Mitt. POLLICHIA	77	147-156	2 Abb.	2 Tab.	1 Taf.	Bad Dürkheim 1990
						ISSN 0341-9665

Wolfgang Hofmeister & Hilmar von Platen

Hydrothermale Mineralisationen in subvulkanischen basischen Lagergängen des Saar-Nahe-Gebietes*

Kurzfassung

Hofmeister, W. & Platen, H. von (1990): Hydrothermale Mineralisationen in subvulkanischen basischen Lagergängen des Saar-Nahe-Gebietes. – Mitt. POLLICHIA, 77: 147-156, Bad Dürkheim

Der permische Vulkanismus des Saar-Nahe-Gebietes begann mit dem Aufdringen basischer Magmen in obere Krustenbereiche der Erde. Durch Kristallisationsdifferentiation entstanden intermediäre und saure Magmen, in denen leichtflüchtige Komponenten (H_2O-CO_2-$B(OH)_3$-HF) angereichert wurden. Nach Effusion oder oberflächennaher Intrusion der Differentiationsmagmen und deren Kristallisation bildeten sich hydrothermale Phasen, die zu intensiven autometasomatischen Veränderungen der Ausgangsgesteine führten. In Lagergängen mit basaltisch-andesitischem Chemismus kam es zu in-situ-Differentiationen unter Bildung granitoid-pegmatoider Bereiche mit diffusen und schlierigen Übergängen zum Muttergestein. Dabei wurden volatile Komponenten unter Bildung einer leichtflüchtigen und mobilen Phase frei, in der an weiteren reaktiven Komponenten CaO und SiO_2 gelöst waren. Nach Abkühlung auf PT-Bedingungen der metamorphen Prehnit-Pumpellyit-Fazies ($P = 0.5$kb, $T \leqq 350°$ C) kam es von Gängen und Klüften aus zu intensiven Lösungs-, Transport- und Kristallisationsprozessen. Es bildeten sich die weltweit bekannten hydrothermalen Minerale dieser Vorkommen:
Prehnit – Pektolith – Datolith – Apophyllit – Julgoldit. Die chemischen Bedingungen dieser und weiterer Mineralisationen werden beschrieben und diskutiert.

Abstract

Hofmeister, W. & Platen, H. von (1990): Hydrothermale Mineralisationen in subvulkanischen basischen Lagergängen des Saar-Nahe-Gebietes
[Hydrothermal mineralizations in subvolcanic basic sills of the Saar-Nahe region]. – Mitt. POLLICHIA, 77: 147-156, Bad Dürkheim

The Permian volcanic activities in the Saar-Nahe region, FRG, started with generation of basic melts containing volatiles of H_2O-CO_2-$B(OH)_3$-HF. Intermediate to silicic magmas were differentiated by partial crystallization with continuing enrichment of those volatiles. After intrusion and crystallization of the partial melts near the surface interaction between volatiles and host rocks produced intense autometasomatic reactions. Sills of basaltic-andesitic chemistry by in-situ-differentiation formed granitic-pegmatitic domains with diffuse transitions to their host rocks. All volatiles were set free together with chemically reactive components like CaO and SiO_2. After cooling down to the PT-range of metamorphic prehnite-pumpellyite-facies ($P = 0.5$kb, $T \leqq 350°$ C) intense leaching, transport and crystallization processes produced the famous hydrothermal minerals: prehnite – pectolite – datolite – apophyllite – julgoldite. The chemical conditions of these and other mineralizations are described and discussed.

* Der Druck der farbigen Abbildungen wurde durch einen Druckkostenzuschuß der Georg von Neumayer-Stiftung (Bad Dürkheim) ermöglicht, für den an dieser Stelle bestens gedankt wird.

Résumé

Hofmeister, W. & Platen, H. von (1990): Hydrothermale Mineralisationen in subvulkanischen basischen Lagergängen des Saar-Nahe-Gebietes
[Minéralisations hydrothermales dans les filons-couches basiques subvolcaniques de la région de la Saar-Nahe]. – Mitt. POLLICHIA, 77: 147-156, Bad Dürkheim

Le volcanisme permien de la région de la Saar-Nahe a commencé avec l'intrusion de magmas basiques dans la partie supérieure de l'écorce terrestre. A travers des cristallisations différentielles, se sont formés des magmas intermédiaires et acides enrichis en composants éphémères (H_2O-CO_2-$B(OH)_3$-HF). Des phases hydrothermales se sont formées après effusion ou intrusion superficielle des magmas différentiels ou de leur cristallisation. Ces phases ont conduit à des changements autométasomatiques intensifs des roches mères. Les différenciations en place se sont constituées dans des filons couches avec un chimisme basaltique-andésitique. Là, se sont formés des domaines granitoidiques et pegmatoidiques avec des transferts diffus et flous en direction de la roche mère. Des composants volatiles furent libérés sous la formation d'une phase éphémère et mobile. Lors de cette phase, ces composants réactifs (CaO et SiO_2) furent dissouts. Des processus de cristallisation, de transport et de dissolution intensifs, provenant de filons et des fissures, se produisirent après refroidissement du faciès métamorphique Prehnite-Pumpellyite selon les conditions PT ($P = 0.5$kb, $T \leqq 350°$ C). Les minéraux hydrothermals mondialement connus se formèrent alors: Prehnite – Pectolite – Datolite – Apophyllite – Julgoldite. On décrit et on mentionne les conditions chimiques de ces minéralisations et des prochaines.

Einleitung

Der permische Vulkanismus im Saar-Nahe-Gebiet ist gekennzeichnet durch das enge zeitliche und räumliche Aufdringen basischer, intermediärer und saurer Magmen. Der Charakter dieses bimodalen Vulkanismus mit Gesteinen von Basalt bis Rhyolith ist kalk-alkalin, er zeigt weitgehende Übereinstimmung mit anderen kalk-alkalinen Provinzen der Erde. In ursächlichem Zusammenhang zu den gesteinsbildenden Vorgängen stehen intensive hydrothermale Aktivitäten, die auch zur Bildung der seit Jahrhunderten bekannten Eisen-, Kupfer-, Silber-, Quecksilber-, Barium und Uran-Lagerstätten im Saar-Nahe-Becken führten. Dies ist eine charakteristische und weltweit nachvollziehbare Beobachtung: Erzanreicherungen vom Typ «porphyry copper» sind arttypisch an kalkalkaline Gesteinsprovinzen gebunden (Burnham, 1979). Wegen der intensiven hydrothermalen Beeinflussung treten bei Imsbach, Fischbach, Bad Kreuznach etc. nur noch die daraus mobilisierten sekundären Mineralisationen auf.

Verbreitet sind außerdem postvulkanische Bildungen, wie die der Füllung von Mandeln und Drusenhohlräumen in Vulkaniten zu Achat, von denen die Vorkommen um Idar-Oberstein, Freisen und Wendelsheim die bekanntesten sind.

Weltweite Beachtung haben schließlich hydrothermale Mineralisationsvorgänge zu Prehnit, Pektolith, Apophyllit, Datolith und Julgoldit etc. gefunden, die hier beschrieben und interpretiert werden.

Magmatogene und hydrothermale Mineralisation in Lagergängen

Einige der basischen Lagergänge mit basaltisch-andesitischem Chemismus, die in der Literatur mit dem Lokalnamen «Palatinit» bezeichnet werden, sind seit Jahrzehnten durch intensive Steinbruchtätigkeit für Untersuchungen zugänglich. Das mittel- bis grobkörnige Gefüge und der Chemismus kennzeichnen diese Gesteine als Dolerite, deren plutonische Äquivalente als Quarz-Monzo-Diorite nach Streckeisen (1974) zu bezeichnen sind. Sie bilden lagergangartige Intrusionskörper in Sedimenten des Unterrotliegend und gruppieren sich im Bereich des Pfälzer Sattelgewölbes. Bedeutende Einzelvorkommen sind das der **Rauschermühle** bei Niederkirchen, das der **Wolfsmühle** bei Waldgrehweiler und **Kreimbach-Kaulbach**. Ähnliche Gesteine sind von weiteren Lokalitäten im Saar-Nahe-Becken bekannt (Jung, 1967).

Der typische Chemismus der Saar-Nahe-Diorite ist in Tab. 1 repräsentativ für die Vorkommen Rauschermühle und Wolfsmühle angegeben. SiO_2-Gehalte über 54 Gew.% und K_2O-Gehalte von 1.4 bis 1.7 Gew.% ergeben einen basaltisch-andesitischen Chemismus mit mittleren K-Gehalten (Peccerillo & Taylor, 1976). Bemerkenswert ist das $FeO:Fe_2O_3$ Verhältnis von ca. 2:1, das offenbar keine sekundären Veränderungen zeigt. Der relativ hohe H_2O^+-Anteil von ca. 1.5 Gew.% wird auf autohydrothermale, sekundäre Bildung von Mineralen mit $(OH)^-$ und Kristallwasser während der Abkühlungsphase zurückgeführt. Für die korrigierten und auf 100 Gew.% normierten Analysen wurde der normative Mineralbestand (CIPW-Norm) berechnet. Mit q(=Quarz)-gehalten um 3 Gew.% sind diese Gesteine den Tholeiiten mit SiO_2-Überschuß (Yoder & Tilley, 1962) zuzuordnen. Die Feldspatgehalte liegen zwischen 65 und 75 Gew.%, an Mafiten treten Klinopyroxene und Orthopyroxene zu etwa gleichen Teilen mit einem Gesamtgehalt um 20 Gew.% auf. Den Rest bilden Magnetit, Ilmenit und Apatit, was ebenfalls mit dem modalen Mineralbestand übereinstimmt.

Tab. 1: Durchschnittsanalysen und normative Mineralbestände von Dioriten der Rauschermühle und der Wolfsmühle

	Vollständige Analysen (Gew.%)		korrigiert auf FeO: Fe_2O_3 = 2: 1 H_2O- und CO_2-frei (Gew.%)	
	Rauschermühle	Wolfsmühle	Rauschermühle	Wolfsmühle
SiO_2	54.00	54.14	55.07	55.35
TiO_2	0.76	0.98	0.78	1.00
Al_2O_3	19.89	17.16	20.29	17.54
Fe_2O_3	1.99	2.09	1.81	2.19
FeO	3.32	4.34	3.63	4.38
MnO	0.10	0,14	0.10	0.14
MgO	3.96	5.78	4.04	5.91
CaO	8.70	8.21	8.87	8.39
Na_2O	3.84	3.20	3.92	3.27
K_2O	1.37	1.69	1.40	1.73
H_2O^-	0.64	0.70		
H_2O^+	1.62	1.39		
CO_2	0.06	0.04		
P_2O_5	0.09	0.10	0.09	0.10
	100.34	99.96	100.00	100.00

CIPW-Norm-Minerale

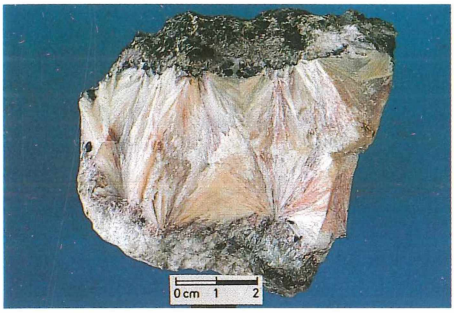
	Rauschermühle	Wolfsmühle
q	2.40	3.76
or	8.26	10.21
ab	33.18	27.70
an	33.62	28.06
wo	4.10	5.40
en	10.06	14.71
fs	4.09	4.86
il	1.47	1.90
mt	2.61	3.17
ap	0.21	0.23
	100.00	100.00
kpx	9.41	12.27
opx	8.48	12.15

Charakteristisch für die dioritischen Lagergänge sind lokale, granitoid-pegmatoide Differentiate mit schlierigen bis diffusen Übergängen zum Muttergestein. Alkalifeldspat mit seiner typischen Rotfärbung dominiert, daneben tritt Quarz als Hauptgemengteil auf, während Plagioklas nur untergeordnet vertreten ist. Typisch sind ferner bis zu 3 cm lange Ilmenit-Tafeln (!), an die häufig etwas Biotit gebunden ist. Diese ebenfalls magmatogene Mineralisation kristallisierte aus einer an H_2O und CO_2 angereicherten Restschmelze, die sich durch in-situ-Kristallisationsdifferentiation aus den Dioriten bei ca. 0.5kb gebildet hat. Mit der Kristallisation von Alkalifeldspat + Quarz + Plagioklas (+ Ilmenit + Biotit) kam es zur Trennung der leichtflüchtigen Phase, die in Klüfte und Gänge des Gesteins drang oder zur Bildung miarolischer Hohlräume innerhalb der granitoiden Einschaltungen führte. Neben volatilen Komponenten enthielt die fluide Phase inkompatible Komponenten und silikatische Anteile. Während der Abkühlungsphase der Intrusionskörper kam es in Klüften und Miarolen zu Lösungs-, Transport- und Kristallisationsprozessen. Unter den Druck- und Temperaturbedingungen der niedrigmetamorphen Prehnit-Pumpellyit-Fazies ($P = 0.5$kb, $T \leqq 350°$ C) kristallisierten in wechselnden Paragenesen die bekannten Minerale aus, die in Tab. 2 mit ihren charakteristischen Merkmalen aufgelistet sind. Diese Mineralisationen erfolgten innerhalb tiefgehender Kluftsysteme der basischen Lagergänge, die oft symmetrisch zu den Außenwänden zoniert gefüllt sind (vergleichbar einer typischen hydrothermalen Gangvererzung mit Salband und lateralem Fazieswechsel). Charakteristisch für die Kluftsysteme ist eine meist zur Abkühlungsrichtung bevorzugte saigere Stellung. Von den Klüften gehen Mobilisationszonen chemischer Komponenten des umgebenden Gesteins aus; Auslaugungszonen sind durch typische Verfärbung und Porosität im Gesteinsverband zu erkennen.

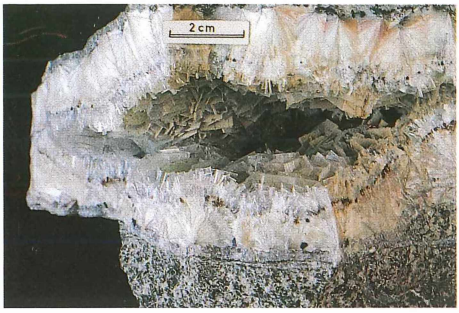
Tab. 2: Die Minerale des Hydrothermalsystems

Mineral	Ausbildung und Paragenese	Auftreten
Prehnit	hellgrüne, radialstrahlige Aggregate, cm-dicke Krusten	typische Kluft-Füllung
Pektolith	nadelig-radialstrahlige Aggregate und tafelige Kristalle, mit Calcit, Julgoldit und Prehnit	typische Kluft- und Gangfüllung
Datolith	idiomorphe, mittelkörnige Ausbildung, typisches Bormineral in wechselnder Paragenese	als Salband auf Klüften und in Miarolen
Apophyllit	idiomorph aufgewachsen auf Datolith, Prehnit und Calcit	in Klüften
Julgoldit	schwarze, garbenförmige Aggregate, auf Pektolith und Calcit	charakteristisches Kluftmineral
Calcit	grobspätige Ausbildung, idiomorph in Hohlräumen	häufigste Gang- und Kluftfüllung
Chlorit	Klinochlor, schwarzgrün, blättrig, schuppig	konzentriert im Kontaktbereich von Gängen, Klüften und Miarolen
Albit	feinkristallin, massig, rekristallisiert als Cleavelandit	Reste der hydrothermalen Mobilisation
Quarz	Chalcedon, Amethyst, Quarz	auf Klüften, in Miarolen idiomorph
seltener		
Andradit	Demantoid, grüngelbe kristalline Krusten	späthydrothermale Bildung
Zoisit	beige-braune kristalline Krusten auf Pektolith	auf Klüften
Natrolith	prismatische Kristalle auf Albit	späthydrothermale Bildung
Analcim	idiomorph, in und mit Calcit	späthydrothermale Bildung
Sulfide	Pyrit, Kupferkies, Bleiglanz, Zinkblende Greenockit	späthydrothermale Bildung

Tafel 1



1. Pektolith – Gangfüllung mit Julgoldit, Wolfsmühle



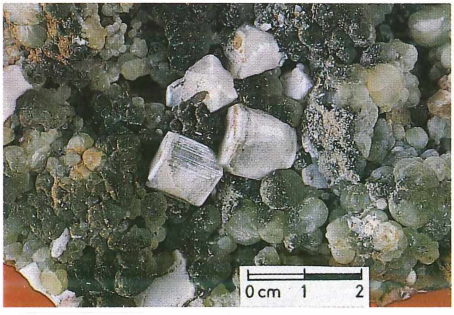
2. Pektolith – Kluft, 2. Generation in tafeligen Kristallen, mit Julgoldit und Prehnit, Wolfsmühle



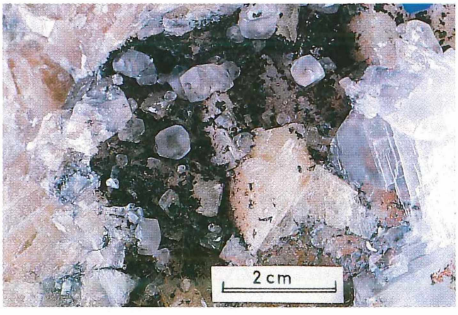
3. Prehnit in Pektolith, Wolfsmühle



4. Prehnit auf Datolith, Rauschermühle



5. Apophyllit mit Chlorit auf Prehnit, Kreimbach-Kaulbach



6. Julgoldit auf Calcit, Kreimbach-Kaulbach

Mineralreaktionen und Paragenesen

Auf die magmatische Mineralparagenese von Plagioklas + Orthopyroxen + Klinopyroxen + Alkalifeldspat + Quarz wirkte von Klüften und Gängen eine fluide Phase mit den Komponenten $H_2O + CO_2 + B(OH)_3 + HF$ ein, in der außerdem wechselnde Anteile an reaktivem CaO und SiO_2 gelöst waren. Die Lösungs-, Transport- und Kristallisationsreaktionen erfolgten im offenen System unter weiterer Zu- und Abfuhr von gelösten Komponenten.

Für die Ableitung und das Verständnis der PT-Bedingungen soll von einem System ausgegangen werden, bei dem nur zugeführtes H_2O berücksichtigt wird. Dies würde einer iso-

chemischen Metamorphose entsprechen, wie sie in niedrigmetamorphen Gebieten mit basischen Ausgangsgesteinen beobachtet wird.

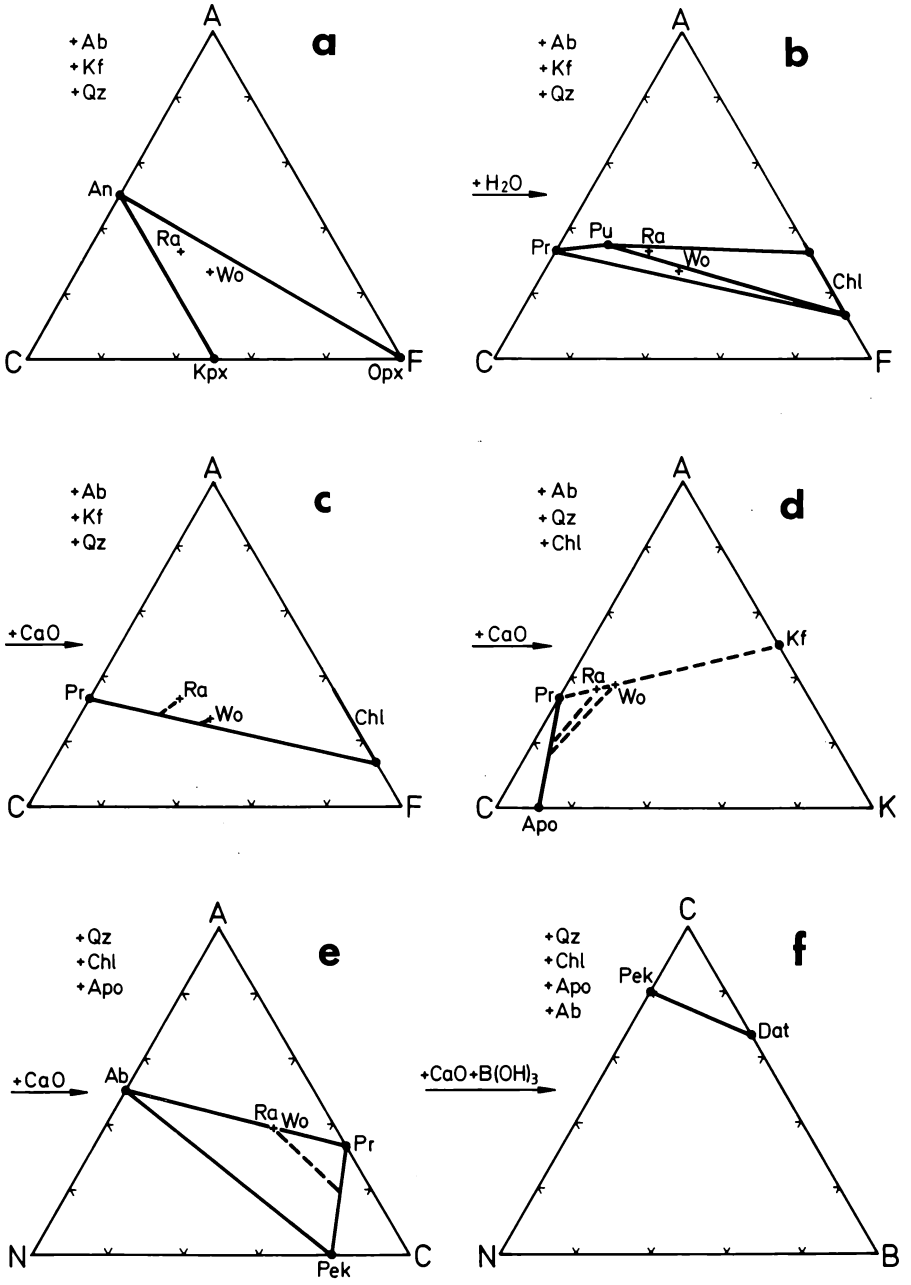


Abb. 1: Reaktionsabfolge und Paragenesen in hydrothermalen Teilsystemen.

In Abb. 1a sind zunächst die darstellenden Punkte für die Durchschnittszusammensetzungen der Vorkommen Wolfsmühle und Rauschermühle zusammen mit der magmatischen Paragenese in das Al_2O_3(A)-CaO(C)-FeO + MgO(F)-SiO_2-Diagramm eingetragen. Für beide Diorite ergibt sich die gleiche Paragenese mit Unterschieden in den Mineralanteilen.

Die zu erwartenden metamorphen Paragenesen für die Prehnit-Pumpellyit-Fazies zeigt Abb. 1b. In Abhängigkeit von der Ausgangszusammensetzung resultieren für die **Wolfsmühle**: Prehnit + Pumpellyit + $Chlorit_{def.}$ + Albit + Quarz + K-Feldspat, für die **Rauschermühle**: Pumpellyit + $Chlorit_{var.}$ + Albit + Quarz + K-Feldspat

Der Chlorit der Wolfsmühle hat eine definierte (Mg, Fe)-reiche, der der Rauschermühle eine variable Zusammensetzung. Anstelle von K-Feldspat, der in der magmatischen Paragenese weitgehend im Plagioklas enthalten ist, kann sich bei der hydrothermalen Umwandlung auch Sericit bilden. Mit den hier aufgeführten Paragenesen muß in Bereichen gerechnet werden, in denen nur H_2O wirksam war. Sie gelten nicht für die hydrothermalen Kluftsysteme im engeren Sinne.

Für die Bildung aller häufigen Gang-, Kluft- und Miarolen-Minerale muß eine CaO-Zufuhr angenommen werden. Dadurch werden die darstellenden Punkte der Ausgangszusammensetzungen in Richtung auf die jeweilige C-Ecke verändert. Im ACF-Diagramm der Abb. 1c geschieht dies auf Kosten von Pumpellyit nach der Reaktion

$$10Ca_4(Mg,Fe)Al_5O(OH)_3[SiO_4]_2[Si_2O_7]_2 + 6CaO_{aq} + 15SiO_{2aq} + 16H_2O \rightarrow 23Ca_2Al[AlSi_3O_{10}](OH)_2 + 2(Mg,Fe)_5Al(OH)_8[AlSi_3O_{10}]_{def.} \quad (1)$$

und führt zu der häufig beobachteten Hydrothermal-Paragenese von **Prehnit + Chlorit**. Der Chlorit hat eine definierte Zusammensetzung, die der (Mg,Fe)-reichsten entspricht. Der zu erwartende Anteil an Prehnit ist bei dem Vorkommen der Rauschermühle größer als bei dem der Wolfsmühle, was mit dem Geländebefund übereinstimmt. Weitere Reaktionen mit Prehnitbildung schließen sich an.

Bei weiterer Zufuhr von reaktivem CaO bildet sich **Apophyllit** auf Kosten von K-Feldspat:

$$2K[AlSi_3O_8] + 10CaO_{aq} + 13SiO_{2aq} + 17H_2O(HF) \rightarrow 2K(OH,F)Ca_4[Si_8O_{20}]\cdot 8H_2O + Ca_2Al[AlSi_3O_{10}](OH)_2. \quad (2)$$

In Abb. 1d sind für das System Al_2O_3(A)-CaO(C)-K_2O(K)-SiO_2-H_2O die Ausgangs- und die resultierende Hydrothermal-Paragenese dargestellt. Apophyllit ist die stabile K-Phase, es bildet sich weiterer Prehnit. Da der Apophyllit nur in Klüften auftritt, läuft diese Reaktion in zwei Schritten ab: Im ersten Teil bildet sich durch CaO-Zufuhr Prehnit, K_2O_{aq} + $3SiO_{2aq}$ auf Kosten von K-Feldspat. Zur Bildung von Apophyllit kommt es erst, wenn K_2O_{aq} in Bereiche diffundiert, wo weiteres CaO_{aq} zur Verfügung steht.

Ein weitergehendes Angebot an reaktivem CaO führt zur Bildung von **Pektolith** auf Kosten von Albit:

$$2Na[AlSi_3O_8] + 6CaO_{aq} + 3SiO_{2aq} + 2H_2O \rightarrow 2Ca_2Na[Si_3O_8](OH) + Ca_2Al[AlSi_3O_{10}](OH)_2. \quad (3)$$

Läuft die Reaktion vollständig ab, ergibt sich die Teil-Paragenese von Pektolith und Prehnit, bei unvollständiger Reaktion bleiben Anteile an Albit übrig, siehe graphische Darstellung für das System Al_2O_3(A)-Na_2O(N)-CaO(C)-SiO_2-H_2O der Abb. 1e. Für das häufig beobachtete räumlich getrennte Auftreten von Pektolith + Prehnit kann diese Reaktion durch zwei Teilreaktionen beschrieben werden:

$$2Na[AlSi_3O_8] + 2CaO_{aq} + H_2O \rightarrow Ca_2Al[AlSi_3O_{10}](OH)_2 + Na_2O_{aq} + 3SiO_{2aq} \quad (3a)$$

$$Na_2O_{aq} + 4CaO_{aq} + 6SiO_{2aq} + H_2O \rightarrow 2Ca_2Na[Si_3O_8](OH). \quad (3b)$$

Bei der formalen Ableitung der Reaktionen fällt auf, daß bei der Reaktion (3a) bereits SiO_2 frei wird, was bei weiterem Angebot an CaO direkt zur Bildung von Pektolith führen sollte, was aber im allgemeinen nicht beobachtet wird. In diesen Fällen reagiert das bei der ersten Teilreaktion mobilisierte Na_2O_{aq} erst nach Diffusion in Klüfte und Gänge mit CaO_{aq} und SiO_{2aq} zu Pektolith.

Gelöste Bor-Gehalte führen unter den chemischen Bedingungen des Hydrothermalsystems (Abb. 1f) zur Bildung von – für diese Vorkommen so typischem – **Datolith:**

$$B(OH)_{3aq} + CaO_{aq} + SiO_{2aq} \rightarrow CaB[SiO_4](OH) + H_2O. \quad (4)$$

An dieser Reaktion sind nur gelöste Komponenten beteiligt, die Ursache für die Datolith-Bildung dürfte daher in der Änderung der Azidität mit Abnahme der H-Ionenaktivität (bei Alkali-Mobilisation) liegen.

Bei Änderungen des Redox-Potentials wird gelöstes FeO zu Fe_2O_3 oxidiert. Dieses reagiert zu **Julgoldit**, wobei für die folgende Reaktionsgleichung von Chlorit ausgegangen wird:

$$4(Mg,Fe)_5Al(OH)_8[AlSi_3O_{10}] + 8CaO_{aq} + 4\,SiO_{2aq} + 2.5O_2 + 5e^- \rightarrow 2Ca_4Fe^{2+}Fe^{3+}{}_5O(OH)_3[Si_2O_7]_2[SiO_4]_2 + 2Mg_4Al_2(OH)_8[Al_2Si_2O_{10}] + 5H_2O. \quad (5)$$

Wegen der geringen Absolutgehalte von Julgoldit kann die Reaktionsgleichung (5) nur die Tendenz in der Änderung der Chlorit-Zusammensetzung aufzeigen. Dem Julgoldit kommt für die Abschätzung des PT-Bereichs der Prehnit-Pumpellyit-Fazies eine entscheidende Bedeutung zu, denn Pumpellyit selbst wurde bisher nicht gefunden, sondern nur der isotype Julgoldit.

Neben allen bisher beschriebenen Mineralen tritt **Calcit** auf. Für seine Bildung wird angenommen, daß das CaO und auch das CO_2 in gelöster Form zugeführt wurden:

$$CaO_{aq} + H_2CO_{3aq} \rightarrow CaCO_3 + H_2O. \quad (6)$$

Hierbei bleibt unberücksichtigt, daß die Kohlensäure des Hydrothermalsystems dissoziiert ist und damit die Azidität des fluiden Systems mitbestimmt. Für die Ausscheidung von Calcit sind daher Änderungen in der H-Ionenaktivität in Zusammenhang mit Silikat-Reaktionen verantwortlich.

Zusammenfassend ergibt sich, daß an allen Mineralreaktionen gelöste CaO_{aq}- und SiO_{2aq}-Gehalte, z. T. mit Änderung der H-Ionenaktivität, beteiligt sind. In Reaktionen mit gelösten $B(OH)_3$- und H_2CO_3-Gehalten und mobilisierten K_2O-, Na_2O- und Fe_2O_3-Anteilen kommt es zu den typischen Gang-, Kluft- und Miarolen-Mineralisationen innerhalb der Dolerit-Vorkommen. In der Darstellung der möglichen Mineralparagenesen in einem Multi-Komponentensystem mit Al_2O_3, (Mg,Fe)O, K_2O, Na_2O, B_2O_3, Fe_2O_3 bei SiO_2- und H_2O-Überschuß kommt dem CaO die in Abb. 2 skizzierte zentrale Bedeutung zu.

Die Bildung von Andradit, Zoisit, Analcim und Natrolith

Andradit tritt selten auf und kann als Skarnmineral, das sich metasomatisch beim Auftreffen von Fe^{3+}-Lösung auf Karbonat bildet, verstanden werden:

$$Fe_2O_{3aq} + 3CaCO_3 + 3SiO_{2aq} \rightarrow Ca_3Fe_2[SiO_4]_3 + 3CO_2.$$

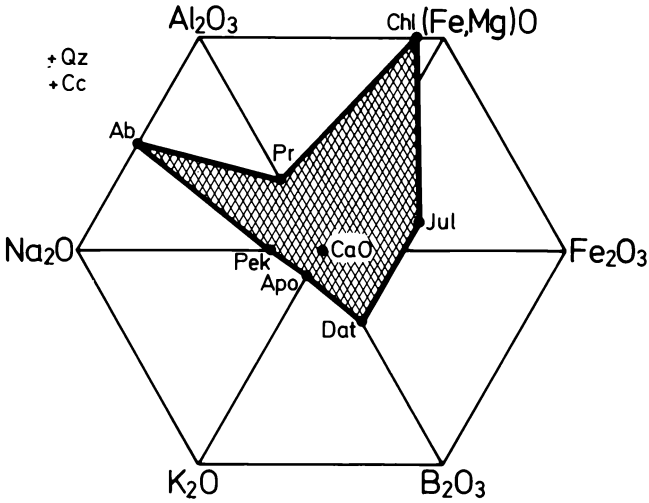


Abb. 2: Paragenesen in der Multi-Komponenten-Darstellung des Hydrothermalsystems.

Bei gleichzeitiger Anwesenheit von Fe^{2+} würde sich Julgoldit bilden, was die Ähnlichkeit dieser hydrothermalen Mineralisationen mit der Skarnbildung verdeutlicht. Dennoch können die hydrothermalen Mineralbildungen nicht als Skarnreaktionen verstanden werden, weil keine Verdrängungsreaktionen mit Calcit erkennbar sind.

Zoisit ist unter den Bedingungen der Prehnit-Pumpellyit-Fazies und allgemein neben Prehnit und/oder Pumpellyit nicht stabil. Mit seiner Bildung kann nur unter höheren PT-Bedingungen – im Bereich der Grünschiefer-Fazies – gerechnet werden. Er bildet sich auf Kosten von Anorthit-Komponente in der Paragenese mit Albit, Chlorit und Aktinolith. Bisher wurde er nur als beige-brauner, krustiger Belag auf Pektolith beobachtet, so daß auch für den Zoisit Reaktionen im teilweise offenen System gelten.

Analcim und **Natrolith** sind wie Albit Minerale des Systems Na_2O-Al_2O_3-SiO_2-H_2O, die sich unter niedrigthermalen Bedingungen bilden. Beide Minerale kristallisieren auf Kosten von Albit:

$$Na[AlSi_3O_8] + H_2O \rightarrow Na[AlSi_2O_6]\cdot H_2O + SiO_{2aq}$$

$$2Na[AlSi_3O_8] + 2H_2O \rightarrow Na_2[Al_2Si_3O_{10}]\cdot 2H_2O + 3SiO_{2aq}.$$

Aus den chemischen Formeln ergibt sich, daß sich Analcim und Natrolith nur im Zusammenhang mit einer Desilifizierung gebildet haben, denn Albit ist bis in den sedimentären Bereich stabil.

Danksagung

An dieser Stelle sei allen betroffenen Steinbruchbetrieben des Saar-Nahe-Gebietes herzlich für die Ermöglichung und Duldung unserer Exkursionen, Probenahmen und Untersuchungen vor Ort gedankt. Frau E. Granados danken wir für die Ausarbeitung der Diagramme, Herrn M. Schmicking für die Anfertigung der Mineralfotografien.

Literaturverzeichnis

Burnham, C. W. (1979): Magmas and hydrothermal fluids. – In: Barnes, H. L. (Ed.): Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits: 71–136, Wiley.

Jung, D. (1967): Die Mineralassoziationen der Palatinite und ihrer Aplite. – Ann. Univ. Saraviensis,**5**: 1-130.

Peccerillo, A. & Taylor, S. R. (1976): Geochemistry of eocene calc-alcaline volcanic rocks from the Kastamonu area, northern Turkey. – Contrib. Mineral. Petrol., **58**: 63–81.

Streckeisen, A. (1974): Classification and nomenclature of igneous rocks. – Geol. Rundschau, **63**: 773-786.

Yoder, H. S. &Tilley, C. F. (1962): Origin of basaltic magmas: An experimental study of natural and synthetic rock systems. – J. Petrol., **3**: 342-532.

(Bei der Schriftleitung eingegangen am 8. 12. 1989)

Anschrift der Autoren:
Dr. Wolfgang Hofmeister, Prof. Dr. Hilmar von Platen,
Institut für Geowissenschaften, Johannes Gutenberg-Universität,
Saarstraße 21, D-6500 Mainz

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen der POLLICHIA

Jahr/Year: 1990

Band/Volume: 77

Autor(en)/Author(s): Hofmeister Wolfgang, von Platen Hilmar

Artikel/Article: Hydrothermale Mineralisationen in subvulkanischen basischen Lagergängen des Saar-Nahe-Gebietes 147-156