



Doctoral Thesis

Platznahme und mechanisches Verhalten von Ganggesteinen im Grundgebirge des Südschwarzwaldes strukturelle Merkmale und Auswirkungen auf angewandtingenieurgeologische Fragestellungen

Author(s):

Daneck, Thomas

Publication Date:

1994

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-001374772> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

**MITTEILUNGEN AUS DEM GEOLOGISCHEN INSTITUT DER EIDGENÖSSISCHEN
TECHNISCHEN HOCHSCHULE UND DER UNIVERSITÄT ZÜRICH**

Neue Folge

Nr. 296

Thomas Daneck

**PLATZNAHME UND MECHANISCHES VERHALTEN VON
GANGGESTEINEN IM GRUNDGEBIRGE DES SÜDSCHWARZWALDES**

**STRUKTURELLE MERKMALE UND AUSWIRKUNGEN AUF ANGEWANDT-
INGENIEURGEOLOGISCHE FRAGESTELLUNGEN**

1994

ZUSAMMENFASSUNG

Kristallgebiete wie der Schwarzwald werden häufig von magmatischen Gängen durchsetzt, die sich als planare Strukturen sowohl in der Mineralogie als auch in ihrem Trennflächengefüge von ihrer Umgebung unterscheiden können. Systematische Untersuchungen bezüglich des Trennflächengefüges sind bislang nur sehr selten durchgeführt worden, obwohl Diskontinuitäten gerade für angewandte Fragestellungen bedeutsam sein können. Drei Typen von Ganggesteinen wurden dahingehend untersucht: hellgraue Aplite, dunkelgraue Lamprophyre und rötliche Gangporphyre. Durch detaillierte Geländebeobachtungen, felsmechanische Laboruntersuchungen und theoretische Betrachtungen wurden Abweichungen und Gemeinsamkeiten der verschiedenen Gangtypen untereinander als auch gegenüber dem kristallinen Nebengestein herausgearbeitet.

Da die Ausbildung von Klüften und Störungen von der Verformungsgeschichte der Region abhängt, wird im ersten Teil der Arbeit auf die geologisch-tektonische Entwicklungsgeschichte des S-Schwarzwaldes, insbesondere seit dem Ende der variszischen Orogenese, eingegangen.

Nach einer kurzen petrographischen Beschreibung der untersuchten Gesteinstypen behandeln die nachfolgenden zwei Kapitel spezielle Geländebeobachtungen an Ganggesteinen. Hier konnten für die drei untersuchten Ganggesteinstypen jeweils charakteristische Ausbildungen aufgezeigt und durch theoretische Überlegungen erklärt werden. Sowohl bezüglich des Auftretens der Gänge als auch in bezug auf das Bruchverhalten war eine Systematik möglich. Durch die verschiedenen Untersuchungsmethoden und theoretischen Betrachtungen konnten allgemeingültige Prinzipien abgeleitet werden. So liessen sich verschiedene Platznahmemechanismen herleiten, die zusammen mit der Abkühlung der Gänge das spröde Verhalten von Ganggesteinen stark beeinflussen. Während Aplitschmelzen eher passiv in sich neu formierende Klüfte eingeflossen sind, dringen Lamprophyre und Gangporphyre mit hohem Magmendruck aktiv im Nebengestein auf. Typischerweise folgen Lamprophyrintrusionen in weiten Bereichen präexistenten Klüften. Gangporphyre bahnen sich demgegenüber ihren Weg meistens selber, wobei das Nebengestein vor der Intrusionsfront häufig intensiv zertrümmert wird. Aus dem jeweiligen Platznahmemechanismus und aus den unterschiedlichen Abkühlungsgeschwindigkeiten resultieren unterschiedliche primäre Festigkeiten der verschiedenen Gangkontakte. Vor allem bei den Lamprophyren stellt der Gangkontakt schon seit der Abkühlung eine latente Schwächezone dar. Die Beobachtung, wonach die überwiegende Anzahl der Lamprophyrkontakte heute abgespalten vorliegt, kann somit auf eine alte Anlage zurückgeführt werden.

Durch die schnelle Abkühlung konnten sich insbesondere in den Lamprophyren und Gangporphyren hohe Abkühlungsspannungen aufbauen, die zu einer ersten, systematischen Klüftung innerhalb der Gänge geführt haben. Diese Klüftung zeichnet sich unter anderem durch sehr gerade veraufende, ebene Flächen, durch eine abrupte Endung am Gangkontakt und durch gleichmässige Kluftabstände aus. In den Lamprophyren und Apliten ist das primäre Kluftmuster generell engständiger, in den Gangporphyren dagegen weitständiger als die Klüftung des Nebengesteins. Mineralbeläge auf diesen Kluftflächen sind die Regel, in grösseren Tiefen liegen die primären Klüfte daher durch Mineralausscheidungen meist vollständig geschlossen vor. Die primäre Klüftung in den Ganggesteinen wird generell überlagert von jüngeren, tektonisch-, hebungs- und entlastungsbedingten Klüften, deren Ausbildung aber mehr oder weniger deutlich von der primären Klüftung abweicht. So durchschlagen diese jüngeren Klüfte beispielsweise meist die Kontaktfläche, zeigen einen unruhigeren Kluftverlauf und weniger regelmässige Kluftabstände als die primären Klüfte. Die jüngeren Kluftgenerationen überprägen Gänge häufig abweichend als das Nebengestein, da schon das primäre Kluftmuster des Ganges vom Kluftmuster im Nebengestein abgewichen ist. Auch der Verlauf von Störungen kann aus diesem Grund durch Ganggesteine beeinflusst werden.

Laboruntersuchungen dienten dem Vergleich der gesteinspezifischen Parameter zwischen den verschiedenen Gesteinstypen und gaben Hinweise für die überschlägigen Berechnungen bezüglich des Intrusionsmechanismus und der Kluftentstehung. Dadurch wurde es möglich, die im Gelände gewonnenen Erkenntnisse und Vermutungen zu verifizieren. Um den Verwitterungszustand der analysierten Proben abschätzen zu können und die Vergleichbarkeit der untersuchten Gesteinstypen zu überprüfen wurden Dünnschliffe ausgewertet und physikalische Parameter wie Dichte und Porosität bestimmt. Auch Mikrorisse wurden detailliert untersucht, um gegebenenfalls Unterschiede in der Art und Anzahl von Mikrorissen in den verschiedenen Gesteinstypen zu erkennen. Die felsmechanischen Kennwerte der verschiedenen Gesteinstypen wurden durch indirekte Zugversuche sowie durch einaxiale und triaxiale Druckversuche bestimmt. Generell verhalten sich die untersuchten Kristallingesteine durchgehend sehr spröde. Verhältnismässig plastisch verhalten sich lediglich die Lamprophyre unter höherem Umschliessungsdruck.

Beispiele aus Tunneln, Stollen und Kavernenbauten belegen die Unterschiede im felsmechanischen Verhalten und in der Wasserwegsamkeit zwischen Ganggesteinen und ihrem Nebengestein, insbesondere bei Lamprophyren und Gangporphyren. Tiefbohrungen der NAGRA geben Hinweise auf das Verhalten der Ganggesteine in wesentlich grösseren Tiefen, wobei in diesen Tiefen vor allem den Apliten eine Sonderstellung zuzukommen scheint.

ABSTRACT

Crystalline regions like the Black Forest normally are intersected by magmatic dikes. Dikes are planar structures and differ in their mineralogical composition as well as in their joint pattern from their country rocks. Till now, systematic investigations regarding the discontinuities are very rare, although they can be significant for questions in applied geology.

Three types of dikes, - light greyish aplites, dark greyish lamprophyres and reddish granophyric dikes -, have been analysed. In this work field observations, laboratory studies in rock mechanics and theoretical considerations were used to work out differences and common features between the different types of dikes as well as between dikes and their crystalline country rocks.

The first part of the thesis deals with the geologic and tectonic evolution of the southern Black Forest, particularly since the end of the variscan orogeny. This is a necessity, because jointing and faulting is strongly dependent on the deformation history of the region.

After a brief petrographic description of the analysed rocks, the following two chapters deal with field observations of dikes and their interpretation. For each of the three analysed types of dikes characteristic features were demonstrated and could be established with theoretical considerations. A systematic classification was possible referring to the formation of the different dikes as well as for their fracturing behaviour. Various methods of investigation and theoretical reflections lead to general principles of dike formation. Firstly, this refers to the intrusion mechanism and the cooling history which strongly influence the brittle behaviour of dikes. Several types of intrusion mechanisms can be distinguished. Aplitic melts tend to be sucked into newly formed joints, whereas the emplacement of lamprophyres and granophyres took place with forceful injections. As a typical feature, lamprophyres intrude at least in sections along preexisting joints. Granophyres, on the other hand, often generate their way themselves, whereby the host rock around the tip of the intrusion brecciates intensely. The different intrusion mechanisms and different cooling velocities cause different primary strength properties at the dike walls. For this reason, especially the contact of lamprophyres is a potential zone of weakness since the cooling of the magma. The observation, that most of the contacts between lamprophyres and their host rocks are jointed nowadays can therefore be related to an old zone of weakness.

As a result of high cooling rates, high cooling stresses can build up particularly in lamprophyres and granophyres, which lead to a first systematic joint pattern in these dikes. This joint pattern is characterised by even and straight joint surfaces, by the stopping of joints at the dike wall and by a regular joint spacing. In lamprophyres and aplites this primary joint pattern usually is closely spaced, conversely in porphyric dikes

it is wider than in the country rock. Minerals on these joint surfaces are common. Therefore, in greater depths primary joints normally show a complete healing.

In general, the primary joint pattern in dikes is overprinted by younger joints. Their behaviour mostly clearly differs from the behaviour of primary joints. Younger joints, which can be generated during tectonic or uplift and exhumation processes, for example show a tendency to cut dike walls, have more uneven joint orientations and a more irregular joint spacing than primary joints. These younger joints often overprint dikes in a different way than the country rock, because of differences between the primary, cooling related joint pattern in the dike and the pre-existing joint pattern in the country rock. Because of this even faults can be influenced by dikes.

Various laboratory studies have been carried out to compare specific properties of the different rock types discussed in this thesis. They also provided a basis for a rough assessment concerning emplacement mechanism and joint formation. In this way it was possible to verify field observations and assumptions. Microscopic studies and the detection of physical parameters like density and porosity helped to estimate the state of weathering of the analysed rock specimen as well as to check the comparison of the different rocks. Microcracks were examined in detail to recognize differences in type and number of microcracks in the different investigated rock types. Brazilian-, uniaxial- and triaxial tests served to describe the mechanical properties of the different rock types. The analysed crystalline rocks show a very brittle behaviour, only lamprophyres show a more plastic behaviour under higher triaxial pressures.

Examples from tunnels and caverns verify differences in the mechanical behaviour and water routing between dikes and host rocks, especially in the case of lamprophyres and granophyres. Deep boreholes of the NAGRA indicate the behaviour of dikes in a much deeper crustal level. Here, in particular aplites seem to play a special role.