

Magmatische Gesteine im Saarland. Eine Einführung zum Verständnis der Nomenklatur.

Gerhard MÜLLER

Vorbemerkungen.

— Der aktuelle Stand einer Wissenschaft beruht immer auf einer langen Entwicklung verknüpft mit vielen Namen von Forschern, die dazu beigetragen haben. Richtig verstehen kann man einen solchen aktuellen Stand nur zusammen mit der Kenntnis der Entwicklung. Das gilt auch für die Betrachtung der regionalen Magmatite für die es keine durchgängige aktuelle Bearbeitung der einzelnen Vorkommen gibt. Man benötigt daher auch die Kenntnis früherer Vorstellungen und Begriffe, um das veröffentlichte Wissen zu verstehen.

— Der Verfasser hat sich wohl mit Magmatiten beschäftigt, jedoch nicht als Petrograph. Das begrenzt die Darstellungsfähigkeit hinsichtlich des vollständigen Überblicks wie auch in Detailfragen.

Einführung.

Ein Magmatit (magmatisches Gestein) ist ein Gestein, das aus einer natürlichen Gesteinschmelze in einem Temperaturbereich zwischen meist 600 - 1200°C hervorgegangen ist.

Das ist zunächst eine sehr einfache Definition, hinter der aber außerordentlich unterschiedliche chemische Zusammensetzungen und Entwicklungen stecken. Eine solche Schmelze hat einen Entstehungsort. Aus den dort befindlichen Gesteinen leitet sich die chemische Zusammensetzung ab.

Die Schmelze nimmt einen Weg durch gegebenenfalls den Erdmantel, immer aber durch die Erdkruste. Ein solcher Aufstieg kann gleichmäßig erfolgen oder aber mit Zwischenstadien. Dieser Aufstieg bietet die Möglichkeit mit Nebengesteinen zu reagieren oder bei sinkender Temperatur und ausreichender Zeit erste gut ausgebildete Kristalle auszuscheiden. Unter Umständen können auch bereits gebildete Minerale beim weiteren Aufstieg wieder zerstört oder umgewandelt werden.

Vom Ort der Bildung an wie auch auf dem Weg besteht die Möglichkeit, dass die Schmelze Stücke von Nebengestein aufnimmt, die von der Schmelze nicht oder nur unvollkommen aufgelöst oder umgewandelt werden und sich entsprechend im festen Magmatit als Fremdlinge (Xenolithe) finden.

Die Schmelze kann auf ihrem Weg in den Nebengesteinen stecken bleiben. Je nachdem, wie groß die örtlich verbleibenden Massen mit Ihrem Wärmeinhalt sind, bilden sich unterschiedlich gut kristallisierte Gesteine aus.

Schafft die Schmelze den Weg bis zur Oberfläche, so kann sie entweder als flüssige Lava austreten oder bei Explosionen wie starken Gasaustritten ausgeschleudert werden und mannigfaltige Formen erzeugen.

Wenn man alle Möglichkeiten mit ihrer jeweiligen Bandbreite in Betracht zieht, dann muss man einsehen, dass jedes örtliche Magmatit-Vorkommen letztlich etwas Eigenständiges darstellt. Das Problem für den Wissenschaftler ist es, aus dieser Eigenständigkeit die einzelnen Faktoren herauszuschälen, um größere Gemeinsamkeiten zu erkennen.

Das Problem der Nomenklaturen.

Die Wissenschaft ist häufig in viele Teildisziplinen zersplittert. Das macht Sinn, weil Teilbereiche dann intensiv bearbeitet werden können. Es bringt aber auch Schwierigkeiten, weil man dabei oft nicht das gesamte Objekt sondern nur Teile davon betrachtet. Geschichtlich betrachtet ist es so, dass man am Beginn einer Beschäftigung in keinem Fall in der Lage ist, schon alle wesentlichen Punkte in den Blick zu bekommen.

Am Beginn der intensiven Beschäftigung mit den Magmatiten im 19. Jahrhundert steht die reine Beschreibung (**Petrographie**) der Magmatite. Es gibt zwei Möglichkeiten des Zugangs zu den Gesteinen,

- das Auge, ergänzt durch Lupe oder Mikroskop, entweder im Auflicht am Handstück oder bereits am Dünnschliff unter dem Mikroskop,
- die chemische Analyse. Diese ist in dieser Zeit allerdings noch eine sehr aufwendige Arbeitsmethode, die nur mehr oder weniger exemplarisch angewendet werden kann.

Die erste optische Betrachtung führt zu Begriffen, die darüber Aussagen machen, ob ein Magmatit ganz feinkörnig ist oder im Extremfall nur aus großen Kristallen besteht. Beschrieben wird so also das Verhältnis zwischen den unterschiedlichen Größen der Komponenten. Dahin gehören etwa Begriffe wie Porphyry oder Aphanit. Beim Porphyry findet man gut erkennbare einzelne Kristalle in einer deutlich feinkörnigeren Umgebung. Beim Aphanit hat man ein gleichmäßig feinkörniges Gefüge, an dem keine Einzelheiten zu erkennen sind.

Die mikroskopische Untersuchung hilft dazu, gesteinsbildende Minerale zu erkennen und zu definieren. Auch diese Mineralnamen gehen in die Namensbildung von Magmatiten ein.

Der äußerliche Charakter von Magmatiten, die in großer Tiefe erstarrt sind, unterscheidet sich deutlich von solchen, die als Ganggesteine in Sedimenten stecken geblieben sind, wie auch von denen, die an der Oberfläche ausgeflossen sind. Das bedeutet, dass entsprechende Bearbeiter an die jeweiligen Gesteine angepasste Nomenklaturen entwickelt haben, gegebenenfalls je nach Gebiet recht unterschiedlich.

Um das Unglück voll zu machen wirkt sich auf einen Magmatit auch das geologische Geschehen nach seiner Entstehung deutlich aus und verändert die Gesteine. Das hat wiederum dazu geführt, dass es bei gleicher Zusammensetzung eines Magmatits drei verschiedene Bezeichnungen geben kann, je nach dem das Gestein in das Erdaltertum (Paläozoikum), Erdmittelalter (Mesozoikum) oder Erdneuzeit (Känozoikum) gehört.

Namensgebend wirken sich also aus:

- Das Kornverhältnis der Komponenten zu einander (Struktur).
- Die Anordnung der Komponenten im größeren Zusammenhang (Textur).
- Ort der Erstarrung.
- Alter des Magmatits.
- Spezielle regionale Erscheinungen.
- Fehlender Vergleich über regionale Grenzen hinaus.

Am Ende dieser Entwicklung findet sich ein ungeheurer Wust an Begriffen, die nie so definiert sein konnten, dass man einen durch einen anderen direkt ersetzen konnte.

Bei TRÖGER (1935) finden sich 1022 Namen für Magmatite und ein Nachtrag von 1938 bringt 142 weitere.

Wohl muss man regional nicht mit so vielen Begriffen rechnen, aber es verbleiben verwirrend viele.

[Die Untersuchung von Magmatiten beginnt in der Region Saar/Nahe/Pfalz schon zu Beginn des 19. Jahrhunderts ausgehend von der Entwicklung in Frankreich, führt über lokale Bearbeiter wie STEININGER, WARMHOLZ, SCHMITT zu spezialisierten Bearbeitern, die bereits als Petrographen anzusehen sind. Intensiv bearbeitet werden die Magmatite im Zuge der Kartierung der Preußischen Geologischen Landesanstalt. Im 20. Jahrhundert sind zu nennen SCHUSTER, KOCH, TRÖGER, JUNG, MIHM und viele andere mit Einzelarbeiten.

Aus diesem Grunde gibt es, soweit zu einem lokalen Vorkommen etwas zu finden ist, häufig Namen, die nicht der aktuellsten Nomenklatur entsprechen.]

Damit war die Petrographie, also die reine Beschreibung der Gesteine, in einer Sackgasse gelandet. Die gedankliche Entwicklung der Wissenschaftler verlagerte sich deshalb mehr auf ein Merkmal, das weitgehend unabhängig von allen zufälligen Erscheinungsformen war, die chemische Zusammensetzung der Magmatite.

Zwar lieferten frühe Analysen von Magmatiten zunächst auch nichts anderes als eine Beschreibung der Elementzusammensetzung. In primitivster Ausdeutung rühren daher die Begriffe sauer und basisch. Diese Begriffe sind missverständlich. Sie sind nicht zu deuten im Sinne der wässrigen Chemie sondern im Sinne der Chemie der Schmelzen in der Technik. Bestimmte Oxide führen in der Schmelze zur Bildung von Säureresten (Anionen), andere dagegen zu Kationen, beide also im richtigen Verhältnis zu Salzen (analog der wässrigen Chemie).

Das wichtigste Oxid im Bereich der Magmatite ist das SiO_2 . Es führt zu den entsprechenden Anionen der Silikate. Steht sehr viel SiO_2 in der Schmelze wenig an "Basen" gegenüber, sodass SiO_2 in Form von Quarz übrig bleibt, so spricht man von einem sauren Magmatit, bei einem hohen Gehalt an "Basen" (Alkali- und Erdalkalioxide) von einem basischen Magmatit.

[Säure alter Begriff: in Kieselsäure oder Titansäure
Gegenbegriff Erde: Tonerde]

Die Entwicklung führte aber weit darüber hinaus. Man musste zunächst einmal versuchen, aus der chemischen Analyse heraus zu berechnen, aus welchen Mineralen bei gegebener chemischer Zusammensetzung ein Magmatit unter "idealen" Bedingungen bestehen würde. Die reine Beschreibung lieferte das, was man als Modalbestand bezeichnet, die Verrechnung einer chemischen Analyse liefert den Normbestand.

Eine solche Vorgehensweise hat durchaus Vorteile. Chemische Analysen direkt mit einander zu vergleichen ist sehr unanschaulich und hat vor allem keinerlei Bezug zu all dem, was die Petrographie nun einmal an Wissen bereits angehäuft hat. Man kann nun Magmatite weltweit besser miteinander vergleichen. Allerdings muss man auch immer wieder

feststellen, dass Modus und Norm weit auseinander gehen können, und sich Gedanken machen woran das liegt.

[Versuche über Verhältniszahlen der Elemente in den verfügbaren Analysen zu Vergleichswerten zu kommen, beginnen schon vor 1900. Bis zum 1. Weltkrieg sind letztlich die meisten wesentlichen Ansätze schon geschaffen. Unter vielen Autoren sind besonders bekannt geworden OSANN, von WOLFF, NIGGLI, JOHANNSEN, RITTMANN, CROSS/IDDINGS/PIRSON/WASHINGTON, STRECKEISEN.]

Mit der Verrechnung von Analysen kommen aber auch Versuche, die Magmatite nicht nur zu beschreiben, sondern Verwandtschaften zu erkennen und Zuordnungen zu großen geologischen Einheiten und Strukturen zu erfassen. Damit wandelt sich die Petrographie zunehmend zur Petrologie. Es interessiert nicht mehr unbedingt ein lokales Einzel-Vorkommen. Es interessieren Zusammenhänge, und es verlagert sich die Betrachtung zunehmend in die Tiefe, wo die Magmen entstehen.

Daran trägt Schuld die Entwicklung moderner Analysen-Methoden, die es gestatten, neben den klassischen Haupt-Elementen der Analyse nun auch Spuren-Elemente zu erfassen, die früher überhaupt keine Rolle spielen konnten. Diese aber lassen ganz andere Aussagen zu, vor allem auch über Vorgänge in der Tiefe und vor allem auch im Zusammenhang mit dem mittlerweile nicht mehr ganz neuen Modell der Plattentektonik.

Die letzte Entwicklung stellt wohl die experimentelle Petrologie dar. Sie entsteht aus der Untersuchung der Schmelzen, die sich bei technischen Prozessen bilden, etwa bei der Verhüttung von Erzen. Die Gesetzmäßigkeiten lassen sich auch auf natürliche Gesteine anwenden. Heute ist diese experimentelle Petrologie mit der Beherrschung sehr hoher Drücke und Temperaturen soweit, im Labor Vorgänge in der tiefen Kruste oder im Mantel nachvollziehen zu können.

Alles in allem: Was man heute irgendwo aus der Literatur über einen Magmatit entnehmen kann ist immer zeitgebunden, damit auch die benutzten Gesteinsnamen. Alle Nomenklaturen sind nicht miteinander abgleichbar und basieren auf unterschiedlichen Grundlagen. Wer eine alte Bezeichnung nimmt und überträgt diese in eine neue Nomenklatur, versteht nicht, was er tut und macht einen Fehler. Die einzig richtige Vorgehensweise läge in einer neuen wissenschaftlichen Untersuchung.

Nun, die Gesamtlage ist trist. Das Saarland kennt keine Geowissenschaften mehr. Petrologen arbeiten heute nur noch ganz selten regional oder lokal orientiert. Wer darauf warten will, dass er für ein lokales Vorkommen eine nach heutiger Nomenklatur korrekten Namen bekommt, ist wohl chancenlos.

Dennoch gibt es eine ganz einfache Vorgehensweise um korrekt zu handeln. Man zitiert den Gesteinsnamen zusammen mit der Quelle, aus der er bezogen ist. Dann ist für jeden ersichtlich, aus welchem zeitlichen Kontext dieser stammt und welche Aussagen daraus entnommen werden können. Alles darüber hinaus ist nicht statthaft.

Zum Abschluss als Beispiel. Der häufig zitierte Gesteinsname Tholeyit ist zunächst einmal ein sehr alter Lokalname. Zu Beginn der Befassung mit Magmatiten geschah solches häufig. Tholeyit hieß dann einfach, das Gestein vom Schaumberg bei Tholey. Fand man ein ähnliches, so nannte man das auch Tholeyit.

Mit der weiteren Bearbeitung kam zum Begriff Tholeyit als wesentlich hinzu, dass es sich um ein Ganggestein handelt, das weitgehend gut kristallin ist, aber doch noch um ein Drittel feinkörnige Grundmasse besitzt. Bei gleicher chemischer Zusammensetzung wurde für ein solches Gestein, wenn praktisch keine feinkörnige Grundmasse vorlag, der Name Palatinit benutzt. Im frühen 20. Jahrhundert waren viele Intrusionen in der Pfalz Tholeyite, die in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts dann zu Palatiniten wurden.

Es gibt hier weder ein "falsch" noch ein "richtig", die Definitionen sind zeitgebunden.

Der Ortsname Tholey hat auch in den englischen Sprachraum einen Weg gefunden. Es gibt da "Tholeiite" oder besser ein "tholeiitic magma". Das hat nun nichts mehr mit einem konkreten Gestein zu tun. Es ist die Bezeichnung für einen hypothetischen Magmenstamm, zu dem der Tholeyit, das Gestein vom Schaumberg, selbst nicht passt.

Bimodaler kalkalkaliner Magmatismus.

Die Überschrift beinhaltet zwei Begriffe, die unsere Magmatite grob charakterisieren. Zunächst einmal mit dem Begriff kalkalkalin. Dahinter steckt eine sehr alte Beobachtung, dass man beim Vergleich chemischer Analysen zwei große Gruppen von Magmatiten unterscheiden kann, die eine geologische Realität besitzen (kalkalkalin und alkalin). Die Beobachtung war, dass in einem größeren Gebiet nur Vertreter jeweils einer Gruppe auftreten, oder, wenn doch beide Gruppen nachzuweisen sind, diese zu unterschiedlichen geologischen Zeiten entstanden sind. Dieser Tatbestand wurde im Laufe der Zeit mit einer ganzen Reihe von Begriffspaaren belegt.

Diese Begriffe sind historisch, man darf sie nicht direkt auf die Gehalte an Na, K und Ca beziehen. Es geht vielmehr darum, ob die Gehalte an SiO_2 , Al_2O_3 zusammen mit Na, K und Ca Gesteine bilden, in denen die Feldspäte die wesentliche Rolle spielen und zusätzlich Quarz, oder ob diese Gehalte für die Bildung der Feldspäte nicht ausreichen und sogenannte Feldspatvertreter (Foide) gebildet werden.

Die magmatischen Gesteine werden heute in einem Doppeldreieck abgebildet mit den Komponenten Quarz, Alkalifeldspat, Plagioklas, Foide an den vier Ecken (QAPF-Dreiecke). In diesem Doppeldreieck liegen die kalkalkalinen Gesteine im oberen Dreieck QAP, sind also durch die Feldspäte und Quarz charakterisiert.

Diese Darstellungsform ist alt und schon bei TRÖGER zu finden. Die Feldereinteilung und vor allem die Namengebung hat mehrfachem Wechsel unterlegen. Wer die Realität magmatischer Gesteine kennt, die in einem größeren Vorkommen unterschiedliche Zusammensetzungen aufweisen können, muss sich darüber im Klaren sein, dass mit einem solchen Namen nicht unbedingt eine geologische Realität beschrieben ist.

Das Wort bimodal weist darauf hin, dass man in der Region Gesteine vorfindet, die man nicht von einer gemeinsamen Quelle durch mögliche Veränderungen der ursprünglichen

Magmen im Laufe der Kristallisation oder bei Reaktion mit der Umgebung ableiten kann. Das heißt also, die jeweiligen Gesteine besitzen unabhängige Vorgänger, aus denen sie durch Aufschmelzen entstanden sind. Innerhalb dieser Gruppen jeweils kann ein ursprünglich einheitliches Magma sich durch die genannten Möglichkeiten verändern, so dass im Endeffekt verschiedene, aber doch verwandte, Magmatite entstehen.

Diese beiden Gruppen sind einerseits sauer (Rhyolith), andererseits basisch (Andesit). Die Gesteinsnamen in den Klammern stehen für die wesentlichsten Vertreter und auch für die ursprünglichsten Zusammensetzungen der Schmelzen.

Dass es solch grundsätzlich unterschiedliche Schmelzen gibt, liegt daran, dass es beim großtektonischen Geschehen in der Tiefe zwei Quellen gibt. Einmal sind dies die kontinentalen Gesteine der Kruste mit hohen SiO_2 -Gehalten, die zu sauren Magmen (Rhyolith) führen, zum andern die ozeanische Kruste, die aus dem Mantel abgeleitet wird, aus der sich basische Magmen bilden.

Ein einfaches Modell für solch bimodale Schmelzen bietet die Subduktion ozeanischer unter kontinentale Kruste.

Modus und Norm.

Um den Modalbestand eines Magmatits zu bestimmen benötigt man wenigstens einen Dünnschliff. Dieser wird in einem Punktraster unter dem Mikroskop durchgeschoben und für jeden Punkt vermerkt, um welches Mineral es sich handelt, gegebenenfalls, wenn dieses Mineral in deutlich unterschiedlichen Größenbereichen (Einsprenglinge, Grundmasse) auftritt, entsprechend getrennt gezählt. Am Ende stehen Prozentzahlen für den volumemäßigen Anteil der beteiligten Minerale.

Es handelt sich also um eine langwierige Arbeit, die unbedingt auch reichlich Erfahrung erfordert, um ein sauberes Ergebnis zu bekommen. Die Anzahl der gemessenen Punkte liegt je nach dem Gestein zwischen 1.000 und 2.000, die Arbeitszeit beträgt dabei mindestens drei Stunden (freundliche Angaben A. MIHM).

Der Normbestand erfordert lediglich eine chemische Analyse, die man dann mit einem EDV-Programm bequem zu Normwerten verrechnen kann. Die Norm verrechnet die Analyse wasserfrei, sie geht also von einem Magma aus, das keinen Wassergehalt besitzt. Aus der Analyse werden bestimmte Minerale berechnet, die nicht einem realen Mineralbestand entsprechen müssen. Es geht letztlich nur um eine völlige Vergleichbarkeit nach standardisierten Regeln.

Es handelt sich also um ein schnelles Verfahren, das vordergründig auch nicht unbedingt Erfahrung verlangt. Betrachtet wird praktisch nur eine Schmelze der gegebenen Zusammensetzung, die zu mehr oder weniger willkürlichen Mineralen nach vorgegebenen Regeln erstarren soll. Das Ergebnis kann einer Realität entsprechen, muss dies aber nicht.

Um die beiden Möglichkeiten zu vergleichen, muss man die Frage stellen, was man jeweils eigentlich vom realen Gestein erfasst:

— Der Modus erfasst den wirklich vorliegenden Mineralbestand. Er erfasst damit zugleich auch die Geschichte des Magmatits. Einsprenglinge weisen auf eine Kristallisation in größerer Tiefe und bei längerer Zeitdauer hin. Minerale mit OH-Gruppen (in der Analyse als

Wasser erscheinend) zeigen, dass entweder das Magma Wasser-Gehalte aufwies (Amphibole und Glimmer) oder dass spätere Umwandlungen unter Einfluss von Wasser stattgefunden haben (Kaolinit). Aus dem Modus lässt sich also mit Erfahrung viel über den Werdegang des Magmatits ableiten.

— Die Norm lässt solche Aussagen fast nicht zu. Man kann allenfalls dann, wenn bei unseren hiesigen Magmatiten Korund als Norm-Mineral auftritt (ICPW-Norm), darauf schließen, dass das Gestein nicht mehr frisch war.

Wenn man sich nicht für die wirkliche Entwicklung unserer Magmatite und deren heutigen Zustand interessiert, dann braucht man keinen Modus und kann mit der Norm bei der Betrachtung von Zusammenhängen arbeiten.

Für die regionale Arbeit kann die Norm wenig helfen. Hier geht es ja um den Zusammenhang der Magmatite mit der gesamten ganz speziellen Geologie des Raumes. Es interessiert da etwa, dass in einem mächtigen Lagergang im Innern wesentlich mehr an größeren Kristallen ausgeschieden ist als am Rand. Das sagt etwas darüber aus, in welchem Zustand das Magma beim Eindringen in die Sedimente sich befand und über Wärmeinhalte, Wärmetransport und Abkühlungszeit.

Der Modus kann unter Umständen zu einer anderen Zuordnung des Magmatits führen als die Norm. Es ist dabei nicht unbedingt wichtig, dass als Name dann Latit erscheint und nicht Trachyt. Die Diskrepanz weist jedoch auf ein Geschehen hin, das dahinter stecken muss, was von der Norm her überhaupt nicht erkennbar wäre.

Es ist noch darauf hinzuweisen, dass es auch heute nicht nur eine einzige Norm gibt. Ohne im Detail darauf einzugehen, muss betont werden, dass man Namen, die in verschiedenen Normen vom Wort her gleich sind, tatsächlich nicht als inhaltsgleich benutzen kann. Man muss immer das zur jeweiligen Norm gehörende Diagramm benutzen und kann nicht in ein Diagramm einer anderen Norm gehen. Mit einer TAS-Definition kann man nicht in ein QAPF-Diagramm gehen.

Diese Betrachtungen aus dem Jahr 2012 blieben 5 Jahre liegen, weil sie durchaus Ergänzungen gebrauchen könnten, für die die Zeit fehlte und fehlt. Sie erscheinen nun unverändert.