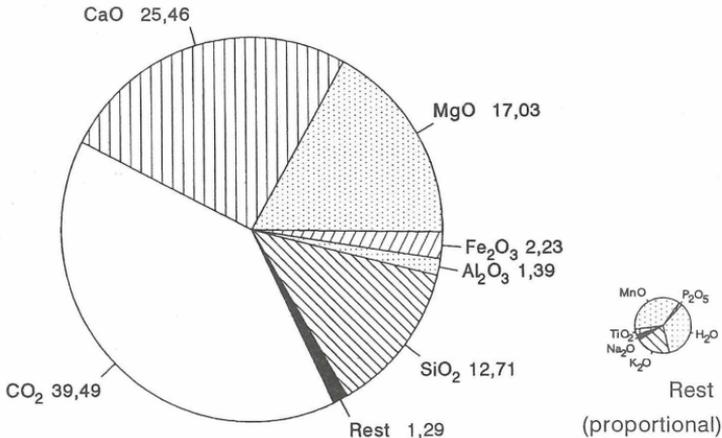
Die carbonatischen Gesteine sind am Spessarttrand wie auch in Alzenau teilweise völlig verkieselt und treten hier als rundlich freigelegte Blöcke zu Tage (Abb. 3). Sie wurden im Pleistozän durch die überdeckenden Sande oft zu Windkantern geschliffen, wie Lesesteinfunde in der Umgebung des Fundortes dokumentieren. Diese quarzitischen Gesteine sind sehr verwitterungsresistent, werden freigelegt, können deshalb leicht gefunden und auch kartiert werden.

Beim Bau der Umgehungsstraße ergab sich im Bereich der heutigen Straße folgendes Bild: Schwer zu klassifizierende, konglomeratische Sedimente des Rotliegenden, vorwiegend aus gerundeten Quarzen und verschiedenen Gneisen (die grauen, gut gerundeten Quarze erreichten 40 cm Durchmesser, die wenig verwitterten Gneise bestehen vorwiegend aus Muskovit-Gneisen, teils von Quarzgängen durchzogen), bilden das Liegende. Der Durchstich für die Straße wurde ca. 1,5 m tiefer angelegt als das heutige Straßenniveau darstellt, um den Platz für den notwendigen Unterbau zu haben. Leider wurden seinerzeit keine Fotos angefertigt, so daß die Situation aus den Funden und Schilderungen von Herrn F. NEUMANN, Alzenau, rekonstruiert werden mußte.

Das Grundgebirge wurde nicht aufgeschlossen. Dolomitische Zechstein-Sedimente als drusenreiche, schlecht bis sehr gut gebankte Gesteine von ca. 7 m Mächtigkeit bilden hier bei Alzenau das Hangende. Die quarzhaltigen, barytarmer Dolomite (Abb. 5) ließen sich Richtung Michelbach über ca. 50 m verfolgen. Karsterscheinungen, sonst im Vorspessart verbreitet, wurden hier nicht beobachtet.

Dolomit von Alzenau

chem. Zusammensetzung in % (Mittel aus 2 Analysen)



J. A. LORENZ 1995

Abb. 4: Die chemische Zusammensetzung des Dolomites von Alzenau, gemittelt aus 2 Analysen (siehe Tab. 2) als Kreisdiagramm mit den Hauptbestandteilen.

Eine Verwerfung, begrenzt durch einen fast senkrecht einfallenden, NE-SW streichenden Baryt-Gang, trennte den Dolomit vom Rotliegenden. Der vorwiegend schmutzig weiß erscheinende Baryt-Gang erreichte eine Mächtigkeit von bis zu 2 m; auf der Nordseite waren die Hohlräume recht zahlreich. Der umgebende Dolomit war auf weiteren 20 m in östlicher Richtung von zahllosen Baryt-Nestern durchzogen. Das Ganze wurde nach oben hin durch die pleistozänen Flugsandfelder und Lößüberdeckungen verhüllt.

Die Sedimente des Zechsteins sind im Spessart an vielen Stellen aufgeschlossen, überlagern das Grundgebirge und werden ihrerseits vom Buntsandstein verdeckt. Sie tauchen flach nach Osten ab und können dort nur noch durch Bohrungen nachgewiesen werden.

Sie sind die Ablagerungen des Zechstein-Meeres, eines sehr flachen Meeres, welches sich nach dem Abtragen des variskischen Gebirges von Norden hierher ausbreitete. Die liegenden Schichten, die Kupferletten (schon H. BÜCKING (1892: 137) stellte das Fehlen des Kupferletten in Alzenau fest) genannt werden, sind dünn und oft sehr reich an Mineralien, die die Metalle Kupfer, Blei, Zink und seltener Silber enthalten (siehe hierzu die ausführliche Arbeit von SCHMITT 1991). Die Kupferletten waren eine der Grundlagen des früheren Bergbaues auf diese Bunt-, Schwer- und Edelmetalle im Spessart (z. B. Huckelheim, Bieber oder Großkahl). Später brachten hydrothermale Lösungen reichlich Barium als weißen, spätigen, auffallend schweren Baryt. Die im Gestein zirkulierenden Wässer haben einen Teil der Metalle aus dem Kupferletten gelöst und an anderer Stelle, meist oberhalb des Kupferletten wieder ausgeschieden. Diese sind als Anzeiger der Metallgehalte oft intensiv blau oder grün und fallen deshalb leicht auf.



Abb. 5: Zechstein-Dolomit als Gestein angeschliffen und poliert mit einer Kluftfüllung, verschlossen mit einer dünnen weißen Chalcedon-Lage und farblosem Quarz in einer dünnen Kluft des Dolomits. Die dunklen Einschlüsse sind ein Manganomelan. Bildbreite 14 mm, Sammlung Geschichtsverein Alzenau, Foto LORENZ.



Abb. 6: Zechstein-Dolomit mit einer Druse, ausgekleidet mit kleinen Dolomit-Kristallen, darüber wuchsen (Bildmitte) zwei Baryt-Kristalle. Alles wurde mit einer Schicht aus kleinen Quarzkristallen überwachsen. Ob eine Umhüllungspseudomorphose vorliegt, war nicht erkennbar. Bildbreite 7 cm, Sammlung F. NEUMANN, Alzenau, Foto LORENZ.

Die Dolomite enthalten als Flachwasserbildung, keine oder nur sehr wenige, meist sehr schlecht erhaltene Fossilien, wie schlecht erhaltene Steinkerne von Mollusken, z. B. *Aucella hausmanni* GOLDF. (H. BÜCKING 1892: 146 und 158)

Die zahlreichen unförmigen, z. T. auch großen Hohlräume, die sich dem heutigen Betrachter als Drusen darstellen, entstanden als die Umwandlung zum Dolomit einsetzte (Austausch des Ca durch Mg); dies ist mit einer beachtlichen Volumenreduktion verbunden. Sie sind oft mit einem Rasen aus Dolomit-Kristallen ausgekleidet. Der Dolomit ist im Gegensatz zu Kalk viel weniger in Wasser löslich, weshalb es hier im Spessart keine Kluftsysteme gibt, die zu begehbaren Höhlen erweitert wurden.

Eine andere Deutung sieht die Hohlräume als Lösungskavernen, die früher mit Sulfaten wie z. B. Gips, gefüllt waren (PRÜFERT 1969: 68).

5.0. Historie des "Kalkbrennens"

Kalkbrennen war früher eine weit verbreitete Tätigkeit, die im Kleingewerbe an fast allen Zechstein-Dolomit-Vorkommen ausgeführt wurde (KUGLER 1988, RÜCKERT 1994). So gab es noch in diesem Jahrhundert zahlreiche Kalköfen im Vorspessart und es sind zahlreiche Überreste von Kalköfen aufgefunden worden (siehe hierzu die zahlreichen Artikel im Heimatjahrbuch "Unser Kahlgrund", welches seit 1955 jährlich erscheint). Neben Kalk zu Bauzwecken wurde auch schon Düngekalk erzeugt.

Erste Berichte darüber finden sich — wenn auch Alzenau, damals 500 Einwohner mit 112 Häuser (BEHLEN 1823 Bd. 1, 253), nicht wörtlich genannt wird — bei BEHLEN (1823, Bd. 1, 57). Er beschreibt erstmals den geologischen Aufbau. Ausführlich werden auch die damals noch bergbaulich genutzten Zechstein-Dolomite beschrieben. Zur Nutzung des Gesteins führt er aus:

"Diese Gebirgsart ist es, welche in technischer und ökonomischer Hinsicht für diese Gegend des Spessarts von bedeutendem Nutzen wird, indem viele mit Ziegelhütten verbundene Kalköfen daran gutes Baumaterial und ein treffliches Düngungsmittel bereiten. Der daraus gebrannte Kalk hat durchaus eine rein aschgraue Farbe, und zerfällt, besonders von den weichen Abänderungen, gleich in der Luft, zum Theil selbst schon im Ofen, zu einem aschähnlichen Mehl."

Auch in Alzenau gab es Kalkbrennereien mit Kalköfen. H. BÜCKING (1892: 158) erwähnt Steinbrüche, wo der Dolomit in bis zu 5 m Mächtigkeit aufgeschlossen ist. Mündlich überliefert ist eine Kalkbrennerei bei der heutigen Gastwirtschaft "Funke-Keller" bzw. auf dem Gelände des Baugeschäftes Peter Kresslein (Hanauer Str. 89). Die zweite befand sich unweit der heutigen Reithalle zwischen Alzenau und Michelbach, nicht weit von der Fundstelle der hier beschriebenen Mineralien. Weiter gibt es in den Akten des Alzenauer Stadtarchivs mehrere Gewerbeanmeldungen über Kalkbrennereien (19.2.1879 Sebastian LUDORFS Ziegel- und Kalkbrennerei, desgleichen 1.7.1885 Sebastian FUNK und 11.10.1887 Adolf LUDORF für eine Feldbrennerei) (freundl., schriftl. Mitteilung vom 20.12.1994 von H. KLOTZ, Archivar der Stadt Alzenau).

Der Kalk bzw. Dolomit wurde in Stücke gebrochen und in einfachen Schachtföfen mit Holz, später wohl auch mit Kohle gebrannt, gelöscht und dann zu den bekannten Bauzwecken verwendet. Auch als Düngekalk für die mageren Böden des Vorspessarts fand das Material Verwendung (Für Pflanzen ist das Magnesium essentiell notwendig. Es bildet das Zentralatom des Chlorophyll-Moleküls, worin 15 - 20 % des Mg gebunden sind. Es dient ferner als Aktivator für viele Enzyme, z. B. des Kohlenhydratstoffwechsels. Man kennt deshalb auch typische Mg-Mangelkrankheiten).

Dabei wird das hier verwendete Gestein als eine Verwachsung aus wechselnden Anteilen Ca- und Mg-Carbonat auf über 900 – 1.000 ° C erhitzt und in CaO bzw. MgO überführt, wobei CO₂ frei wird. Die entstehenden Klinker werden zu einer pulvrigen Masse gemahlen, die abgesackt wird. Zur weiteren Verwendung wird in Wannen Wasser zugesetzt, welches sich unter einer enormen Wärmeentwicklung zu Ca- bzw. Mg(OH)₂ verbindet. Der dann gelöschte Kalk eignet sich als Grundlage für Farben, Putze, Mörtel zum Mauern und für Dünger. Die Aushärtung erfolgt über die Aufnahme von CO₂ aus der Luft, wobei sich wieder Ca-Carbonat bildet, welches die einzelnen Mörtelteilchen dauerhaft verbindet.

Die aus hiesigen, etwas manganhaltigen Gesteinen gewonnenen Brannt- oder Schwarzkalk (!) sind aufgrund des Mn-Gehaltes sehr dunkel, so daß eine Verwendung für Anstriche entfällt.

1936 existierten so gut wie keine Erinnerungen mehr an den damals schon weit zurückliegenden Abbau, denn in dem umfangreichen Werk "Die nutzbaren Mineralien, Gesteine und Erden Bayerns" wird nur das Vorkommen von Dolomit erwähnt (Auctores 1936: 32ff): "O. von Alzenau (5 m mächtiger, verkieselter Dolomit; hartes, wackiges, graues, löcheriges Gestein, brauneisenreich und Schwerspat führend);". Die Beschreibung trifft recht gut die an der Oberfläche sichtbaren und frei-gewitterten Gesteinsstücke.

Von den ehemals so zahlreichen Kalkbrennereien im Spessart existiert heute nur noch die Fa. Hufgard in Rottenberg, die gleiches Material wie in Alzenau in Steinbrüchen der Umgebung bricht und in einem weithin sichtbaren Betrieb zu Branntkalk verarbeitet.

Daß sich das Kalkbrennen nicht dauerhaft in Alzenau halten konnte, liegt möglicherweise am beachtlichen Anteil des SiO₂, der sich beim Brennen als nachteilig erweist. Auch haben dies die sicher nach heutigen Maßstäben geringen Vorräte verursacht.

Als Mauerstein wurde das Material wegen der zahlreichen Alternativen wohl nicht verwendet. Bei den heute in Alzenau noch wenigen Bauwerken mit sichtbarem Mauerwerk – insbesondere infolge der abbruchfreudigen Stadtkernsanierung – konnte kein Dolomit als Mauerwerksbestandteil festgestellt werden.

Verbreitet sind die örtlichen metamorphen Gesteine, meist gut spaltbare Amphibolite, dann Ziegel und untergeordnet Sandstein. Gute Beispiele sind neben der Burg (14. Jahrhundert) die Kirche und die "Villa Messmer". Die bei KUGLER (1988: 151) zitierte Verwendung von verwittertem Dolomit als Bau-

sand kann nicht belegt werden. Sie ist auch infolge der geringen Witterungsbeständigkeit nicht wahrscheinlich.

6.0. Die Mineralien im Dolomit

Die erste Erwähnung der Mineralien aus dem Zechstein-Dolomit von Alzenau findet sich bei THEOBALD & RÖSSLER (1851: 122f):

"Alzenau:

Urgebirg mit aufgelagertem Zechstein und Tertiärbildung, unter das Diluvium und Alluvium der Ebene verlaufend.

Felsarten:

... Zechsteindolomit, unregelmäßig geschichtet, mit Bitterspath, Chalcedon etc. (östlicher Abhang des Schäferberges), quarziger Dolomit (Rauhstein),

Mergel: roth, gelb und braun, streifig,

Unterer Zechsteindolomit in regelmäßigen Schichten. — Weiter ist die Formation nicht abgeschlossen, die als Fortsetzung des Rodenbacher Zechsteins anzusehen ist,

Rothliegendes, unter Dünensand anstehend, ...

Oryctognostische Vorkommnisse:

Im Zechstein:

Bitterspath, gelb und braun, sehr schön, ist oft überzogen von Mangan, Eisenrahm und Eisenocker, Baryt, schalig, weiss und roth, krystallisirt, in tafelförmigen xx; weiss in langen prismatischen xx; durchscheinend grünlich in schönen xx,

Kalkspath,

Chalcedon, als Ueberzug, stalagthitisch, traubig etc.; Umhüllungspseudomorphosen über Schwespath und Bitterspath xx, von ausgezeichnete Schönheit. Er ist oft gefärbt von Malachit, Kupferlasur, Mangan und Eisen,

Quarz x mit Chalcedon,

Psilomelan in Dendriten und Knollen, Malachit und Kupferlasur; ..."

Eine recht ausführliche Beschreibung von Mineralien - hier als Pseudomorphosen - aus dem Zechstein-Dolomit von Alzenau findet sich bei BLUM (1861: 21f):

"2. Chalzedon nach Barythspath. In Drusenräumen eines Zechsteindolomits der Gegend von Alzenau kommen nicht selten Barytspath-Krystalle, gewöhnlich in den Formen $\text{oP.P}^\infty.\text{P}^\infty$ oder $.\text{P}^\infty.\infty\text{P}$. vor, welche aber meistens mit einer Rinde von weissem Chalzedon überzogen sind, die aber in der Regel ihrerseits wieder mit Quarz-Kryställchen dicht bedeckt ist. Gewöhnlich ist in diesen Krystallen der Kern noch Barytspath, in seltenen fehlt dieser, so dass dann unvollständige Umhüllungs-Pseudomorphosen durch den Chalzedon gebildet werden.— Häufiger wie die eben betrachtete Pseudomorphose ist die nachfolgende, welche mit jener zusammen in demselben Gesteinen und nach dem nämlichen Fundorte vorkommt, nämlich:

3. Chalzedon nach Bitterspath [Dolomit, Anmerk. d. A.]. Die Wanderungen der Drusenräume dieses Dolomits erscheinen stets mit größeren und kleineren Krystallen von Bitterspath

bekleidet, welche nicht selten mit einer Rinde von weissem, graulich- oder blaulichweissem Chalzedon überzogen sind. Die Umhüllungs-Pseudomorphosen, welche hierdurch entstanden, sind an Kanten zugerundet, fein nierenförmig auf ihrer Oberfläche und matt. Oft letztere auch drusig, von einem feinen Ueberzug von sehr kleinen Quarz-Kryställchen herrührend. Innen sind die pseudomorphon Krystalle theils hohl, indem der Bitterspath unter der Chalzedonhülle verschwunden ist und letztere nun eine freistehende Kruste bildet, theils noch mit der ursprünglichen Substanz, die sich aber gewöhnlich in einem etwas zersetzten Zustande befindet, mehr oder minder erfüllt. Im ersteren Falle sind die inneren Wandungen der Pseudomorphosen entweder glatt oder klein nierenförmig, auch der durch kleine Quarz-Kryställchen zuweilen feindrüsig, im zweiten findet sich über den Bitterspath-Krystallen und unter dem Chalzedon zuerst ein ganz dünner Ueberzug von schwarzem Pyrolusit oder auch von braunem Eisenocker, zuweilen selbst von beiden zugleich, in welchem Falle jener zuerst und dieser darauf folgt. Auch Malachit kommt auf ähnlicher Weise entweder allein oder nach dem Pyrolusit, auch selbst nach dem Eisenocker in feinem Ueberzug vor. Diese Umhüllungs-Pseudomorphosen sind nicht selten noch Kalkspath-Krystallen, -2R., bedeckt; auch finden sich Büschel von faserigem Malachit in den Poren des Dolomits."

Die Mineralien werden auch von SANDBERGER (1891) erwähnt (siehe unter den einzelnen Mineralien). Den gesamten Mineralbestand beschreibt schon H. BÜCKING (1892: 158) wie folgt:

"Der Dolomit, welcher nordöstlich von Alzenau hin und wieder in Steinbrüchen bis zu 5 m Mächtigkeit aufgeschlossen wird, ist dem Dolomit von Niederodenbach auch in der Art seiner Petrefactenführung [Fossilführung, Anmerk. d. A.] ziemlich ähnlich; nur ist er etwas reicher an feinvertheiltem Brauneisen und zum Theil stärker als jener verkieselt; auch enthält er an einzelnen Stellen ziemlich viel Schwerspath [Baryt, Anmerk. d. A.] in krystallinischen Massen eingesprengt, seltener in schönen tafelförmigen und prismatischen Krystallen in Drusen neben Braunspath ausgeschieden. Chalcedon überrindet häufig die Baryt- und Braunspathkrystalle [heute Dolomit oder Ankerit – nur schwer unterscheidbar, Anmerk. d. A.], kommt aber außer Überzug auch in kleinen stalagmitischen und traubigen Gebilden vor. Malachit und Kupferlasur [Azurit, Anmerk. d. A.] sind gleichfalls in dem Dolomit öfter beobachtet worden."

Die Beschreibung paßt sehr gut auf die im Folgenden beschriebenen Mineralien (wie z. B. Abb. 6), so daß man davon ausgehen kann, daß hier eine historisch bekannte Fundstelle aktuell beschrieben wird.

Folgende Mineralien konnten in den Sedimenten des Zechsteins nachgewiesen werden (Reihenfolge nach STRUNZ; vgl. auch Tab. 2 auf Seite 19):

Q u a r z SiO_2

Der sonst in der Natur sehr verbreitete, in Dolomiten aber eher seltene Quarz findet sich in zwei sehr leicht unterscheidbaren Modifikationen:

a. Kristalliner Quarz in Form von sichtbaren idiomorphen Kristallen.

Im Dolomit fanden sich Drusen von bis zu 20 cm Durchmesser, die völlig mit einem dünnen Rasen aus bis zu 0,5 mm großen, meist farblosen Quarzkristal-

len überzogen waren (Abb. 7). Die Kristalle zeigen kaum ein Prisma und in der Regel nur die Pyramide, deren Flächen stark glänzend sind. Die Flächen zeigen kleine Strukturen, die als Vizinalflächen gedeutet werden können. Die dunklen Farben entstehen in der Regel durch den braunen Untergrund. Oft überziehen die Kristallrasen als abhebbarer, nur dünner Belag die rhomboederförmigen Dolomit- oder tafelige Baryt-Kristalle (Abb. 6 und 8) oder überkrusten meist nicht mehr vorhandenen Manganomelan. In einigen Fällen sind die Kristallüberzüge grün, wohl durch darunterliegenden Malachit. Die bläulichen Farben entstehen durch den darunterliegenden Chalcedon. In wenigen Fällen überzieht eine weiße bis bräunliche Schicht aus Chalcedon den Quarz.

Kleinere Drusenfüllungen des Dolomits sind sehr häufig mit winzigen, weißen Quarz-Kristallen, oft über einer mm-dicken Schicht aus weißem bis leicht hellgrünem Chalcedon, ausgekleidet (Abb. 9). Der Untergrund aus Dolomit-Kristallen fehlt hier.

In Teilen des Dolomits sind bis in den mm-Bereich alle Hohlräume mit einer dünnen Schicht aus völlig farblosen Quarzkristallen ausgekleidet. Schmale, nur mm-mächtige Risse und Klüfte im Dolomit können ebenfalls mit weißem Chalcedon, etwas schwarzem Manganomelan und dann mit farblosem Quarz, dessen Kristalle sich in der Mitte berühren, ausgefüllt sein.

b. Als feinstkristalliner Chalcedon, in gebänderter Form auch als Achat benamt:

Teilweise durch Malachit grün oder durch Azurit blau gefärbter, sonst hell bläulichgrauer, traubiger und stalagtitischer Chalcedon als Überzug und Umhüllungs-Pseudomorphose nach Braunspat und Baryt wird auch schon von SANDBERGER (1891: 7) erwähnt.

Chalcedon ist sehr verbreitet als mm-dicker, lagiger Belag in den bis zu faustgroßen Drusen zu finden (Abb. 9 und 10). Die Farbe schwankt von weiß über grün bis hin zu einem zarten blau ("aquamarin"). Färbender Bestandteil ist sehr wahrscheinlich Malachit mit wechselnden Anteilen von Azurit (Abb. 6). Der Chalcedon wird fast immer von kristallinem Quarz überzogen oder ist davon unterlagert (Abb. 10); auch mehrfache Wechsel wurden gefunden. Der bis zu 5 mm dick werdende Chalcedon wird meist durch eine dünne Schicht aus einem schwarzen Manganomelan (Abb. 8) oder von faserigem, grünen Malachit von den darunterliegenden Mineralien Dolomit oder Baryt getrennt. Eine Fluoreszenz des Chalcedons bei Bestrahlung mit UV-Licht tritt nicht auf.

Da ein lagiger, verschiedenfarbiger Aufbau in den nur mm-dicken Lagen des dann meist grauen Chalcedons vorliegt, kann man von einem Achat mit gemei-



Abb. 7: Farblose, fast mm-große, glänzende Quarzkristalle als Drusenauskleidung im Zechstein-Dolomit, gefärbt durch den darunterliegenden Dolomit; Bildbreite 10 cm, Sammlung F. NEUMANN Alzenau, Foto LORENZ.



Abb. 8: Grünlicher Chalcedon (durch Malachit gefärbt) mit einem dünnen Überzug aus farblosen, stark glänzenden Quarzkristallen auf Dolomit-Rhomboedern. Die schwarze, weiche, zellig-poröse Masse besteht aus Manganomelan, welcher auch früher stalagtitisch auftrat, so daß der Chalcedon darum wuchs. Dieser wurde dann weggeführt und die Hohlform blieb übrig (siehe die beiden runden, nebeneinander liegenden "Löcher" im unteren Bilddrittel). Bildbreite 13 cm, Sammlung Geschichtsverein Alzenau, Foto LORENZ.

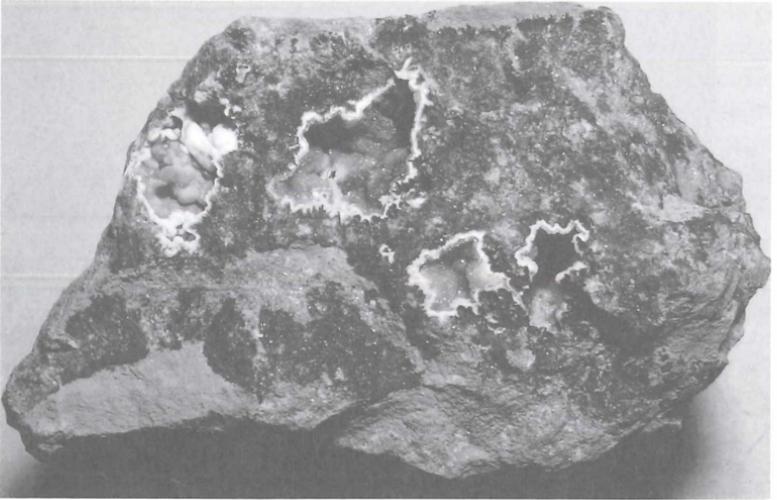


Abb. 9: Typisches Stück Zechstein-Dolomit, die Klufflächen belegt mit einer dünnen Schicht, teils dendritischem, schwarzen Manganomelan. Die im Dolomit liegenden Drusen sind mit einer dünnen Schicht aus weißem bis grauem Chalcedon (Achat) ausgefüllt, der von farblosen Quarzkristallen überwachsen ist. Der Chalcedon überkrustet ehemaligen Baryt, besonders in der linken Druse am Rand. Bildbreite 9 cm, Sammlung Geschichtsverein Alzenau, Foto LORENZ.



Abb. 10: Ausschnitt aus Abb. 9. Man erkennt hier deutlich, daß der Chalcedon direkt auf dem porösen Dolomit aufgewachsen ist. Bildbreite 7 mm. Sammlung Geschichtsverein Alzenau, Foto LORENZ.

ner Bänderung sprechen. Die Färbung variiert in der Regel von einem hellen Grau bis zu Schneeweiß (Abb. 10).

Entgegen der durch andere Personen vorgenommenen, visuellen Bestimmungen (laut den früheren Schildern der ausgestellten Stücke im Museum in Michelbach), konnte ohne Mikroskop kein Chrysokoll beobachtet werden. Die als "Chrysokoll" bestimmten Stücke wurden röntgendiffraktometrisch einwandfrei als Quarz bestimmt.

Tab. 1: d-Werte des Chalcedons von Alzenau im Vergleich:

| Chalcedon, Alzenau | | syn. Quarz, JCPDS-Kartei 33-1161 | | |
|--------------------|------------------|----------------------------------|------------------|-----|
| d in Å | I/I _o | d in Å | I/I _o | hkl |
| 4,2274 | 16,69 | 4,257 | 22 | 100 |
| 3,3339 | 100,00 | 3,342 | 100 | 101 |
| 2,4474 | 8,22 | 2,457 | 8 | 110 |
| 2,2772 | 6,62 | 2,282 | 8 | 102 |
| 2,2282 | 2,90 | 2,237 | 4 | 111 |
| 2,1218 | 5,94 | 2,127 | 6 | 200 |
| 1,9769 | 3,55 | 1,9792 | 4 | 201 |

Als Probe diente ein grünlicher Chalcedon. Er wurde am Diffraktometer 2 des Mineralog. Inst. der Uni. Würzburg untersucht (siehe Spektrum in Abb. 12). Die Gitterkonstanten wurden daraus zu $a = 4,890$ und $c = 5,407$ Å berechnet.

Goethit α -FeO(OH)

SANDBERGER (1891: 11) erwähnt Umhüllungspseudomorphosen von Brauneisenstein (nach heutigem Verständnis wohl überwiegend Goethit) nach Braunspat im Dolomit.

Erdiger, blättriger oder strahliger, brauner Goethit füllt (seltener gemeinsam mit Manganomelan) Hohlräume aus. Er ist auch färbender Bestandteil des dann durch Goethit hellbraun gefärbten Gesteins in der Nähe von Drusen und Klüften.

Gemeinsam mit farblosem Baryt wurden hellbraune, glaskopffartige, mm-große Massen gebildet. Dünne Schichten färben den Baryt. Viele, dünne Spalten sind damit ausgefüllt.

M a n g a n o m e l a n

Nicht näher bestimmbare Mn-Mineralien bilden bis zu 3 cm-große, dünne, wiederholt schalige und stalagtitische Beläge neben und unter dem Quarz (Abb.5 und 8, seltener auch in den Drusen des Baryts. Dünnscheibe, kaum haftende und rissige Beläge überziehen die Dolomit-Kristalle und werden in der Regel von Chalcedon überzogen. Seltener sind solche Dendriten auf dem Chalcedon, teilweise auch unter dem farblosem Quarz, was dem Chalcedon ein "schmutziges" Aussehen verleiht. Der Manganomelan ist sehr weich, läßt sich leicht ablösen und färbt die Hände schwarz. Eine kleine Probe wurde auch röntgendiffraktometrisch untersucht. Sie erwies sich leider als völlig amorph.

In einem Fall konnte ein kleines Aggregat eines ehemaligen, nicht näher ansprechbaren Sulfides unter einem dünnen Manganomelan-Überzug erkannt werden; es war in Goethit umgewandelt worden. Der Manganomelan schützte die erdige Pseudomorphose vor der Zerstörung.

Typische, moosförmige Dendriten (keine Fossilien!) sind sehr weit verbreitet auf den Klüften des Dolomits, im Dolomit selbst und auf den Spalten des weißen Baryts zu beobachten.

Die schwarzen Mn-Oxide bestehen wie an anderen, vergleichbaren Fundorten aus nicht näher bestimmbaren, weil völlig röntgenamorphen Mn-Oxiden, die mit dem Namen Manganomelan belegt werden können.

C a l c i t $\text{Ca}[\text{CO}_3]$

Das verbreitete Mineral ist selten als Auskleidung einzelner Drusen im Baryt auf farblosem Quarz zu beobachten. Die kleinen, weißen Kristalle erreichen kaum eine Größe von 1 mm. Sie zeigen einen skalenoedrischen Habitus, sind deutlich angelöst und besitzen kaum einen Glanz auf den Kristallflächen. Farblose Kristalle auf Quarz sind sehr selten.

Im Dolomit selbst konnten bis zu 5 cm große Drusen geborgen werden, die mit gleichen, farblos bis weißlichen, skalenoedrischen Calcit-Kristallen ausgekleidet sind. Neben den bis zu 2 mm großen Kristallen kommt nur etwas Manganomelan und zwischen dem Dolomit und dem Calcit eine farblose Quarzschicht vor. Die Kristallflächen des scharfkantigen Calcits scheinen leicht angelöst, etwas stumpf. Zwischen den größeren Kristallen am Grund findet sich mit ei-

nem calcitischen Zement fixierter Dolomit-Grus und kleinste Kristallbruchstücke, die wohl aus rezenter Zeit stammen.

Im Dolomit konnten bis zu 1 cm starke Gänge aus grauem Calcit beobachtet werden. Darin finden sich sehr undeutliche, meist durch Ton braun gefärbte Calcit-Kristalle. Sie erreichen bis zu 4 mm Größe.

Rezente, bis zu 2 cm große stalagtitische Bildungen an den Decken der Drusen bestehen ebenfalls aus stumpfen, weißen bis grünen Calcit-Aggregaten, deren undeutlich ausgebildete Kristalle sich unter dem Mikroskop kaum ansprechen lassen.

D o l o m i t $\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$

Schon SANDBERGER (1891: 30) erwähnt schwach gekrümmte Rhomboeder von "Braunspat", was nach heutigem Verständnis die Mineralien Ankerit, Dolomit oder Siderit sein könnten, auf den Klüften der Zechstein-Dolomits von Alzenau.

In Alzenau konnte sicher nur Dolomit nachgewiesen werden. Fast alle Hohlräume des sehr feinkörnigen Gesteins sind mit idiomorphen Dolomit-Kristallen ausgekleidet (Abb. 13). Die Kristalle mit den teils sattelförmig gekrümmten und deutlich parkettierten Kristallflächen erreichen bis zu 7 mm Größe, Kristallaggregate daraus auch 1,5 cm. Die gut spaltbaren, farblosen bis gelblichen Kristalle sind lebhaft glänzend und werden oft von einer dünnen Schicht aus dem schon beschriebenen Manganomelan überzogen. Auffällig an den meisten gut ausgebildeten Kristallen ist weiterhin, daß sie zusätzliche kleine Flächen wie das Basispinakoid und das hexagonale Prisma zeigen.

Eine Abgrenzung zum Ankerit, Siderit und den anderen Carbonaten ist sicher nur aufgrund von röntgendiffraktometrischen und chemischen Untersuchungen möglich, die auch am Alzenauer Material durchgeführt wurden. Die ermittelten d-Werte passen gut zu denen vergleichbarer Fundorte des Spessarts (siehe dazu SCHMITT 1991: 79 ff und 216).

Tab. 2: d-Werte des Dolomits von Alzenau im Vergleich:

| Dolomit Alzenau | | Dolomit, Haley, Ont. Can. JCPDS Kart. 11-78 | | |
|-----------------|------------------|---|------------------|-----|
| d in Å | I/I _o | d in Å | I/I _o | hkl |
| 4,0239 | 0,60 | 4,03 | 3 | 101 |
| 3,6808 | 1,50 | 3,69 | 5 | 012 |
| 2,8795 | 100,00 | 2,886 | 100 | 104 |
| 2,6670 | 3,99 | 2,670 | 10 | 006 |
| 2,5362 | 3,90 | 2,540 | 8 | 015 |
| 2,3987 | 3,29 | 2,405 | 10 | 110 |
| 2,1912 | 10,23 | 2,192 | 30 | 113 |
| 2,0632 | 1,67 | 2,066 | 5 | 021 |
| 2,0154 | 4,32 | 2,015 | 15 | 202 |
| 1,8441 | 2,12 | 1,848 | 5 | 024 |

Die Untersuchung erfolgte an einem typischen, hellbraunen Kristall an der Universität Würzburg (siehe Spektrum in Abb. 13). Aus den gemessenen Werten ließen sich die Gitterparameter zu $a = 4,803$ und $c = 15,994$ Å berechnen (JCPDS-Kartei 11-78: $a = 4,8112$ und $c = 16,02$ Å). Es handelt sich um einen sehr reinen Dolomit (50 mol-% $\text{CaMg}[\text{CO}_3]$), da der $d(104)$ -Reflex von 2,8795 (Å) bei einem Winkel (2θ) von $31,0325^\circ$ erscheint (FÜCHTBAUER 1988: 242 und 401).

Das Gestein Dolomit besteht beim Blick durchs Mikroskop aus einem eng verzahnten Kornpflaster 0,05 bis 0,5 mm, ausnahmsweise auch max. 1 mm großer Dolomit-Kristalle. Die verschiedene Orientierung der gut spaltbaren, cremeweißen bis braunen Körner erzeugt das zuckerkörnige Aussehen. Auf den dünnen Klüften lassen sich schwarze Schnüre aus Manganomelan beobachten. Das Gefüge ist stark porig, so daß das Gestein porös erscheint. cm-große Bereiche bestehen aus einem feinen, locker verwachsenen Gemenge winziger Dolomit- und Quarzkristalle in einer Goethit-Matrix. Feinkristalline wechseln mit größeren Bereichen ab, ohne daß im Schliff eine Schichtung erkennbar ist. In den Zwickeln sind Tonmineralien erkennbar. Organisches Material ist kaum vertreten (Abb. 5).

Das Gestein – hauptsächlich aus dem Mineral Dolomit, weiterer hier nicht bestimmter Carbonate, Eisen- bzw. Mangan-Oxiden und Tonmineralien bestehend – zeigt in weiten Bereichen typische Lösungskorrosionserscheinungen, die sich von den früher entstandenen Drusen deutlich, weil meist mit wenigen Kristallen bestanden und an Klüfte gebunden, unterscheiden.

Ein Teil der zahlreichen Drusen im Gestein ist mit einem schlecht gebundenen Grus aus Dolomit-Kristallen, kleinen farblosen Quarzen, braunem Goethit und etwas Ton teilweise oder ganz gefüllt. Wie die Auskleidung aller Hohlräume in anderen Partien ist dies als Edukt der beginnenden Verkie-selung zu deuten.

Fossile Spuren von Lebewesen als nur partiell schlecht erhaltene Steinkerne bzw. nicht näher

Dolomit

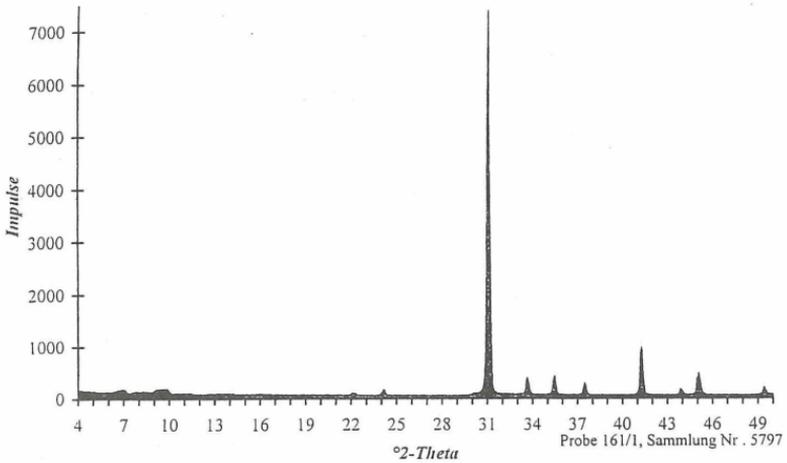


Abb. 11: Spektrum der röntgendiffraktometrischen Untersuchung eines, transparenten Dolomit-Kristalls aus einer Druse im Dolomit-Gestein (Probe 161/2, technische Daten wie bei Abb. 10).

Chalcedon

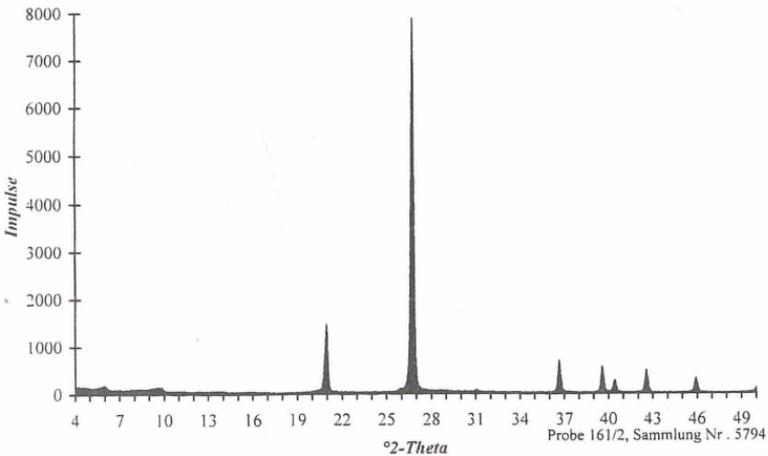


Abb. 12: Spektrum der röntgendiffraktometrischen Untersuchung des lagigen Chalcedons über Dolomit-Kristallen aus einer Druse im Dolomit-Gestein (Probe 161/1). Verwendetes Gerät: Automatisches Pulverdiffraktometer PW 1820 der Fa. Philips mit vertikalem Goniometer, Strahlungsgenerator: 45 kV, 30 mA, Strahlung: $\text{CuK}\alpha_1, \alpha_2$ $\Lambda = 1,5406, 1,54439$ \AA , Monochromator: Graphit, Detektor: Proportional-Zählrohr, Distanz Röhre-Probe: 173 mm, Divergenz-Schlitz: 1°, Steuerung: Mikro VAX II über ADP-Software, Schrittweise: $2\theta = 0,020^\circ$, Meßzeit: 2 sec/0,02°, Meßbereich: $2\theta = 4 - 50^\circ$, Meßprogramm: 10.

bestimmbarer und mit Dolomit ausgekleideter Hohlräume – mit und ohne Steinkern – wurden nur selten beobachtet. Im Gegensatz dazu wurden aus dem westlich von hier gelegenen Bereich der Wetterau bereits sehr früh zahlreiche Fossilien beschrieben, siehe z. B. GEINITZ (1851: 196 ff). Es handelt sich hier in Alzenau möglicherweise um Brachiopoden oder Muscheln (wie z. B. *Schizodus obscurus* SOW.), deren Schalen aufgelöst wurden; übrig blieb der Hohlraum der Schale oder des ganzen Tieres. Die Steinkerne sind jedoch in einigen Bereichen deutlich häufiger – aber nicht entlang einer Schicht angereichert. Die 0,5 - 3 cm großen Hohlräume der Mollusken lassen keine Einregelung erkennen.

Azurit $\text{Cu}_3[\text{OH}|\text{CO}_3]_2$

Das sofort auffallende, weil hellblaue Mineral, bildet bis zu 5 mm große "Sonnen" aus strahligen Stengeln auf den Klüften des Dolomits (Abb. 14).

Selten wurden bis zu 3 mm lange, dunkelblaue Kristalle in den Klüften des Dolomits gefunden (Abb. 15). Die Kristalle weisen den gleichen Habitus auf wie die bekannten aus Altenmittlau. Verbreitet sind bis zu 5 mm große Rosetten aus dunkelblauem Azurit als Kluftbelag auf dem mergeligen Dolomit. Sie werden von kleinen Malachit-Kristallen wie auch von cremeweißen Illit-Überzügen begleitet. Einschlüsse im und unter dem Chalcedon färben denselben bläulich.

Auf den quer zur Schichtung verlaufenden Kluftflächen erreichen blaue Beläge, die sich kaum in einzelne Kristalle auflösen lassen, die Größe von einigen cm^2 . Sie werden von schwarzem Manganomelan begleitet und neigen auch zu dendritischen Formen (Solche Stücke wurden fast 20 Jahre im Garten von F. NEUMANN "gelagert" [Ostseite des Hauses]. Der Azurit wurde dabei deutlich heller in seiner Farbe).

Malachit $\text{Cu}_2[(\text{OH})_2|\text{CO}_3]$

Das grüne Mineral wurde nur selten auf Klüften des Dolomits gefunden. Er bildet bis 3 cm große, strahlige, auch gebänderte Aggregate und auch unscheinbare, erdige bis dendritische Anflüge. Zusammen mit Azurit ist er selten als typisches Umwandlungsprodukt zu erkennen. Dünne, radialstrahlige Aggregate erreichen auf Klüften bis zu 3 cm Durchmesser (Ein solches Stück wurde gefunden und dann von Kindern zum "Malen" verwendet, so daß heute nur noch ein 1 cm großes Relikt vorliegt). Als Begleitmineral tritt regelmässig nur Dolomit auf.

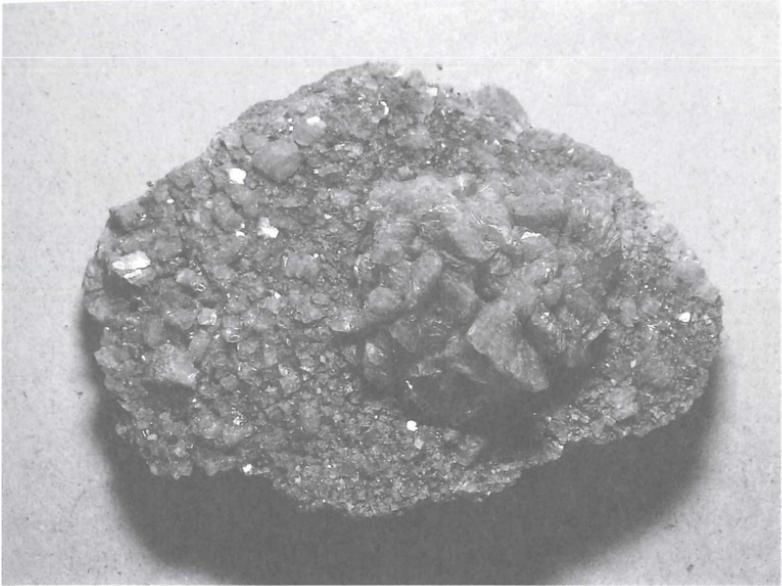


Abb. 13: Hellbraune, glänzende, teils sattelförmig gekrümmte Dolomit-Kristalle, Bildbreite 6 cm, Sammlung F. NEUMANN Alzenau, Foto LORENZ.



Abb. 14: Blaue, meißelförmige und stark glänzende Azurit-Kristalle auf einer Kluftfläche des Dolomits, Bildhöhe 7 mm, Sammlung Geschichtsverein Alzenau, Foto LORENZ.

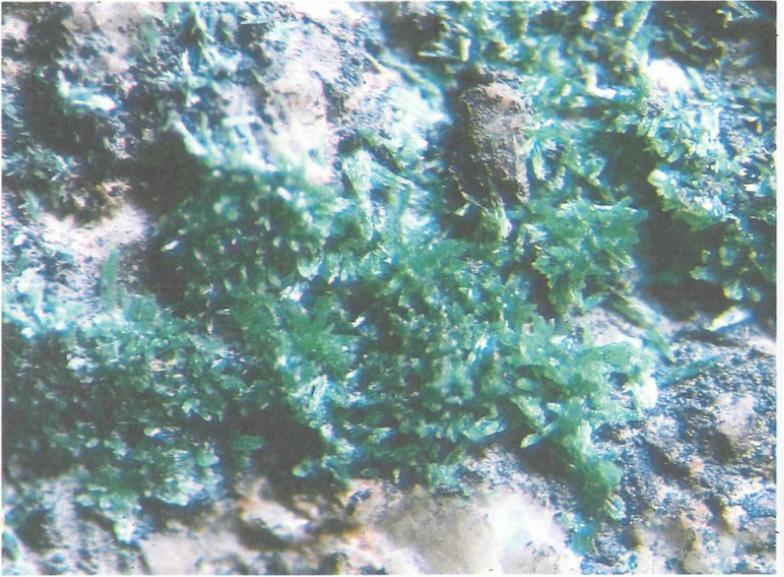


Abb. 15: Grüne, stengelige Malachit-Kristalle als wirrstrahliger Belag auf einer Kluftfläche des Dolomits, Bildhöhe 7 mm, Sammlung Geschichtsverein Alzenau, Foto LORENZ.



Abb. 16: Farblose, wasserklare und tafelige Baryt-Kristalle der zweiten Generation, orientiert aufgewachsen in einer Spalte im weißen Baryt, überzogen von Fe-Oxiden. Bildbreite 7 mm,

Gemeinsam mit Chrysokoll fand sich Malachit in Form 0,5 mm großer, schlecht ausgebildeter Kristalle.

Neben den Azurit-Aggregaten fanden sich bis zu 0,5 mm große Nadeln und wirre Nadelfilze aus grünem Malachit auf Manganomelan (Abb. 15). Die Malachit-Nädelchen sind meist nur locker aufgestreut und werden so kaum erkannt.

Meist ist feinst verteilter Malachit der färbende Bestandteil des Chalcedons.

B a r y t $Ba[SO_4]$

Sehr merkwürdig ist, daß der sonst sehr genau beobachtende und beschreibende Geologe SANDBERGER (1891: 23f) keinen Baryt aus Alzenau erwähnt, obwohl er hier sehr reichlich auftritt. Möglich wäre, daß er beim Baryt wegen der so zahlreichen Fundstellen für Baryt nur die großen, bedeutenden Vorkommen beschrieb.

Grobspätiger Baryt (I) ist die letzte Ausscheidung der primären Folge. Die bis zu einigen kg großen, grobspätigen Stücke enthalten bis zu 6 cm lange und 1 cm dicke, tafelige Kristalle. Sie zeigen oft Lösungserscheinungen und glänzen nur noch an den reliktsch erhaltenen, originären Kristallflächen. Verbreitet sind dünne, weiße Überzüge aus Chalcedon. Der Baryt wurde tektonisch beansprucht; zerbrochene Kristallstücke liegen zwischen den Kristallen. Drusen im Baryt enthalten selten etwas glaskopfartiges Manganomelan und farblose Quarzkristalle darüber. Der weiße Baryt der 1. Generation zeigt eine weiße oder gelbliche, auch bläuliche Fluoreszenz bei Bestrahlung mit UV-Licht. Bei kurzwelligem UV-Licht (ca. 255 nm) tritt sie deutlicher auf als bei langwelligem (356 nm). Auch ist dann eine deutliche, langanhaltende Phosphoreszenz zu beobachten.

Der Baryt wuchs auf den rhomboedrischen Dolomit-Kristallen, deren Abdrücke meist auf der Außenseite des weißen Baryts zu sehen ist. Im Handstück sichtbare, enge Verwachsungen mit dem Dolomit liegen vor. Das Mineral ist reich an Mn-Dendriten auf den Spaltflächen, es ist weiter sehr spröde und läßt sich aufgrund der guten Spaltbarkeit kaum in großen Stücken gewinnen.

Seltener fand sich eine zweite Generation aus einem transparenten, völlig farblosen bis leicht graugrünem Baryt (II) (Abb. 16). Er bildet bis zu 2 cm lange, dicktafelige, auch gestreckte Kristalle oder bis zu cm-breite Kluffüllungen innerhalb des Baryts. Sie zeigen ebenso wie die weißen Baryte der ersten Generation auffällige, teils stärkere Lösungserscheinungen, die dann einen "faseri-

gen" Aufbau vortäuschen. Daneben finden sich erneute Bildungen tafeliger, länglicher Kristalle auf den Klüftflächen des Baryts. Der Baryt der 2. Generation fluoresziert nicht.

Die beiden Baryt-Generationen lassen chemisch keine Unterscheidung zu, so daß sich mittels EDX nur Ba und S nachweisen ließ (Unterschied < 0,5 %).

Auch röntgendiffraktometrisch lassen sich die beiden Phasen kaum unterscheiden. An zwei Proben wurden entsprechende Untersuchungen durchgeführt und die Gitterparameter berechnet (Guinier-Kamera (Fe-Strahlung) mit Si als interner Standart am Naturhistorischen Museum Bern, schriftl. Nachricht vom 22.11.1995):

1. Generation aus weißem, grobspätigem Baryt:

$$a = 7,15874 \pm 0,00359 \text{ \AA}$$

$$b = 8,87326 \pm 0,00348 \text{ \AA}$$

$$c = 5,46013 \pm 0,00233 \text{ \AA}$$

2. Generation aus farblosen Kristallen und Spaltenfüllungen:

$$a = 7,16662 \pm 0,00446 \text{ \AA}$$

$$b = 8,87549 \pm 0,00420 \text{ \AA}$$

$$c = 5,46049 \pm 0,00225 \text{ \AA}$$

Die Werte stimmen recht eindrucksvoll mit den in der Literatur genannten Werten überein, so daß sich hier ein recht reiner Baryt in Alzenau gebildet hat (JCPDS-Kartei 2-1035 mit den Gitterparametern: $a = 7,1565(3)$, $b = 8,8811(4)$, $c = 5,4541(3) \text{ \AA}$).

Die bis zu 1 cm großen, tafeligen Baryt-Kristalle unter dem Chalcedon sind in der Regel weggelöst worden, so daß heute nur noch Umhüllungspseudomorphosen von Chalcedon nach Baryt vorliegen (Abb. 6). Darin können selten noch die faserig angelösten Reste des Baryts gefunden werden. Auch bis zu 3 cm lange, mm-breite Vertiefungen in den Dolomit-Drusen haben früher Baryt-Tafeln enthalten.

Im Dolomit finden sich selten bis zu faustgroße, deutlich konkretionäre Baryt-Stücke. Es fehlen auf der Außenseite die Negative bzw. die Reste der Dolomit-Kristalle. Statt dessen enden die grobspätigen Baryt-Tafeln als rundliche "Kristalle". Sie erinnern im Ansatz an die Baryt-Rosen von Rockenberg, Wetterau.

Chrysokoll $\text{Cu SiO}_3 + \text{aq}$

Rissiger und dadurch faserig erscheinender Chrysokoll bildet einen nur 0,2 mm dicken Überzug oder stark rissige Massen zwischen dem Manganomelan auf den Dolomit-Kristallen und unter dem dann stark grün erscheinenden Chalcedon. Die "Fasern" des Chrysokolls stehen senkrecht auf den Dolomit-Kristallflächen. Als Begleitmineral treten kleine Malachit-Kristalle auf. Seltener konnte massiger, grünlicher Chrysokoll als Überzug auf Dolomit mit wenig Malachit gefunden werden.

Illit $\text{K}_{1-x} \text{Al}_2 [(\text{OH},\text{F})_{2+x} | \text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$

Das in den Zechstein-Dolomiten des Spessarts verbreitete (SCHMITT 1991), aber sehr unscheinbare Mineral, tritt auch hier als 0,1 mm dicke, sehr weiche Kruste auf den Dolomit-Kristallen in den weichen, tonigen Bereichen auf. Die glas-kopffartigen Massen sind stumpf und von cremeweißer Farbe.

7.0. Radioaktivität

Im Bereich der Fundstelle ist keine Anomalie entwickelt. Es konnte hier der für die Sedimente des Zechsteins typische, im Verhältnis zu den Metamorphiten niedrige Hintergrund von 0,03 $\mu\text{Sv/h}$ gemessen werden (Dosisleistungsmesser AD4 der Fa. automess). Dies wird auch durch die chem. Analysen (Tab. 3) erklärt, da hier nur wenige ppm U und Th nachgewiesen wurden.

8.0. Diskussion der Beobachtungen

Die Entstehung des Sedimentgesteins Dolomit ist immer noch nicht zufriedenstellend geklärt (SCHMITT 1991). Aufgrund der hier in Alzenau zu beobachtenden Fossilien ist eine primäre Entstehung des Dolomits nicht auszuschließen, aber auch eine spätere Zufuhr des Mg ist mit den Beobachtungen vereinbar. Sicher ist jedoch eine Rekristallisation zu dem bemerkenswert groben, porösen und einförmigen Mineralbestand. Dies ist besonders gut an den Steinkernen der Mollusken erkennbar. Diese Formen waren bereits im primären Sediment vorhanden und wurden durch die Sammelkristallisation der mm-großen Kristalle fast unerkennbar.

Tab. 3 a

| Chem. Analysen des Zechstein-Dolomites von Alzenau | | | | | | | | | |
|--|--|---|-----|-----------------------------------|--|--|---|------------|--|
| Verfahren: | | (BGLA vom 27.03.1995) | | (aus der Literatur zum Vergleich) | | | | | |
| | RFA | RFA | RFA | Durchschnitt (Alzenau) | Differenz ver-kieselt/normal (Alzenau) | völlig verkieselter Zechstein-Dolomit vom Rothenberg bei Alzenau (nach OKRUSCH, STREIT & WEINELT 1967) | grauer Zechstein-Dolomit vom Feldkähler Bruch (nach OKRUSCH & WEINELT 1965) | maßchem. ? | RFA |
| | "Normal"-Dolomit von Alzenau (Probe 161/3) | leicht verkieselter Dolomit von Alzenau (Probe 161/4) | | | | | | | Schwellen-dolomit aus Altemittlau (Alt 1-18 nach SCHMITT 1991) |
| Hauptbestandteile in Gew.-%: | | | | | | | | | |
| SiO ₂ | 10,81 | 14,61 | | 12,71 | +3,8 | | | 1,29 | 1,68 |
| Al ₂ O ₃ | 2,23 | 0,55 | | 1,39 | -1,7 | | | 0,00 | 0,16 |
| Fe ₂ O ₃ | 2,27 | 2,19 | | 2,23 | -0,1 | | | 1,80 | 0,47 |
| MnO | 1,00 | 0,50 | | 0,75 | -0,5 | | | 2,80 | 0,39 |
| MgO | 16,85 | 17,21 | | 17,03 | +0,4 | | 0 | 18,66 | 20,74 |
| CaO | 25,80 | 25,12 | | 25,46 | -0,7 | | 0,10 | 31,65 | 30,83 |
| Na ₂ O | 0,11 | 0,03 | | 0,07 | -0,1 | | | | <0,02 |
| K ₂ O | 0,62 | 0,17 | | 0,40 | -0,5 | | | | 0,11 |
| TiO ₂ | 0,11 | 0,03 | | 0,07 | -0,1 | | | | 0,02 |
| P ₂ O ₅ | 0,05 | 0,03 | | 0,04 | -0,0 | | | | 0,02 |
| S | Spuren | Spuren | | | | | | | <0,01 |
| H ₂ O | 0,80 | 0,62 | | 0,71 | -0,2 | | | | |
| CO ₂ | 39,76 | 39,21 | | 39,49 | -0,5 | | 0,08 | 0,24 | 45,8 |
| HCl-Lösungs-rückstand | | | | | | | 95,25 | | |
| R ₂ O ₃ | | | | | | | 4,12 | | |
| Glühverlust | 39,85 | 39,05 | | | -0,8 | | | 44,53 | 0,20 |
| Summe: | 100,41 | 100,27 | | 100,34 | | | 99,55 | 100,97 | 100,42 |

Tab. 3 b

| Verfahren: | (BGLA vom 27.03.1995) | | (aus der Literatur zum Vergleich) | | RFA |
|-------------------------------|--|---|--|---|---|
| | RFA | RFA | naßchem. | naßchem. ? | |
| | "Normal"- Dolomit von Alzenau (Probe 161/3) | leicht ver- kieselter Dolomit von Alzenau (Probe 161/4) | Differenz ver- kieselt/ normal (Alze- nau) | völlig verkieselter Zechstein-Dolomit vom Rothenberg bei Alzenau (nach OKRUSCH, STREIT & WEINELT 1967) | Schwellen- dolomit aus Altenrittlau (Alt 1-18 nach SCHMITT 1991) |
| Spurenelemente in ppm: | | | | | |
| V | 27 | 14 | 21 | -13 | 9 |
| Cr | 28 | 5 | 17 | -23 | <10 |
| Co | 60 | 24 | 42 | -36 | <5 |
| Ni | 31 | 89 | 60 | +58 | <10 |
| Cu | | | | | 160 |
| Zn | 122 | 304 | 213 | +182 | 122 |
| Ga | 3 | 0 | 2 | -3 | <5 |
| As | | | | | 234 |
| Rb | 33 | 9 | 21 | -24 | 4 |
| Sr | 87 | 33 | 60 | -54 | 44 |
| Y | 10 | 9 | 10 | -1 | <5 |
| La | 31 | 0 | 16 | -31 | |
| Zr | 26 | 10 | 18 | -16 | <20 |
| Nb | 3 | 0 | 2 | -3 | <5 |
| Nd | 11 | 3 | 7 | -8 | <5 |
| Mo | | | | | |
| Ba | 355 | 113 | 234 | -242 | 122 |
| Ce | 34 | 7 | 21 | -27 | |
| Pb | 20 | 58 | 39 | +38 | 25 |
| Th | 6 | 1 | 4 | -5 | <4 |
| U | 5 | 5 | 5 | +0 | <5 |
| Summe: | 892 | 684 | 788 | -208 | <720 |

Für nicht ausgefüllte Felder liegen keine Werte vor bzw. wurde nicht bestimmt!

Es gibt heute weltweit nur einige Stellen, an denen die Dolomit-Bildung direkt beobachtet werden kann. Dies ist in tropischen Gebieten an der Grenze zwischen Süß- und hypersalinen Meerwasserbereichen (Bahamas und Florida, Arabischer Golf und in Südastralien) der Fall (TUCKER 1985: 147ff und FÜCHTBAUER 1988: 402ff). Dort werden aber im Gegensatz zu unserem Dolomit nur feinstkörnige Dolomite gebildet. Die spätdiagenetische Dolomitbildung ist der direkten Beobachtung entzogen, jedoch wurden solche Fälle beschrieben. Die synsedimentäre Dolomitbildung führt in der Regel zu gut erhaltenen Fossilien (FÜCHTBAUER 1988: 407). Wenn man die schlechte Fossilhaltung als Kriterium heranzieht, spricht dies für eine spätere Zufuhr des Magnesiums.

Es gibt noch einen Hinweis, der für eine Umbildung früherer Carbonate zu Dolomit spricht: Die hohe Porosität des Gesteins. Wenn aus einem Calcit ein Dolomit gebildet wird, so ist mit einer theoretischen Volumenreduktion von 13 % zu rechnen. Dies könnte auch die zahlreichen Drusen und Hohlräume erklären.

Die oft merkwürdig schwankenden Mächtigkeiten und der linsenartige Wechsel der Fazies in dem Alzenauer Vorkommen ist als das Produkt subaquatischer Rutschungen unmittelbar nach der Sedimentation anzusehen.

Es zeigen sich ganz eindeutige Parallelen zu bekannten Vorkommen von sekundären Cu-Mineralisationen (wie in Altenmittlau oder Rottenberg), wobei die Alzenauer auch aufgrund der im Vergleich bescheidenen Aufschlussverhältnisse sich als sehr mineralarm erweist und eindeutig Cu-betont ist. Merkwürdig ist das völlige Fehlen von Pb-Mineralien. Primäre Sulfide konnten auch nicht nachgewiesen werden. Dies hängt wohl mit dem schon von BÜCKING (1892) beobachteten Fehlen des Kupferletten zusammen. Doch muß ein metallreiches Sediment abgelagert worden sein, welches die sekundären Cu-Mineralien erklärt. Die Mobilisation erfolgte wahrscheinlich durch die Ba-Hydrothermen, die den Baryt abschieden.

Die sehr schlechte Erhaltung der fossilen Überreste sprechen, wie oben ausgeführt, für eine Umkristallisation nach der späteren Zufuhr des Mg.

Die Lösungen, die das SiO₂ brachten, drangen noch später, nach der Dolomitierung in das Gestein ein und bildeten den Quarz, verdrängten aber nur einen Teil des Dolomites und vor allem des Barytes, aber nicht den ganzen Baryt, wie dies von anderen, durchaus vergleichbaren Vorkommen bekannt ist; möglicherweise besteht ein Zusammenhang mit den Kluffüllungen aus Opal, die aus den Metamorphiten in Alzenau bekannt wurden (LORENZ 1992). Das Spurenelementinventar wurde dabei nicht eindeutig beeinflusst (Tab. 3). Aufgrund der nur

randlichen Verkieselungen ist eine synsedimentäre Verkieselung durch die Mobilisation von kieseligen Mikro-Fossilien nicht wahrscheinlich. Aufgrund der Verteilung der Vorkommen ist ein Zusammenhang mit dem tertiären Vulkanismus in Verbindung mit der Spessarttrandverwerfung denkbar.

Folgende zeitliche Abfolge der auftretenden Mineralien ist zu beobachten:

Dolomit
 Manganomelan/Goethit
 Malachit
 Baryt (I)
 Chrysokoll
 Chalcedon ----- Quarz
 (wechselnd)
 Quarz ----- Chalcedon
 Goethit
 Azurit
 Illit
 Malachit
 Baryt (II)
 Calcit

Beim Baryt ist zu beobachten, daß überall dort, wo Chalcedon auftritt, der Baryt danach weggelöst wurde, so daß die Minerale heute fast nicht mehr nebeneinander vorkommen. Dies ist ein Hinweis, daß der Baryt wie an anderen Vorkommen des Zechsteins im Spessart gebildet wurde. Die Verkieselung erfolgte deutlich später unter Wegführung des Barytes, so daß die zahlreichen Umhüllungspseudomorphosen entstanden (ehemals anwesender Baryt läßt sich an zahlreichen Vorkommen des Zechstein-Dolomites in Form der typischen Hohlform aus ehemals flachen Tafeln beobachten, meist jedoch ohne daß es auch zu einer Verkieselung kam).

Bei dem hier beschriebenen Dolomit sind Übergänge von visuell "quarzfremem" bis hin zu deutlich verkieselten Partien zu beobachten. Der SiO_2 -Anteil erreicht bis zu 15 % (Tab. 2; die beiden chem. Analysen des Gesamtgesteins wurden freundlicherweise vom Bayerischen Geologischen Landesamt durchgeführt. Schreiben von R. STREIT vom 30.03.1995). Der nachgewiesene Zuwachs an SiO_2 ist erstaunlicherweise nicht sehr groß, obwohl sich die beiden analysierten Stücke deutlich hinsichtlich des sichtbaren Quarzes unterscheiden. Bemerkenswert sind auch die Veränderungen der Spurenelemente, wobei auch hier die Reduktion des Ba am stärksten ausgeprägt ist. Insgesamt ergibt sich für die

Spurenelemente ein Defizit von ca. 200 ppm. Die Veränderung der Schwermetalle beruht möglicherweise auch auf den beobachteten Mineralneubildungen.

Da es sich hier in Alzenau um ein größeres Dolomit-Vorkommen handelt, ist offensichtlich nur ein kleiner Teil des Gesteins verkieselte worden. Dort, wo eine starke Verkieselung erfolgte, ist von dem ursprünglichen Carbonat fast nichts mehr vorhanden ($< 0,1\%$, OKRUSCH, STREIT & WEINELT 1967: 119 und Tab. 3, siehe auch Abb. 3). Dies spricht ebenfalls für eine nicht im Sediment selbst zu suchende Quelle des SiO_2 . Möglicherweise besteht auch ein Zusammenhang zu den Opal-Bildungen im Bereich der metamorphen Serie im Stadtkern von Alzenau (LORENZ 1992).

Für einen sicheren Nachweis reichen die analytischen Möglichkeiten des Autors nicht aus, so daß dies zukünftigen Bearbeitern zur Klärung verbleibt.

9.0. Danksagungen

Dank gilt vor allem den Herren Franz NEUMANN und Werner KEMPF, beide Alzenau, für die Zurverfügungstellung eines Teiles des beschriebenen Materials zum Untersuchen und zum Fotografieren.

Herrn Dr. Rainer HOCK, Mineralogisches Institut der Universität Würzburg, danke ich für die großzügige Unterstützung zur röntgendiffraktometrischen Untersuchung der Mineralien.

Herrn Günther BLASS, Eschweiler, danke ich für die Hilfe bei der Bestimmung von Mineralien mittels XRD und EDX.

Herrn Dr. Martin SCHUSTER, Schöllkrippen, danke ich für die fruchtbare Diskussion bei der Interpretation der XRD- und EDX-Ergebnisse.

Herrn Dr. R. STREIT, GLA München danke ich für die Anfertigung der Gesamtgesteins-Analysen.

Herrn Dr. Beda HOFMANN vom Naturhistorischen Museum in Bern danke ich für die vergleichende Untersuchung des Barytes.

10.0. Dokumentation der Funde

Die aussagefähigsten Stücke des umfangreichen Materials befinden sich in der Sammlung des Finders, Herrn Franz NEUMANN, Alzenau.

Weiteres Material von der Baustelle des Straßenbaues und der Reithalle findet sich in der umfangreichen Spessart-Sammlung des Autors (Fundortnummern 140 und 161).

Die der Arbeit zugrunde liegende Kollektion – ebenfalls aufgesammelt von Herrn F. NEUMANN – wurde nach der Bearbeitung wieder in das Museum der Stadt Alzenau im Schlöbchen von Michelbach gebracht. Die besten Stücke sind dort in einer Fenstervitrine ausgestellt. Das weitere Material (ca. 50 kg) wurde in Kästen archiviert.

11.0. Zitierte Literatur

- Auctores (1936): Die nutzbaren Mineralien, Gesteine und Erden Bayerns. II Band Franken, Oberpfalz und Schwaben nördlich der Donau, 509 S., [Verl. R. Oldenbourg und Piloty & Loehle] München.
- BLUM, R. (1861): Die in der Wetterau vorkommenden Pseudomorphosen.– Jahresbericht der Wetterauischen Gesellschaft für die gesamte Naturkunde über das Gesellschaftsjahr 1858/60, S. 15 - 25, [Waisenhausdruckerei] Hanau.
- BÜCKING, H. (1892): Der nordwestliche Spessart.– Abh. kgl. preuß. geol. Landesanst. N.F. 12: 1 - 274; Berlin.
- FÜCHTBAUER, H. [Hrsg.](1988): Sedimente und Sedimentgesteine. Sediment-Petrologie Teil II, 4. gänzl. neu bearbeit. Aufl., 1141 S., [Schweizerbart] Stuttgart.
- HIRSCHMANN, G. & OKRUSCH, M (1988): Spessart-Kristallin und Ruhlaer Kristallin als Bestandteile der Mitteldeutschen Kristallinzone - ein Vergleich – N. Jb. Geol. Paläont. Abh. 177: 1 - 39, Stuttgart.
- KITTEL, M. B. (1838/40): Skizze der geognostischen Verhältnisse der Umgegend Aschaffenburgs 2Teile, 40 und 23 S., Aschaffenburg.
- KOWALCZYK, G. (1938): Das Rotliegende zwischen Taunus und Spessart.- Geol. Abh. Hessen 84, 99S., [Hess. Landesamt für Bodenforschung] Wiesbaden.
- KUGLER, J. (1988): Der Kalkabbau im Kahlgrund und dessen Nutzung – Unser Kahlgrund Heimatjahrbuch 33: 149 - 155, Alzenau.
- LORENZ, J. (1992): Opal von Alzenau— Aufschluß 43: 188 - 190, Heidelberg.
- NASIR, S., OKRUSCH, M., KREUZER, H., LENZ, H. & HÖHNDORF, A. (1991): Geochronology of the Spessart Crystalline Complex, Mid-German Crystalline Rise – Mineralogy and Petrology 44: 39 - 55.

- OKRUSCH, M., STREIT, R. & WEINELT, W. (1967): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 25000 Blatt Nr. 5920 Alzenau i. Ufr. 336 S., BGLA München.
- OKRUSCH, M., MÖLLER, R., & EL SHAZLY, S. (1985): Die Amphibolite, Kalksilikatgesteine und Hornblendegneise der Alzenauer Gneis-Serie am Nordwest-Spessart – *Geologica Bavarica* **87**: 5 - 37, München.
- PRÜFERT, J. (1969): Der Zechstein im Gebiet des Vorspessarts und der Wetterau – Sonderveröffentlichung des Geolog. Inst. d. Univ. zu Köln, Heft 16:176+X, Bonn.
- RÜCKERT, T. (1994): Zur Geschichte der Kalkbrennerei unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse am bayerischen Untermain.– *Aschaffener Jahrbuch für Geschichte, Landeskunde und Kunst des Untermaingebietes*, **17**: 241 - 278, [Geschichts- und Kunstverein] Aschaffenburg.
- SANDBERGER, F. von (1892): Uebersicht der Mineralien des Regierungsbezirks Unterfranken und Aschaffenburg – *Geognostische Jahreshefte* **4**: 1 - 33, Kassel.
- SCHMITT, R. T. (1991): Buntmetallmineralisation im Zechstein 1 (Werra-Folge) des Nordwestlichen Vorspessarts (Großkahl-Huckelheim-Altenmittlau) — unveröffentlichte Diplomarbeit Mineralogie der Univ. Würzburg, 228 S. [Eine verkürzte Fassung befindet sich im Druck: SCHMITT, R. T. (1995): Zur Petrographie, Geochemie und Buntmetallmineralisation des Zechstein 1 (Werra-Folge) im Gebiet Huckelheim-Großkahl (Nordwestlicher Spessart) – *Mitt. naturwiss. Mus. Aschaffenburg*, **17**: 3ff].
- SCHOTTLER, W. (1922): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen im Maßstab 1 : 25000. Blatt Seligenstadt. [Hess. Staatsverlag] Darmstadt.
- TUCKER, M. E. (1985): Einführung in die Sedimentpetrologie. 265 S., [Enke] Stuttgart.
- STREIT, R. & WEINELT, W. (1971): Erläuterungen zum Blatt Nr. 6020 Aschaffenburg – Geologische Karte von Bayern 1:25000, 398 S., München.
- THEOBALD, G. & Rössler, C., mit Beiträgen von Inspektor LUDWIG und Dr. Fr. SANDBERGER (1851): Uebersicht der wichtigsten geognostischen Vorkommnisse der Wetterau und der angrenzenden Gegenden.– *Jahresbericht der Wetterauischen Gesellschaft für die gesamte Naturkunde über das Gesellschaftsjahr 1850/51*, S. 75 - 202, [Waisenhausdruckerei] Hanau.

Anschrift des Verfassers:

Joachim LORENZ
 Graslitzer Str. 5
 D- 63791 Karlstein a. Main

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Nachrichten des Naturwissenschaftlichen Museums der Stadt Aschaffenburg](#)

Jahr/Year: 1997

Band/Volume: [104_1997](#)

Autor(en)/Author(s): Lorenz Joachim

Artikel/Article: [Der Zechstein-Dolomit von Alzenau im Spessart und seine Mineralien 3-34](#)