

VI. Streckung und Rutschstreifen im Granit von Zobten in Schlesien.

Von HANS CLOOS.

Mit Figur 31.

Gelegentlich tektonischer Aufnahmen im Granit von Zobten fanden sich zwei ungleichartige Gruppen von Rutschflächen, von denen die eine enge Beziehungen zur Streckung des Granites aufweist. Diese Tatsache ist so auffällig, daß sie zu einer besonderen Untersuchung Anlaß gab; ihre Ergebnisse seien hier mitgeteilt.

Tektonik des Granits.

Der Granit von Zobten bildet den breitesten, südöstlichen Teil des 50 km langen, sich nach NW keilförmig verjüngenden Massivs von Striegau-Zobten¹⁾. Er wird im SO halbkreisförmig von dem Gabbro, Amphibolit und Serpentin der Zobtengruppe umfaßt; der Kontakt scheint ziemlich flach von dem Granitkern weg nach außen zu fallen. Südwestlich und nordwestlich begrenzen den Granit Schiefergesteine und Gneis. Von den in größeren Massiven auftretenden jüngeren Graniten Schlesiens ist derjenige von Zobten der am stärksten gestreckte. Die Streckung ist eine wesentlich lineare. Ihre Horizontalprojektion streicht überaus gleichmäßig nach ONO (55—75°). Meist fällt sie sehr flach, mit 5—10° nach derselben Seite. Vielfach wird sie flächenhaft. Die Fläche steht dann senkrecht oder fällt steil nördlich oder südlich, selten flacher. Bänderschlieren folgen häufig der Streckung genau oder ungefähr, langgestreckte Einschlüsse meist ganz genau. Die s-Teilbarkeit streicht ebenfalls meist 60—75°, K steht auf ihr senkrecht (150—165°). Der Gegensatz von s und K ist angesichts der starken Streckung sehr deutlich. Das Lager L, und die Teilbarkeit nach dem Lager, l, fallen meist wie die Streckung flach östlich ein. Unter allen Klüften sind am häufigsten die Q-Klüfte, die auf der Streckung senkrecht stehen und also (145—) 150—165 (—170)° streichen, 80—85° (selten flacher) westwärts fallen. Nächst-dem spielen eine wichtige Rolle nordsüdliche Klüfte. Sie streichen (180—) 5—15 (—20)°, fallen ausnahmslos östlich, sind vielfach etwas

¹⁾ Siehe Cloos, 1920 S. 44—56, sowie die Beschreibung und Karte des Massivs von S. Lopianowski, S. 71, Tafel III dieses Bandes.

jünger als die Q-Klüfte und durchziehen die Aufschlüsse als riesige, meist verruschelte, mit Rost, Lehm, gelegentlich mit Quarz, Epidot usw. bedeckte Wände. Nicht selten folgen ihnen Quarz- und Aplitgänge. Diese Diagonalklüfte sind entweder als Komponenten des Hauptdruckes oder aber als Äußerungen einer selbständigen Einwirkung von N und NNO her aufzufassen. Außerdem finden sich S-Klüfte, Lager- und Bankungsfugen, sowie flach fallende, sehr ebene, große Klüfte von wechselnder Streichrichtung, auf die sogleich zurückzukommen ist.

Rutschflächen.

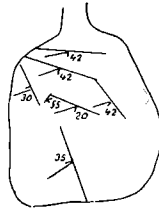
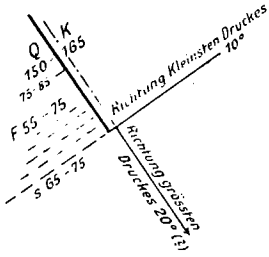
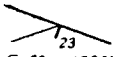
Bewegungsstreifen auf Flächen, längs denen sich die angrenzenden Gebirgsstücke in festem Zustande verschoben, finden sich wie gewöhnlich zunächst auf den Q- und auf NS-Klüften. Sie haben hier die bekannte Beschaffenheit; meist liegen sie auf Quarz, Chloritmineralen, Epidot, Brauneisen, Pyrit oder sind mit diesen Mineralien bedeckt. Die Streifen fallen auf diesen steilen Flächen fast ausnahmslos sehr flach, (0—) 10—20 (—35)°, nach N und finden sich häufiger und besser ausgebildet auf den NS-, als auf den Q-Klüften. Es sind dies also die gewöhnlichen, aus anderen Gebieten zur Genüge bekannten Streifen, deren Horizontalkomponente in der Druckrichtung liegt, während der vertikale Anteil der Mitwirkung der Schwere, bezw. von unten nach oben gerichteter Kräfte zuzuschreiben ist. Bei ihnen wechselt (mit dem Fallen) das Streichen der Horizontalprojektion, während das Streichen der Flächen, auf denen sie liegen, bestimmten Gesetzmäßigkeiten unterliegt.

Gerade umgekehrt verhält sich eine zweite, auch durch besondere Beschaffenheit ausgezeichnete Gruppe von Rutschflächen. Diese fallen sehr flach, im Mittel 20—25, ausnahmsweise nur 17 und bis 45°, nur in einem einzigen Falle 55°, und wechseln im Streichen ungemein, die Streichrichtung (der Horizontalprojektion) ihrer Streifen aber ist im ganzen Gebiet die gleiche und geht der Streckung des Granits genau parallel.

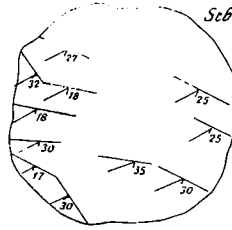
Ich habe alle zurzeit aufgeschlossenen Flächen dieser Art, 71 Stück, gemessen und in einer Kartenübersicht (Fig. 31) dargestellt. Man sieht zunächst, daß das Streichen der Flächen stark wechselt und daß von SSO (165) über SO, O bis NO (40°) alle Richtungen vertreten sind. Doch ist die südöstliche Richtung bevorzugt und es fehlen die Richtungen um NS (170—180—35°). Auffallend ist jedoch, daß das Fallen der Flächen ausnahmslos nach S, SW und SO, also nach außen gerichtet ist.

So wechselnd demnach die Flächen, so gleichmäßig sind auf ihnen die Streifen gerichtet. Das Streichen ihrer Horizontalprojektion schwankt nur zwischen (50) 60 und 75 (83)°, und bewegt sich damit in denselben engen Grenzen wie dasjenige der Streckung und der s-Teilbarkeit des Granites. Hiervon fand ich in dem ganzen großen Gebiet nicht eine einzige Ausnahme. Ja man kann sogar vielfach

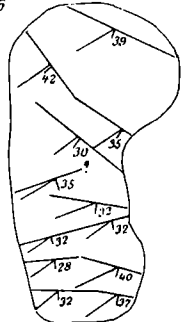
Steichen und Fallen (23°) der Fläche und
 Horizontalprojektion der Rutschstreifen
 (stets ONO).



Steinbruch am Nordhang
 von Höhe 206 w. Ströbel.



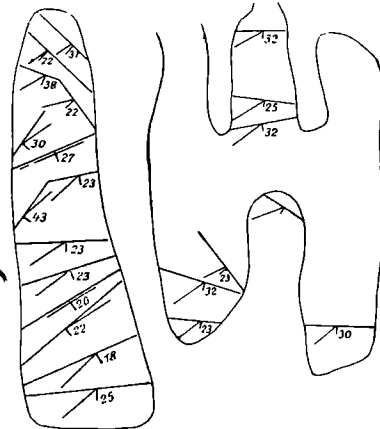
Stbr. auf Höhe 206
 w. Ströbel.



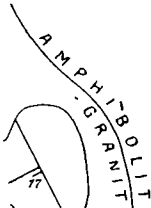
Stbr. in der Mitte des Kretschamberges.



Stbr. n. Qualkau.

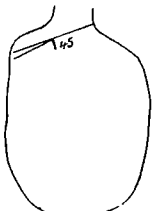
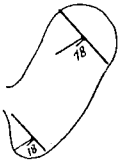


Stbr. a. d. S.W.-ecke des
 Kretschamberges (verdoppelt).



Stbr. am Engelberg.
 2km O. von den anderen.

Stbr. n. Goglau 9 km
 S.W. von den anderen.



Stbr. s. Qualkau.



Maßstab für die einzelnen Steinbrüche.

Fig. 31.

feststellen, wie die Streifung von Ort zu Ort die kleinen Schwankungen der Streckung mitmacht. Hier besteht also ersichtlich eine enge mechanische Beziehung zwischen Streckung im Granit und Streifung auf seinen Klüften. Diese Tatsache muß zunächst befremden, da Streckung eine Molekularbewegung innerhalb der ganzen Masse, Rutschstreifung dagegen eine Massenbewegung von Teilen derselben längs bestimmter Grenzflächen darstellt. Außerdem wurde die Streckung z. T. bereits am plastischen Granit hervorgebracht, während die Entstehung von Klüften und Rutschstreifen festes Gestein voraussetzt.

Um diese Schwierigkeiten zu heben, müssen wir zunächst die Beschaffenheit der Rutschflächen selbst kennen lernen. Allen ist gemeinsam, daß sie riesengroß und daß sie mathematisch eben sind. Viele lassen sich quer durch ganze Steinbrüche hindurch verfolgen, wo sie ungleich der welligen Bankung wie mit einem scharfen Messer durch Böden und Wände hindurch schneiden. Ihr Verhalten zu anderen Klüften lehrt, daß sie älter sind als die Q-Klüfte, von denen und von deren Quarzfüllungen sie durchschnitten werden. Sie gehören also zu den ältesten im Granit unmittelbar nach oder während seiner Erstarrung aufreißenden Fugen und schließen sich somit auch zeitlich eng an den Streckungsvorgang an.

Ein drittes wichtiges Merkmal ist die Art der Streifung und ihre Beziehung zu Quetschprodukten. Nie habe ich auf diesen Flächen Quarz-, Aplit-, Epidot-, Chlorit- und andere Beläge gesehen, wie sie sich auf den senkrecht zum Druck auseinandergesetzten Q-Klüften so gern einstellen. Dagegen werden sie stets von einem feinen Blatt von heller Farbe und dichter, schiefriger Beschaffenheit begleitet, das sich unter dem Mikroskop als zerquetschte Granitsubstanz herausstellt. Und zwar sieht man wesentlich ein feinkörniges Gemenge von Quarz und Sericit; Sericit ist häufig auch mit dem bloßen Auge auf den Flächen sichtbar. Die Mächtigkeit dieser schiefrigen Lage wechselt zwischen $\frac{1}{5}$ und 5–10 mm, in einem Falle betrug sie 2–3 cm. Ihre Grenzen gegen den Granit sind scharf, jedoch ist die untere Grenze nicht immer eben. Während die Schieferung naturgemäß den wechselnden Grenzflächen parallel geht, ist innerhalb derselben eine lineare Streckung, wie gesagt, so angeordnet, daß sie stets mit der Streckung des umgebenden Gesteins in eine Ebene fällt. Besonders starke Quetschspuren zeigt eine solche Fläche auf der Westseite eines großen alten, dem Dominium Qualkau bei Ströbel gehörigen Bruches. Die Rutschfläche streicht hier 90° und fällt mit 50° nach S. In ihrem Hangenden steht unveränderter Granit an, mit einer Streckung in Richtung 60° . Dann folgt die Fläche, mathematisch eben und mit Streifen bedeckt, die in der Streckungsrichtung streichen und also flach (mit 23°) nach WSW einfallen. In ihrem Liegenden folgt zunächst dichter, fein dunkel und hellgebänderter Schiefer, dann ein Granit, dessen Feldspäte gestreckt, parallel gestellt und mit graphitartigen Tonhäuten umschmiegelt sind. Er hat eine dunkle Gesamtfarbe und das Aussehen eines Augen-

gneises. Dieser geht innerhalb etwa 40cm durch Abnahme der Tonhäute und der Ffaserung in normalen Granit über. Von unten nach oben nehmen also die Quetschungen allmählich zu, die Tonhäute mehren sich und schließen sich endlich zu einer selbständigen Schieferlage zusammen, deren Abschluß die Rutschfläche bildet. Ähnliche Übergänge aus der Streckung in die Rutschstreifung kann man noch vielfach beobachten, so daß es stellenweise nicht möglich ist, zu entscheiden, welche von beiden Erscheinungen man vor sich hat. Wenn, wie zumeist, die Rutschfläche mit der Streckungslinie einen Winkel bildet, sieht man die gestreckten Quarze förmlich in die Rutschfläche einbiegen. Unter der Hauptfläche stellen sich kleinere parallele Gleitflächen ein, die sich mit Annäherung an jene häufen. Der Granit sieht unter der Rutschfläche oft wie mit einem scharfen Kämme gekämmt aus usw. Es ist schwer, von diesem eigentümlichen Verhältnis durch Schilderung ein Bild zu geben.

Die Deutung

eines so klaren Tatbestandes kann nicht zweifelhaft sein. Die Rutschflächen sind jünger als die Streckung, gehen aber aus ihr unmittelbar hervor. Sie bedeuten den ersten tektonischen Ausweg, den die Streckung einschlug, als sie durch die Erstarrung des Granites überrascht wurde. Erst der zweite ist das Aufreißen von Klüften senkrecht zur Richtung kleinsten Druckes (Q).

Man blickt nun noch schärfer als bisher in die feinsten Einzelstadien des Erstarrungsprozesses:

Älter als diese flachen Quetschflächen ist die gerichtete Einordnung der Schlieren und der Schollen, die Injektion der meisten Aplite, sowie die Streckung des Granites. Die Streckung ihrerseits begann, als die Schmelze noch so nachgiebig war, daß ihre Einschlüsse sich selbständig drehen und quer zum Druck stellen konnten (Protoklase). Sie überdauerte aber alsdann noch die Krystallisation der meisten Minerale, so daß diese zerbrachen (Kataklase). Unmittelbar hinter dieses zweite Stadium der Streckung, vielleicht noch in seine letzten Äußerungen hinein, fällt die Bildung der flachen Rutschflächen und ihrer Streifung. Sie wird ihrerseits alsbald überholt von dem Aufreißen der meist senkrecht zur Streckung stehenden Zugklüfte und ihrer Auffüllung mit Epidot, Strigovit, Quarz usw. Noch etwas jünger sind dann gewisse NS-Klüfte. Die Bildung der flachen Rutsch- oder wie wir vielleicht besser sagen, Streckflächen, fällt also zwischen die Hauptstreckung und die Zufuhr der postvulkanischen Minerale. Später haben sich gleiche Flächen nie wieder gebildet. Dies bedeutet, daß sie zu den frühesten Klüften des Granites gehören und daß ihre Entstehungsbedingungen nur in einem ganz kurzen Intervall der Granitbildung verwirklicht waren.

Welches diese besonderen Bedingungen waren, läßt sich natürlich nur ungefähr ermitteln. Ihre Bewegungsrichtung schließt diese Rutschflächen an die Streckung in Richtung kleinsten Druckes an, ihre

flächenhafte Gestalt andersseits an spätere Klüfte und Gleitflächen, längs welchen sich die Massen bereits in der Richtung größten Druckes verschoben. Diese Mittelstellung besagt also offenbar, daß der Granit zwar noch nachgiebig genug war, um ein Ausweichen senkrecht zum größten Druck zu gestatten, aber schon starr genug, um dieses Ausweichen in großen, voneinander gelösten Blöcken auszuführen. Es liegt auf der Hand, daß dieser Intervall nur verschwindend kurz sein konnte. Die Bildung dieser Flächen erfolgte in einem geologischen Augenblick, und zwar in demjenigen Augenblick, wo das Magma zum Gestein wird und der Vulkanismus der Tiefe sich in Tektonik verwandelt.

Eine gewisse Schwierigkeit bietet noch die Stellung der Flächen. Zwar ist das Streichen sehr unregelmäßig, aber hinter dem sehr flachen und dem einseitig nach SW, S und SO gerichteten Fallen scheint sich eine gewisse Gesetzmäßigkeit zu verbergen. Auch muß das Fehlen nördlicher Streichrichtungen auffallen. Bevorzugt sind offenbar Ebenen, die flach nach SW einfallen und also mit der Linie geringsten Druckes, die nach NO fällt, einen spitzen Winkel von 30—40° einschließen. Bei festen Stoffen würde im technischen Druckversuch dieser Winkel 45—60° betragen. Vielleicht, daß hier die noch nicht völlig beendigte Verfestigung ein Fließen auf so flachen Gleitbahnen ermöglichte? Man könnte auch daran denken, daß nur die Bewegung selbst tektonisch, die Fläche etwa aus einer Anpassung an die Massivoberfläche oder aus unetwiger Abkühlung hervorgegangen wäre. Dieser Vermutung stehen zwei Tatsachen im Wege. Einmal die mathematisch ebene Gestalt der Fläche, die in dieser Form nur bei Scher- und Druckflächen zu finden ist und sie von Bankungsfugen aufs deutlichste unterscheidet. Und ferner ihre Lage zum Kontakt, die weder nach Zahl noch Richtung irgendwelche Beziehungen erkennen läßt¹⁾.

Man wird gut tun, für diesen Teil des Problems Beobachtungen aus anderen Gebieten abzuwarten.

Ergebnisse.

Ich fasse kurz zusammen:

In dem linear gestreckten Granit von Zobten in Schlesien gibt es außer den gewöhnlichen, auch aus anderen Granit- und Sedimentgebieten bekannten Rutschflächen eine besondere Form dieser Erscheinung, die durch folgende Eigenschaften ausgezeichnet ist:

Das Streichen der Flächen geht beliebig durch alle Richtungen, mit Ausnahme von N bis NNO.

Das Fallen ist flach (20—30, nie über 55°) und ausschließlich nach SW, S und SO gerichtet, nie nach N.

Alle Flächen sind prachtvoll gestreift. Unabhängig von der wechselnden Lage der Fläche liegt die Horizontalprojektion der Streifung auf sämtlichen Flächen in

¹⁾ Im Gegenteil findet sich z. B. am Südostkontakt, in einem großen Steinbruch am Engelberg bei Zobten, nur eine einzige flache Rutschfläche und diese fällt mit 17° nach W, also vom Kontakt weg. Umgekehrt sind die Flächen in größerer Entfernung vom Kontakt besonders zahlreich.

einer Richtung. Diese Richtung ist zugleich die Richtung der Streckung im Granit.

Auf der Fläche liegt ein nur millimeterdickes, gebändertes Schieferblatt, das als mechanisches Quetschprodukt des angrenzenden Granites aufzufassen ist. In dessen Schieferung erscheint die Streifung als lineare Streckung. Chemische Mineralabsätze fehlen auf diesen Flächen. Zwischen der Streckung des Granits und der Streifung dieser Flächen gibt es alle Übergänge.

Die flachen Rutschflächen liegen auf den am frühesten gebildeten Fugen des Granites. Sie sind noch älter als die Querklüfte und ihre postvulkanischen Füllungen und schließen also auch zeitlich unmittelbar an die Streckung an. Sie sind als ein tektonisches Äquivalent der Streckung, als Wirkungen einer Umsetzung der Molekularbewegung in eine gleichsinnige Massenbewegung aufzufassen.

In gleicher Art und Richtung fanden sich Rutschflächen auch auf ungestreckten Teilen desselben Massives. Sie können hier dazu dienen, die latente Streckung sichtbar und meßbar zu machen, und fügen also den gerichteten Merkmalen des Granites ein weiteres hinzu.

Nachtrag.

Erst nach Abschluß der Arbeit ist es gelungen, an solchen Streckflächen meßbare Verschiebungen nachzuweisen (s. Fig. 1 dies. Abhandl. S. 3). Es stellte sich heraus, daß tatsächlich die beiden über und unter der flachen Grenzfläche liegenden Schollen längs derselben nicht übereinander geschoben, sondern voneinander weggezogen wurden, und zwar in Richtung der Streckung, also parallel zur Linie kleinsten Druckes. In dem betreffenden Beispiel beträgt die scheinbare Distraktion (in einer zufälligen Schnittfläche) längs der Streckfläche gemessen 4,10 m, die wahre ungefähr 3,60 m, woraus sich, da die betreffende Fläche mit 55° einfällt, eine Sprungweite von 2,10, eine Sprunghöhe von 2,90 m errechnet.

An der gleichen Stelle gelang es ferner, längs einer flacheren Streckfläche von 23° einen Aplitgang zu finden, der ihr über mehr als 100 m streichende Länge folgt. Auch diese Füllung beweist die Distraktionsnatur der Fuge.

Überdies gelang es durch vorübergehende, günstige Beobachtungsbedingungen (Zufrieren wassergefüllter Steinbrüche) die gleichen flach fallenden, in der Streckungsrichtung gestreiften »Streckflächen« auch bei Strehlen zu messen. Sie stehen hier in engster Abhängigkeit von der oben (S. 100) beschriebenen Aufwölbung des Massives und sind aus der durch die Aufwölbung entstandenen Dehnung der erstarrten Massivdecke abzuleiten. Daß dabei ihre Streifung in allen Fällen der Streckung des Granits parallel geht, ist ein beinahe mathematischer Beweis für die Gleichzeitigkeit und Abhängigkeit von Seitendruck und Aufwölbung, die danach wie eine Art »Hochdehnung« der von den Seiten zusammengepreßten Masse erscheint. Über die Verhältnisse bei Strehlen wird an anderer Stelle berichtet.