

Der Diabas

Entstehungsgeschichte Geologische Zusammenhänge

von Prof. Dr. Paul Ney
Mineralogisch-Petographisches Institut der Universität zu Köln

Der Werdegang der Diabase als Gesteinskörper

Diabase sind vulkanische Gesteine, die sich vor mehr als 200 Millionen Jahren in Senkungsgebieten der Erdkruste (Geosynklinen) gebildet haben. Sie erhielten die heute vorliegenden, für ihre technische Nutzung wichtigen Eigenschaften nicht sofort und in einem Akt sondern als Ergebnis von mehreren, nacheinander ablaufenden erdgeschichtlichen und physikalisch-chemischen Ereignissen.

1. Entstehung des Bildungsraumes der Diabase

Ein breiter, nicht sehr tiefer Meerestrog wird durch einmündende Flüsse allmählich mit dem Abtragungsmaterial der benachbarten Festländer gefüllt. Durch das Gewicht der sich ansammelnden Ablagerungen (Sedimente) senkt sich der Trog allmählich und örtlich verschieden rasch und tief in die Erdkruste ein. Die Ablagerungen bleiben dabei immer von einem Meer, aber mit örtlich unterschiedlicher Tiefe, bedeckt.

2. Untermeerischer Vulkanismus im Sedimenttrog

In die Sedimentschichten dringen vom weiter sinkenden Boden des Meerestrog her an Schwächestellen in einzelnen oder vielen Schüben, zwischen denen oft lange Zeiten der Ruhe liegen, feurigflüssige, bis 1200°C heiße, gashaltige basaltische Gesteinsschmelzen (Magma) ein. Sie breiten sich teils in den mehr oder weniger erhärteten Sedimenten aus (intrusiv) die sie auch anheben oder zur Seite drücken können teils am Meeresboden oder im Meerwasser (effusiv). Intrusive und effusive Bildung sind zwangsläufig durch Übergänge verbunden. Die Aufstiegsschote und Austrittsspalten des Magmas sind meist im Verhältnis zu den geförderten Mengen erstaunlich klein. Während das effusive Stadium rasch und oft explosionsartig verläuft, gehen Intrusionen wesentlich langsamer vor sich.

Je dünnflüssiger ein Magma ist, um so leichter und weiter kann es in seine Nebengesteine eindringen. Seine Zähigkeit (Viskosität) hängt vor allem von seiner Temperatur, seinem Gehalt an Gasen und bereits ausgeschiedenen Kristallen ab.

3. Vorgänge bei der Abkühlung des Magmas

Beim Abkühlen nimmt die Gesteinsschmelze immer mehr den Charakter eines Kristallbreies an (bei sehr rascher Abkühlung: eines Glasflusses) und erstarrt unterhalb von etwa 800°C vollständig. Die Größe der entstehenden Kristalle hängt wesentlich von der Abkühlungsgeschwindigkeit ab und diese wieder vom Wärmeinhalt, d. h. der Menge und Mächtigkeit des erstarrenden Magmenkörpers, sowie von der Temperatur, Wärmeaufnahme und Wärmeleitfähigkeit seiner Umgebung. Gleiche Mächtigkeit und Masse des Magmenkörpers vorausgesetzt, entstehen bei langsamer Abkühlung größere und bei rascher Abkühlung kleinere Kristalle.

Die Entgasung sowohl des schmelzflüssigen als auch des erstarrten Magmas hängt vor allem von dem auf das Magma bzw. den Magmenkörper einwirkenden Druck ab, der bei intrusiven Magmen hoch und bei effusiven Magmen gering ist.

Je nach dem Ort der Erstarrung, der Abkühlungsgeschwindigkeit und dem von außen einwirkenden Druck erstarrt dasselbe basaltische Magma im Meerestrog zu Gesteinskörpern und Gesteinen mit ganz unterschiedlicher Beschaffenheit:

Intrusive Gesteine:

Die Gesteinskörper sind überwiegend gangförmig; ihre Mächtigkeit kann sehr unterschiedlich sein. Sie liegen häufig parallel zu den Schichtflächen der sie begleitenden Sedimentgesteine.

Relativ selten vermischt sich das eindringende Magma mit losgerissenen Brocken der Nachbargesteine, so daß nach dem Erstarren grobe Brekzien vorliegen.

Durch die Wärmeabgabe, die lange anhält, werden reaktionsträge benachbarte Sedimente an den Berührungsflächen („Kontakten“) unter Bildung von dichten, sehr festen „Hornfelsen“ verändert oder es treten bei reaktionsfreudigen Begleitgesteinen typische, auffällige Mineralneubildungen auf (Kontaktmetamorphose).

Infolge langsamer Entgasung unter allseitigem hohem Druck bilden sich stets kompakte, d. h. hohlraumfreie Gesteine.

Durch die stets relativ langsame Abkühlung bilden die Mineralgemengteile der Gesteine auch relativ große Kristalle. Die Kristallitgröße nimmt mit der Mächtigkeit der Lagergänge zu und ist in der Gangmitte i. a. am größten. Die Randpartien können sehr feinkörnig und dann oft von den begleitenden Hornfelsen kaum zu unterscheiden sein. Magma, das bereits reichlich frühzeitig auskristallisierte Minerale enthält, ist nur selten noch ausreichend

Effusive Gesteine:

Die Gesteinskörper können ganz unterschiedliche Formen, Größen und Mächtigkeiten besitzen. Es kommen z. B. vor:

Anhäufungen von Kissen- oder Pillowlava; im Meerwasser zu feinem Aschenschlamm (Tuff) zerspratztes und dann oft mit anderen Sedimenten vermengtes und randlich in diese übergehendes Material; unter dem Meeresschlamm erstarrte mächtige Ergüsse mit säuliger Absonderung; dünne Ergüsse, die mit Sedimenten aus Ruhepausen der Vulkantätigkeit wechsellagern:

unregelmäßige Folgen von Ergüssen unterschiedlicher Gesteinsbeschaffenheit.

Besonders beim explosionsartigen Austritt des Magmas tritt oft eine sehr intensive Vermischung mit dem ± feinen losgerissenen Material der durchschlagenen Nebengesteine ein; das erstarrte Gestein ist dann z. B. durchsetzt von Schieferfetzen.

Die nur kurzzeitige Wärmeabgabe verändert die begleitenden Sedimente kaum oder allenfalls geringfügig, dagegen kann die reichliche Abgabe von Gasen und Dämpfen an die Umgebung zur Imprägnation der Nachbargesteine mit Hämatit, Pyrit oder anderen Mineralen führen.

Je nach der Geschwindigkeit der Entgasung (rasche Entgasung ist die Regel) entstehen dichte, hohlraumfreie Gesteine oder solche mit zahllosen, kreisrunden oder langgezogenen Gasblasen mit einem Durchmesser von 1/2 mm bis über 1 cm (Mandelsteine).

Durch die meist rasche Abkühlung entstehen aus einem homogenen Magma auch homogene, feinkörnige bis dichte Gesteine; diese können sogar glasig erstarren. Nur in mächtigeren Ergüssen verläuft die Abkühlung so langsam, daß sich gröbere, den intrusiven Gesteinen vergleichbare Kristallite bilden, doch wird der Gesteinskörper dann randlich oder nach oben nicht nur feinkörniger, sondern geht im Gegensatz zu den intrusiven Gesteinen in Mandelsteine über. Gesteine mit „porphyrischem“ Gefüge, d. h. ± grobe und gut ausgebildete Einsprenglingskristalle in einer feinen bis dichten

intrusionsfähig. Eine gewisse Zusammenballung kleiner ausgeschiedener Kristallite und eine dadurch bewirkte kleinräumige Körnigkeit des Gesteines ist nicht selten.

Nur bei sehr mächtigen Lagergängen können schwere Mineralarten in der Schmelze noch in die Tiefe sinken und sich im Liegenden anreichern. Diese Anreicherungen sind nur selten auffällig.

Grundmasse sind hier ausgesprochen häufig.

Innerhalb der meist rasch abkühlenden Magmenkörper kann kein Absinken schwerer Mineralarten stattfinden.

4. Umwandlung der basaltischen Geosynklinal-Vulkanite in Diabase

Während die Sedimentation im Meerestrog noch weitergeht, endet die Zufuhr von basaltischem Magma aus der Tiefe. Bei weiterer Abkühlung reagieren im Temperaturbereich von 500° bis unterhalb 250° im Laufe von Jahrtausenden die zuerst auskristallisierten Mineralarten der basaltischen Gesteine mit dem Meerwasser, dem Porenwasser benachbarter, aufgeheizter Sedimente oder dem in der ursprünglichen Schmelze enthaltenen, durch äußeren Druck am Entweichen verhinderten Wasserdampf zu neuen Kristall- bzw. Mineralarten. An diesen Reaktionen ist nicht nur Wasser beteiligt, sondern auch andere Gase und die in ihm gelösten Stoffe. Man unterscheidet zwei Arten von Reaktionen:

- a) Vor allem magnesium- und eisenreiche Minerale wie Olivin und Pyroxene (Augit) sowie Gesteinsgläser sind bei Gegenwart von überhitztem Wasserdampf nicht beständig, sondern gehen durch Wasseraufnahme in Chlorite, Serpentin-Minerale, Amphibole (z. B. Strahlstein) und Epidot über. Dadurch ändert sich gleichzeitig sowohl ihre dunkle Farbe nach grün als auch ihre Kornform von körnig nach feinblättrig, feinfaserig, leisten- oder nadelförmig. Aus schwarzen Basalten entstehen grüne Diabase.
- b) Der relativ hohe Calciumgehalt der ursprünglich auskristallisierten Feldspäte wird durch Natrium ersetzt („Umwandlung anorthitreicher Plagioklase in albitreiche“ = Albitisierung, „Spilitisierung“). Das Calcium wird z. T. weggeführt, z. T. verbleibt es, an Kohlensäure gebunden, als Calcit im Gestein.

Die hier eintretenden Mineralneubildungen und Gefügeänderungen werden von den vorhergehenden Vorgängen der Platznahme und Erstarrung der Magmenkörper beeinflusst und zeigen folgende Unterschiede:

Intrusive Diabase :

Die sehr geringe Porosität des Gesteines der Lagergänge und seine relative grobe Körnung verhindern wesentliche und weitreichende Stoffwanderungen im Gesteinskörper. Anreicherungen von neugebildeten Mineralen und Reaktionsprodukten mit Bestandteilen der Nachbargesteine sind deshalb fast ausschließlich auf den Rand der Gesteinskörper und auf die Klüfte beschränkt, die sich durch das Zusammenziehen (die Kontraktion) der Gesteinsmasse beim Abkühlen gebildet haben.

Es scheiden sich mehr oder weniger dünne Beläge oder Adern von Chlorit, Quarz, Calcit, Axinit, Hornblendeasbest u. a. ab. Der größte Teil der Neubildungen ist recht gleichmäßig im intrusiven Diabas verteilt.

Effusive Diabase :

Die sehr häufig recht geringe Korngröße der Gemengteile, die größere Porosität und damit auch innere (spezifische) Oberfläche der effusiven Bildungen erhöht ihre Reaktionsfähigkeit mit gasförmigen und flüssigen Phasen ihrer Umgebung. In den an Poren, Rissen und Gasblasen reichen Gesteinen kann deshalb der Stoffaustausch mit den benachbarten wechsellagernden oder ± fein beigemengten Sedimenten merklichen Umfang annehmen. Ehemalige Fließgefüge, Schichtfugen oder Gesteinsgrenzen sind bevorzugte Transportwege.

Die Hohlräume werden vor allem mit Calcit, oft auch mit Quarz, Chlorit, Hämatit oder Zeolithen gefüllt. Diese Minerale reichern sich örtlich deutlich erkennbar an, sind insgesamt aber oft ungleichmäßig im Gestein verteilt.

5. Störung der Lagerung der Diabase in ihrem Bildungsraum

Bewegungen der Erdkruste verformen, drücken, falten, zerstückeln den Gesteinsinhalt der Geosyncline noch im Meerestrog oder auch erst während oder nach der Heraushebung aus ihm.

Die vorhergehenden Entwicklungsschritte beeinflussen bei den intrusiven bzw. effusiven Diabasen das Verhalten bei der Verformung unterschiedlich:

Intrusive Diabase:

Die Lagergänge widerstehen den Verformungen um so besser, je mächtiger sie sind. Sie werden zwar zusätzlich zerklüftet, aber nur ganz selten kleinstückig zertrümmert.

Die Gemengteile werden, solange nicht eine sehr intensive und lange anhaltende Umwandlung bei höheren Temperaturen und hohen einseitigen Drücken wirksam ist, nicht in bestimmte Vorzugsrichtungen eingeregelt und das Gestein wird nicht verschiefert.

Effusive Diabase:

Die Gesteinskörper werden um so stärker verformt, je geringer ihre Sedimentüberdeckung ist, je geringer mächtig sie sind und je mehr Sedimentmaterial ihnen beigemischt ist. Auch die durch Schichtung, Fließgefüge, Gesteinswechsel vorgegebenen Bereiche geringerer Widerstandsfähigkeit wirken sich aus.

Bereits bei relativ schwachen einseitigen Drücken und niedrigen Temperaturen werden Gemengteile in Vorzugsrichtungen eingeregelt und das Gestein wird zu einem Diabasschiefer oder Schalstein.

6. Veränderungen der Diabase an der Erdoberfläche

Die zum Festland gewordenen Gesteinskörper aus Sedimenten und darin eingeschalteten Diabasen unterliegen an der Erdoberfläche, wie alle anderen Gesteine, der Abtragung und Verwitterung.

Die verschiedenartigen Umstände bei der Bildung der vulkanischen Gesteine, ihrer Umwandlung in Diabase und ihrer Verformung in der Erdkruste wirken sich auch hier aus:

Intrusive Diabase :

Die weitgehend zusammenhängenden und oft schräg oder steil gestellten Lagergänge wittern häufig aus ihrer weniger widerstandsfähigen sedimentären Umgebung als „Härtlinge“ heraus. Ihre stoffliche Einheitlichkeit in größeren Bereichen, ihre relativ geringe Klüftung, ihr geringer Gehalt an löslichen Mineralen und ihr oft vorhandener dichter Hornfels-Mantel lassen die auflösenden und erweichenden Oberflächenwässer nur wenig und nicht tief eindringen.

Effusive Diabase :

In die meist stark gestörten, in größeren Bereichen stofflich fast immer uneinheitlichen Gesteinskörper können die aggressiven Oberflächenwässer leicht und oft recht tief eindringen. Durch bevorzugte Auflösung bestimmter Gemengteile, z. B. von Calcit, entsteht zusätzliche Porosität, welche einer beschleunigten Verwitterung Vorschub leistet.