

Die Hangbewegungen in der Umgebung des Granitsteinbruches von Stubenberg (Steiermark)

Erklärung aus dem geologischen und mineralogischen Aufbau der Gesteine

Von J. G. HADITSCH (Leoben)

II. Teil: Bemerkungen zum mineralogischen Aufbau, zur technischen Gesteinsbeschreibung und Folgerungen aus den Untersuchungsergebnissen.

Im vorangegangenen Teil dieser Arbeit (J. G. HADITSCH 1970) wurde das Ausmaß der Hangbewegungen beschrieben sowie eine kurze Übersicht über den geologischen Aufbau des behandelten Gebietes und eine auf ihm fußende Deutung des Geschehens gegeben. Es erhebt sich nun noch die Frage nach den Konsequenzen, die sich zwangsläufig aus diesen und weiteren (u. a. mikroskopischen) Untersuchungen nicht nur für den Stubenberger Steinbruch, sondern überhaupt für alle Techniker, die sich mit dem Werkstoff „Fels“ beschäftigen, ergeben.

Jede technische Tätigkeit setzt eine umfassende Materialkenntnis voraus. Arbeiten im oder mit dem Gestein oder Fels können um so funktionstüchtiger, haltbarer und wirtschaftlicher durchgeführt werden, je besser die Eigenschaften des Werkstoffes erkannt werden. Die qualitative und quantitative Erfassung der Materialeigenschaften kann als Grundlage einer Klassifikation dienen, die es (im Idealfall) gestatten kann, das Verhalten eines Gesteines bei einer natürlichen oder künstlichen Beanspruchung in einem befriedigenden Ausmaß vorauszusagen.

Durch die Vielzahl der Merkmale sind einer Gesteinsgliederung gewisse Grenzen gesetzt. Eine umfassende Klassifikation, die alle Eigenschaften berücksichtigt, mag prinzipiell zwar möglich sein, für die Anforderungen der Praxis aber würde sie aller Voraussicht nach zu unübersichtlich und sicher auch gar nicht nötig sein. Die Hauptschwierigkeiten bei der Erstellung einer technisch orientierten, praxisnahen Klassifikation ergeben sich nicht so sehr aus der quantitativen Erfassung der einzelnen Eigenschaften als vielmehr aus der besten Auswahl der zu messenden Elemente und aus der Gewichtung der einzelnen Eigenschaften. Die heute von den Geowissenschaftlern noch am meisten benutzte Gesteinsgliederung ist eine nach dem Mineralbestand und der Genese.

Im folgenden sei nun ein kurzer mineralogisch-petrographischer Überblick über die von der Rutschung von Stubenberg betroffenen oder ihr unmittelbar benachbarten Gesteine gegeben.

Wie schon im ersten Teil dieser Arbeit (J. G. HADITSCH 1970 : 191) dargelegt, wird die Rutschmasse und ihre Umgebung von zwei in bezug auf ihre Festigkeitseigenschaften klar unterscheidbaren Komplexen aufgebaut, nämlich von einem allgemein als Granit bezeichneten Gestein und einer aus mehreren Gliedern zusammengesetzten Liegendserie.

A. HAUSER—H. URREGG haben 1949 (p. 13—16) bei der Besprechung der granitischen Gesteine von Stubenberg zwei verschiedene Migmatite erwähnt,

nämlich einen zwei Glimmer und einen nur Muskowit führenden. In der zitierten Arbeit sind die Migmatite so ausführlich dargestellt, daß ich mich hier nur auf wenige ergänzende Bemerkungen beschränken kann.

Derzeit geht der Abbau ausschließlich in dem **Zweiglimmer-Migmatit** um, also in einem Gestein, das hauptsächlich aus saurem Plagioklas, Kalifeldspat, Quarz, Muskowit, Biotit und Granat besteht. Der Plagioklas hat eine Korngröße um 1,2 mm, er ist eng lamellar verzwilligt und durchwegs, allerdings unterschiedlich stark, getrübt, d. h. mit Serizit und Klinozoisit gefüllt. Der Mikroklin ist gegittert und zwischen 2 und 2,5 mm, einmal ausnahmsweise 3,8 mm, groß. Einzelne Bereiche zeigen faden- oder spindelförmigen oder filmartigen Mikroperthit. Der Quarz ist xenomorph, zerbrochen, lappig verzahnt, löscht undulös aus und hat eine Korngröße von rund 0,25 mm. An hellem Glimmer gibt es einerseits den Serizit der Fülle, in den Rissen und an den Korngrenzen der Feldspäte, und andererseits 0,3—0,4 mal 0,1 mm messende Muskowite, die teils schwach verfaultet, teils zerbrochen, zum Teil dachziegelartig aufgelöst und so geplättet sind. Der Biotit (X: gelblichbraun; Y, Z: dunkelbraun, fast schwarz) mißt 0,4—1,2 mal 0,1—0,3 mm, zeigt im Schliff die übliche Bird's-eye-Struktur und ist auch bruchhaft verformt. Zusammen mit dem Muskowit deutet er ein schwaches Lagengefüge an. Außerdem gibt es diese beiden Glimmer auch noch längs zweier Scherflächenscharen. Da der Durchtrennungsgrad dieser verschiedenen Flächen nicht sehr groß ist, sind die von HAUSER—URREGG gegebenen und völlig den Richtzahlen für Granit nach DIN DVM 2100 entsprechenden Werte für die Druckfestigkeit* verständlich.

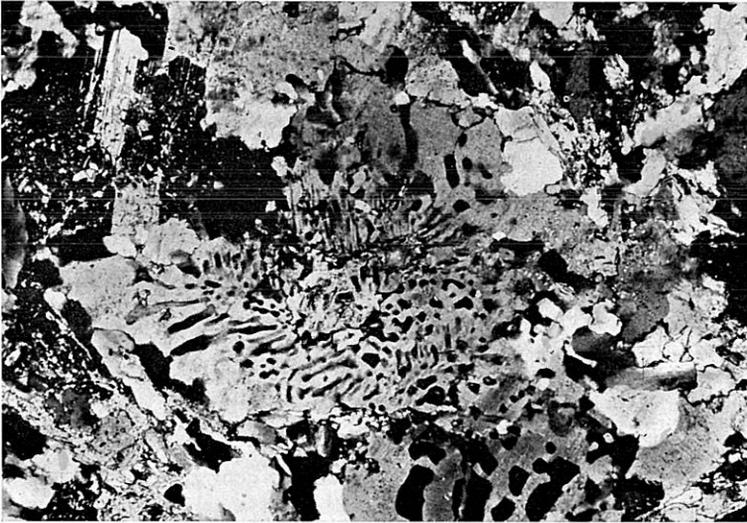


Abb. 1: Typisches Dünnschliffbild des Biotit-Muskowit-Migmatites: Kalifeldspat, Plagioklas (z. T. zersetzt, gefüllt), Quarz, Blattsilikate.
32 ×, + Pol.

* HAUSER—URREGG 1949: Druckfestigkeit in kp/cm²:
 lufttrocken: 1670—1879
 wassergesättigt: 1460
 ausgefroren: 1300

Der **G r a n a t** tritt in bis zu 0,7 mm groß werdenden Kornhaufen auf, er ist nur äußerst schwach (blafsrosarot) gefärbt, schwach zonar, schwach anomal doppelbrechend, meist idiomorph und parallel zu den beiden vorhin genannten Scherflächenrichtungen oder nach anderen Richtungen zerbrochen.

Die **Liegendserie** umfaßt den Weißschiefer (Weißstein, „Kornstein“), der örtlich vom Talk durchzogen oder unterlagert wird, weiters grüne Schiefer, Biotit-schiefer, Amphibolite, Marmorlagen und Gneise. Außerdem wird die Liegendserie diskordant und s-konkordant von Pegmatiten durchschlagen (HADITSCH 1970: 195). Für das Verständnis der Hangbewegungen kommt den Weißschiefern die größte Bedeutung zu; daneben sind auch noch die Chlorit-, Biotitschiefer sowie (untergeordnet) auch die Gneise und Amphibolite wichtig.

Unmittelbar an der Gleitbahn liegen Gesteine, die nach dem megaskopischen Feldbefund unter der Bezeichnung **Weißschiefer** zusammengefaßt werden kön-

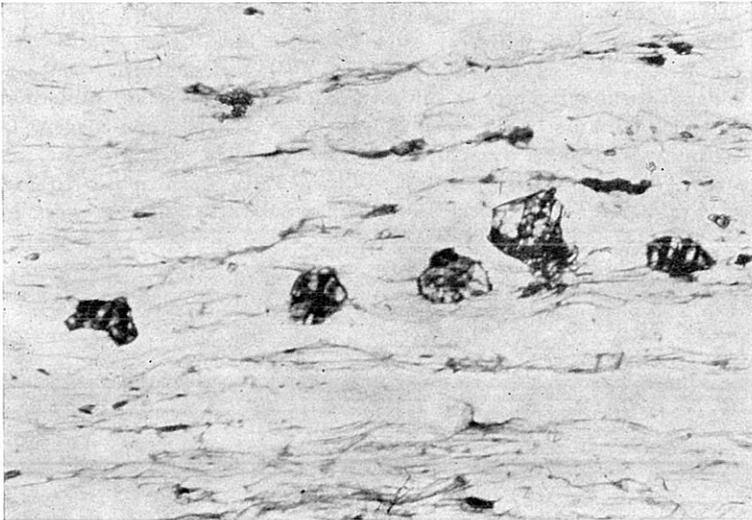


Abb. 2: Weißschiefer. Granat, Quarz und Blattsilikate (Serizit, Leuchtenbergit).
32 \times , 1 Pol.

nen. Unter dem Mikroskop zeigt sich, daß diese Schiefer zumindest aus zwei verschiedenen und gut unterscheidbaren Gesteinen aufgebaut sind:

- a) Der eine Kornsteintyp kann als Muskowit- oder Glimmerquarzit bezeichnet werden. Er besteht zumindest zur Hälfte aus dem genannten Hellglimmer. Die subparallelen Glimmerlagen haben üblicherweise eine Mächtigkeit bis zu 0,2 mm, doch gibt es auch solche mit einer Dicke von nahezu 1 mm. Diesen **M u s k o w i t**-Lagen sind entweder 0,2—0,3 mm dicke mit verzahntem **Q u a r z** oder dünne (etwa 0,4 mal 5 mm) Quarzlinien eingelagert.
- b) Andere Weißschiefer sind als Mylonite zu bezeichnen. Hier schwimmen eckige, kleine (bis 0,5 mm große **Q u a r z**-Bruchstücke, deutlich in das eingeregelt und fallweise zusammen mit **G r a n a t** und **F e l d s p a t**- und **T u r m a l i n** fragmenten und etwas **R u t i l** in einem Gewebe aus dem auch

in diesem Weißschiefer typ mengenmäßig alle anderen Komponenten eindeutig übertreffenden Muskowit. Die Muskowitkörner haben maximal eine Korngröße von 0,6 mal 0,2 mm, sie sind offenbar jünger als die Hauptbewegung, die unter anderem auch den Granat zerdrückte und zu rund 2 mm langen und etwa 1 mm dicken Linsen auslängte und die vor allem auch den Quarz stark deformierte. Unter dem Mikroskop zeigt sich, daß auch die Muskowite von noch jüngeren Scherbewegungen erfaßt worden sind. Diese jüngere tektonische Phase hatte eine teilweise sehr intensive Faltung und Zerbrechung zur Folge.

Die Hauptbewegung bewirkte in Form einer zweischarigen Zerschering und wahrscheinlich in Verbindung mit Lösungsvorgängen eine Plättung der Quarzkörner sowie ein Aufsprossen feiner, verzahnter Quarzaggregate im Druckschatten, d. h. im speziellen Fall: parallel s. Dieser junge Quarz bildet bis zu 0,15 mm dicke Lagen und Blätter und bewirkt offensichtlich eine beträchtliche Versteifung des Gefüges.

Der Granat ist etwas zonar, innen anisotrop, außen hat er eine isotrope, 0,1 mm dicke Zone. Die Feldspatfragmente haben eine Korngröße von maximal 1 mm.

Das ganze Gestein zeigt feine limonitische Schleier und einige Opazitkörner.

Beide Weißschieferarten können auch Leuchtenbergit und Talk führen. Besonders die auf der Grundetage des Bruches und beim Brecher aufgesammelten Proben zeigen einen hohen Gehalt an diesen Mineralen. Beiden Weißschieferarten ist auch gemeinsam, daß die Blattsilikate durchgehende Lagen bilden, was eine extreme Festigkeitsanisotropie bedingt. s-parallele Klüfte, d. h. solche parallel der Gleitbahn, haben einen Durchtrennungsgrad von nahezu 100 Prozent, es gibt also praktisch keine Gesteinsbrücken. Diese Tatsache, noch verstärkt durch die beträchtliche Durchfeuchtung und die geringe Wasserdurchlässigkeit der Weißschiefer, bedingt eine extrem hohe Teilbeweglichkeit dieser Gesteine wie auch deren geringen Reibungswinkel.

Die mehr oder weniger Chlorit führenden Biotitschiefer haben auch ein deutlich ausgeprägtes feinschieferiges Gefüge: Glimmerreiche Lagen (unterschiedlich mächtig, kaum einmal dicker als 1,5 mm) wechsellagern mit quarzreichen, bis 1 mm dicken, teilweise zu flachen Linsen ausgewalzten. Der Biotit ist meist in das s eingeregelt, Querbiotite sind selten. Neben dem dunklen Glimmer gibt es fallweise auch Muskowit. Der Quarz hat in diesen Gesteinen eine Korngröße von maximal 0,8 mm, er ist allgemein stark zerbrochen, zermörtelt und löscht undulös aus. Immer wieder kann man Apatit und Rutil feststellen. Der Rutil zeigt eine deutliche Bindung an bestimmte Gesteinslagen. Besonders in den glimmerreichen Lagen sproßte ein blaßrosarot gefärbter Granat (Korngröße: bis 0,85 mm) auf. Er ist teilweise sehr reich an Einschlüssen.

Zu den jüngsten Mineralen zählt ein Chlorit mit dem Pleochroismus: c = blaßgelblich, fast farblos; a, b = olivgrün mit gelblichem Stich. Dieser Pleochroismus und die verhältnismäßig geringe Doppelbrechung sprechen für Leuchtenbergit. Die Scheiter sind bis zu 2 mm lang und 1 mm dick. Der Leuchtenbergit wuchs vorzugsweise, von Inhomogenitätsflächen ausgehend, quer über das s. Dabei wurden die anderen Glimmer und der Quarz verdrängt. Lediglich der feinkörnige Rutil (Korngröße um 0,1 mm) der glimmerreichen Lagen blieb als s₁ im Leuchtenbergit erhalten.



Abb. 3: Glimmerschiefer. Diskordant aufgesproßte Leuchtenbergit-Pakete.
32 \times , + Pol.

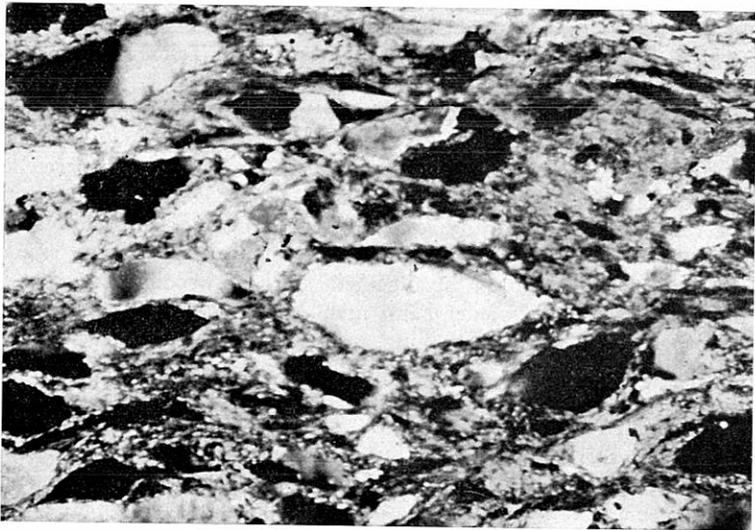


Abb. 4: Weißschiefer, mylonitischer Typ. Quarzfragmente (in unterschiedlicher Auslöschungsstellung) schwimmen, völlig isoliert, in der glimmerigen Grundmasse.
32 \times , + Pol.

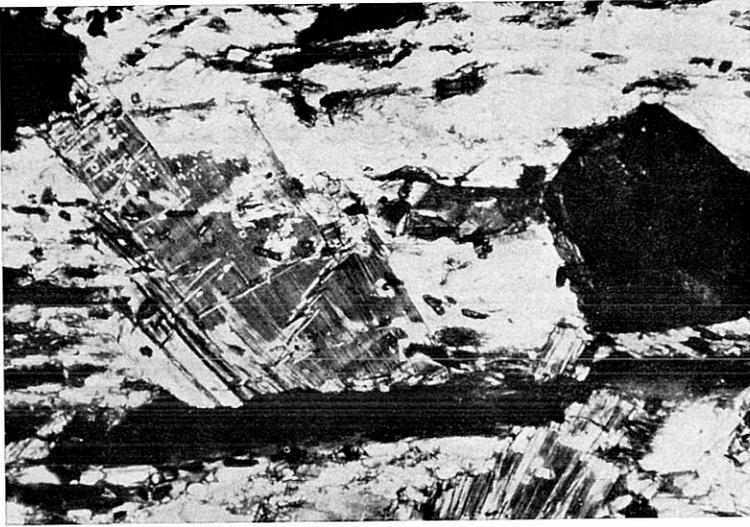


Abb. 5: Glimmerschiefer. Granat, Muskowit, Biotit, Leuchtenbergit (diskordant aufgesproßt), kleine Rutilkörnchen.
32 \times , + Pol.

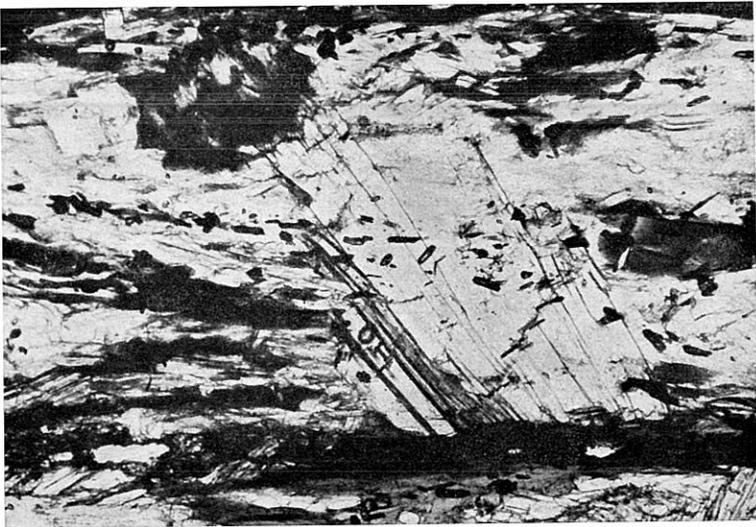


Abb. 6: Fast die gleiche Stelle wie in Abb. 5. Hier ist der ein s. innerhalb des Leuchtenbergits bildende Rutil besser zu erkennen.
32 \times , 1 Pol.

In jenen Glimmerschiefern, die auch Leuchtenbergit führen, findet sich fallweise auch etwas *Disthen*.

Der Vollständigkeit halber müssen noch die kleinen *Zirkon* körnchen (in Biotiten mit pleochroitischen Höfen), die *Opazite* und die von der Zersetzung des Biotits herrührenden limonitischen Flecken erwähnt werden.

Aus dieser Beschreibung geht hervor, daß diese mehr oder minder Muskowit, Leuchtenbergit und *Disthen* führenden Biotitschiefer dem „Strahleggergneis“ R. SCHWINNERS zuzuzählen sind.

Die offenbar jüngste Prägung erfuhren diese Schiefer durch eine engscharige Zerschering (Kluftabstand: 0,8—1 mm) nach zwei Flächenscharen und das (gleichzeitige?) Aufreißen der alten *s*-Flächen infolge einer Dehnung in Richtung senkrecht auf *s*. Da auch diese Biotitschiefer der Gleitbahn sehr benachbart liegen, möchte ich annehmen, daß die Bildung dieser jüngsten tektonischen Flächen mit der Rutschung zusammenhängt. In diesem Falle könnte das Aufreißen der *s*-parallelen Klüfte eine Folge der Gebirgsentspannung nach dem Abgleiten der hangenden Massen sein.

Die durchwegs feinkörnigen **Amphibolite** bestehen hauptsächlich aus *Hornblende* (Pleochroismus: grün/gelbbraun; Korngröße unter 2 mm), *Klinozoisit* (Korngröße bis 1,3 mm) und teilweise verwilligtem *Titanit*, dessen meist rundliche Körner bis zu 0,4 mm groß werden. Daneben kommt vereinzelt noch *Biotit* und *Apatit* vor. Die Biotitschuppen erreichen 0,35 mm Durchmesser, die unregelmäßig geformten und optisch schwach anomalen (zweiachsigen) *Apatit*körnchen nur ausnahmsweise einen solchen von 0,15 mm.

Die ebenfalls relativ feinkörnigen **Pegmatite** bestehen aus ungefähr 3,5 mm großen, nach dem Albit- und dem Periklingesetz verwilligten und gefüllten *Plagioklas*körnern, größerem *Mikroklin* und etwas verzahntem und schwach gelängtem *Quarz* sowie aus feinkörnigem (Stengellänge: 2,5 mm), zonarem *Turmalin* (ϵ : hellgelblichbraun; ω : dunkelbraun mit grünem Stich).

Aus dem gerade Gesagten gehen einige für die Erklärung der Hangbewegungen wichtige Einzelheiten hervor, so vor allem die enge Bindung der leicht verformbaren und daher das Abgleiten der Massen sehr begünstigenden Blattsilikate *Talk* und *Leuchtenbergit* an die Rutschfläche. Wie O. M. FRIEDRICH schon mehrfach, zuletzt 1968, nachweisen konnte, ist die *Leuchtenbergit*bildung sehr eng mit der Genesis verschiedener *Talk*klagerstätten — im gegenständlichen Falle der des Rabenwaldes — verbunden. Die *Talk*- und *Leuchtenbergit*bildung gehört einem metasomatischen Geschehen, das in den Ostalpen an verschiedenen Orten, in jedem Falle aber an einer tektonisch exponierten Stelle, ablief, an. Diese in bezug auf die Silikatmetasomatose ältere tektonische Vorzeichnung ist auf der Höhe des Rabenwaldes eine Überschiebungsbahn und in Stubenberg die Grenzfläche zwischen dem relativ wesentlich festeren *Migmatit* (*Granit*) und den ihn unterlagernden weicheren Glimmerschiefern und *Gneisen*. Diese Inhomogenitätsfläche war naturgemäß nicht in stande, große Gebirgsspannungen aufzunehmen. So kam es zur Ausbildung eines *Mylonits* (das ist der eine der beiden vorhin besprochenen *Weißschiefer*typen), dieses Gesteinszerreibsel war nun wieder besonders reaktionsfreudig und konnte daher von hydrothermalen Lösungen besonders leicht verdrängt werden. Daß derartige Umsetzungsvorgänge längs dieser Liegendgrenze des *Granits* noch bis in die jüngste Vergangenheit stattfanden, beweisen die mir jüngst gelungenen Funde von *Jaspis* und einer handtellergroßen *Opalplatte* im obersten Teil des Anrisses. Die Produkte der

obenerwähnten hydrothermalen Metasomatose, nämlich der Leuchtenbergit und der Talk, führten zu einer weiteren Festigkeitsminderung der ohnedies schon schwachen Zone. So mußten bereits geringe Beanspruchungen zu entsprechenden Ausgleichsbewegungen führen: Bereits in vorgeschichtlicher Zeit führte anscheinend eine relativ geringfügige Unterschneidung des Gehänges durch die Feistritz zu einer Gleitung. Es ist als sicher anzunehmen, daß die noch anhaltende Tiefenerosion der Feistritz in näherer oder fernerer Zukunft zu weiteren Rutschungen geführt hätte, hätte nicht der aktuelle Steinbruchbetrieb — man ist fast geneigt zu sagen: glücklicherweise — die Entwicklung beschleunigt und damit auf diese latente Gefahr aufmerksam gemacht.

Ist es, wie vorstehend gezeigt werden konnte, durch eine mineralogische Bestimmung der Gesteine und unter Bedachtnahme auf genetische Aspekte gelungen, eine wohlbegründete Erklärung für das Entstehen dieser Rutschung zu finden, so ist eine derartige mineralogisch-petrographische Klassifikation der Gesteine allein offensichtlich nicht in der Lage, das unterschiedliche Festigkeitsverhalten des Granits in den verschiedenen Steinbruchbereichen zu erklären. Man steht hier, geradeso wie auch in anderen Bereichen der Gesteinsbearbeitung und -verarbeitung, der Tatsache gegenüber, daß eine rein mineralogisch-petrographische Klassifikation nicht imstande ist, dem Techniker ein (von seiner Warte aus gesehen) zutreffendes Bild eines Gesteines zu liefern. Nun ist es aus der praktischen Erfahrung bekannt und wurde auch durch statistische Gefügeuntersuchungen bestätigt, daß es — wenn man von den Gesteinsgläsern absieht — in der festen Erdkruste keinen über einen Kubikmillimeter hinausgehenden homogen aufgebauten Bereich gibt. Daher sind alle Gesteinseigenschaften bis zu einem gewissen Grad richtungsabhängig. Daraus wird auch verständlich, daß zum Beispiel auch die sogenannten richtungslos-körnigen Gesteine (wie etwa die typischen granitischen Gesteine) eine Festigkeitsanisotropie aufweisen (die die Steinbrucharbeiter schon seit je zu nützen wissen), also eigentlich pseudisotrop sind. Diese (schwache) Anisotropie der Pseudisotropie kann auf Kornregelungen (beim Stubenberger Migmatit etwa der Blattsilikate) zurückgehen. In diesem Falle könnte man noch für viele Fragestellungen der Technik mit einer mineralogisch-petrographischen Klassifikation das Auslangen finden. Die Anisotropie kann aber auch auf das lineare und flächige Megagefüge oder gemeinsam auf dieses und auf mineralogische Besonderheiten zurückgehen. Die richtungsabhängigen Gebirgseigenschaften, also die Gesteinsanisotropien, können also nicht nur durch den Mineralbestand und die Mineralverteilung, sondern auch durch flächige (und lineare) Megagefügeelemente bedingt sein. Daraus ergibt sich für eine brauchbare technische Gebirgsbeschreibung die unabdingbare Forderung, neben der Mineralogie stets auch die tektonischen Gegebenheiten zu berücksichtigen. Dabei wird es immer von der jeweiligen Fragestellung abhängen, ob zur Lösung anstehender Probleme den mineralogischen oder den tektonischen Daten eine größere Bedeutung zukommt.

Unter den tektonischen Elementen haben besonders die Klüfte eine große Bedeutung für das technische Gesteinsverhalten, und in dem Maße, in dem man von der Praxis her (etwa vom Straßen-, Tunnel- oder Talsperrenbau) erhöhte Anforderungen an die Genauigkeit geologischer Voraussagen stellte, mußte man von älteren Arten der Kluftbeschreibung (etwa der nach H. CLOOS) abrücken und zu immer genaueren übergehen. Besonders der von J. STINI gemachte Vorschlag hat sich in dieser Hinsicht als sehr vorteilhaft erwiesen. STINI empfahl bei technisch-geologischen Fragestellungen festzuhalten:

1. die Raumstellung der Klüfte
2. die Dichte des Kluftnetzes (Diese bezeichnet den Grad der Gesteinszerlegung, also, wenn man so sagen will: die Viskosität des Gesteinskörpers, und ist auch ausschlaggebend für die Unterschiede zwischen der Gebirgs- und der Gesteinsfestigkeit. Je weniger Klüfte vorhanden sind, desto mehr wird sich der Wert für die Gebirgsfestigkeit dem für die Gesteinsfestigkeit nähern. Als Maß für den Grad der Gesteinszerlegung dient die sogenannte Klüftigkeitsziffer.)
3. die Erstreckung der Klüfte (Neben der Form ist vor allem auch die Lage und die Erstreckung von Schwächezonen [von den Fehlstellen im Kristallgitter, den Spaltflächen und den Grenzflächen des einzelnen Kornes angefangen bis zu den großen tektonischen Diskontinuitäten, also den Klüften] für das Festigkeitsverhalten der Gesteine bedeutungsvoll, weil nämlich bei jeder Beanspruchung längs dieser Zonen Spannungsspitzen ausgebildet werden, welche dort Bewegungen auslösen können.)
4. den Durchtrennungsgrad (Das ist der in Prozenten anzugebende Grad, in dem ein Gesteinskörper durch die Klüfte in Teilkörper zerlegt wurde. Reißfugen, nach L. MÜLLER auch „Trennbrüche“ genannt, haben meist einen geringeren Durchtrennungsgrad als die sogenannten Scherfugen [nach MÜLLER: „Gleitungs“- und „Verschiebungsbrüche“]. Eine sehr wesentliche Eigenschaft der Gesteine ist größtenteils vom Durchtrennungsgrad abhängig. Es ist dies die sogenannte Fels-Thixotropie. Auf Grund dieser Eigenschaft können Gesteinsmassen, ausgelöst durch verschiedene Umstände, träge auseinanderfließen, sich also wie eine zähe Flüssigkeit verhalten, und dann, unter nahezu vollständiger Erhaltung des vorbestandenen Gefüges, an geeigneter Stelle wieder „fest“ werden. Im Schrifttum gibt es schon einige Beispiele für derartige Erscheinungen. Für den Bereich des Stubenberger Steinbruches sei in diesem Zusammenhang nur an die Verhältnisse an der Ostflanke erinnert. Siehe: HADITSCH 1970: Abb. 13, 14, 15, 16. Es bedarf wohl keiner weiteren Erwähnung, daß die Standsicherheit eines jeden Felsbauwerkes, ob es sich nun um einen Stollen oder Tunnel, um einen untertägigen Abbau, eine Kraftwerkskaverne, einen Straßeneinschnitt oder — wie im gegenständlichen Falle — um einen Steinbruch handelt, abgesehen von der allgemeinen Lage des flächigen Gefüges und sonstiger Inhomogenitäten und den Reibungsverhältnissen auf den Fugen, vom Durchtrennungsgrad und damit vom Ausmaß noch vorhandener Materialbrücken, d. h. vom Restbestand, abhängig ist.)
5. die Öffnungsweite der Klüfte (Diese und ihre statistische Erfassung kann es ermöglichen, die syngenetische Hauptdehnungsachse nachzuweisen und damit die Klüfte in Reiß- und Pressungsfugen zu gliedern.)
6. die allfällige Füllung der Klüfte (Diese bestimmt die Beweglichkeit des Gebirges längs der Fugen, die sogenannte Teilbeweglichkeit, mit. Dieser Punkt ist für die Beurteilung der Verhältnisse in Stubenberg besonders wichtig, haben doch gerade Füllungen mit gleitfähigem Material, beispielsweise mit Serizit, Leuchtenbergit oder Talk oder mit tonigem Letten oder anderen Bestegen, eine hohe mechanische Bedeutung.), schließlich
7. die Beschaffenheit der Kluftwände (Daß eine raue Kluftwand auf eine Beanspruchung anders als ein glatter Harnisch reagieren wird, ist unmittelbar einzusehen.)

Soweit der Vorschlag STINIS. Nun sind die verschiedenen durch den mineralogischen Aufbau und die Tektonik bedingten Eigenschaften, wie etwa die Gesteinsfestigkeit, die Erweichbarkeit, die Steinschlaggefahr, die Maßhaltigkeit, die Gewinnungsfestigkeit, die mögliche Abbau- und Vortriebsgeschwindigkeit, um nur einige zu nennen, von so großem, vor allem wirtschaftlichem Interesse, daß es angebracht erschien, sich über die relative Bedeutung der einzelnen von STINI genannten Einflußgrößen, also über ihre Gewichtung, Gedanken zu machen. So hat beispielsweise der Bergmännische Verband beschlossen, einen „Arbeitskreis für Technische Gebirgsbeschreibung“ einzusetzen, dessen Aufgabe es u. a. ist, Kennziffern für die verschiedenen Gesteinseigenschaften, die auch geeignet sind als Grundlage für künftige Arbeitsausschreibungen zu dienen, zu erarbeiten. Dieser Arbeitskreis nahm im Jahre 1969 seine Tätigkeit auf. Bereits 1970 konnte ein Mitglied dieser Gemeinschaft — J. WEBER (Salzburg) — eine für den bergmännischen Vortrieb gedachte und vom Vorschlag STINIS abweichende interessante Klassifizierung vorlegen, die, wie noch am Beispiel Stubenberg gezeigt werden soll, mit geringen Änderungen geeignet erscheint, auch anderen Sparten der Technischen Geologie und Mineralogie zu dienen.

J. WEBER schlug eine Bewertung des Gebirges mit Hilfe von zehn Parametern, die den Kluftkörper, den Gebirgsverband, die Schwächeflächen und das Gebirgsverhalten umfassen, vor:

- a) Der Kluftkörper wird durch folgende Daten erfaßt:
 1. Größe (angegeben in cm der längsten Kante),
 2. Form (gedrungen, quadrig, säulig, plattig, blätterig, schieferig),
 3. Raumgewicht, Festigkeit (σ_d in kp/cm^2) und Verwitterungszustand (unverwittert, verwittert, zerquetscht, entfestigt, zersetzt, mylonitisch zerrieben) sowie Oberflächenbeschaffenheit (Oberfläche chemisch angegriffen, stark verglimmert, graphitisch, verlettet, vertalkt),
 4. Wassergehalt des Kluftkörpers (staubtrocken, bergfeucht, sehr feucht, wassergesättigt, tropfnaß).
- b) Der Gebirgsverband wird gekennzeichnet durch:
 5. Bergwasser (kein Austritt, Klufttropf, Kluftquelle, Kluftregen, flächenhaft, Quell- bzw. Druckwasser, flächenhaft),
 6. Auflockerung / Verriegelung / Bewegungsfreiheit (Verband gänzlich, mäßig, gering oder nicht verspannt, vollständig, zum Teil oder nicht verriegelt, Klüfte geschlossen oder offen, keine Bewegungsfreiheit oder doch eine nach einer Linearen oder entlang einer oder entlang mehrerer Ebenen, Verband massig, aufgelockert oder aufgelöst, Lockergebirge mit oder ohne Kohäsion),
 7. Abstand der Schwächeflächen in einem Winkel kleiner als 20° zur Vortriebsrichtung (in cm) oder, bei Lockermaterial, Korndurchmesser (in mm),
 8. Flächenanteil (= Durchtrennungsgrad) der genannten Schwächeflächen (in %) und Beschaffenheit der Flächen (verlettet),
 9. Reibungswinkel (in Graden).
- c) Das Gebirgsverhalten wird charakterisiert durch
 10. das Verhältnis der Gesteinsfestigkeit (σ_d) zur Tangential- oder Lochspannung (σ_t), die Zähigkeit, Sprödigkeit, Plastizität und die sich daraus erge-

benden unmerklichen und merkbaren Gebirgsveränderungen (Entspannungsbrüche, Zerbrechungen, Zerquetschungen, „Zwiebelschalen“- und Nischenbildungen, Bruchfließen, Blähungen durch physikalische oder chemische Zustandsänderungen, plötzliche Abplatzungen, Bergschläge, ständige Fließbewegungen).

Durch eine Bewertung dieser zehn verschiedenen Daten mittels verschiedener Kennziffern und durch die auf diese Weise erhaltene Klassifikation gelang in Verbindung mit dem Verhältnis Spannweite / Stehzeit nach dem LAUFFER-Diagramm eine für den Untertagebetrieb (Bergbau, Stollen- und Tunnelbau) geeignete Abgrenzung von sieben Vortriebsklassen, d. h. von sieben Felsklassen mit unterschiedlichen Eigenschaften, die im speziellen Fall die Vortriebsgeschwindigkeit, die Abschlaglänge, die Sicherheit und damit den erforderlichen Ausbau diktieren.

Aus der vorhin gegebenen Schilderung der zehn Parameter geht hervor, daß diese (mit geringen Änderungen) auch geeignet erscheinen, zur Klassifikation der Gesteine für den Steinbruchbetrieb zu dienen. Ich habe es daher unternommen, das WEBERSche Klassifikationsschema in verschiedenen Bereichen des Steinbruches Stubenberg zu erproben, d. h. festzustellen, ob es gelingt, die im Steinbruchbereich erkennbaren Festigkeitsunterschiede des Migmatits quantitativ zu erfassen. Es würde hier zu weit gehen, auf Einzelheiten einzugehen. Es sei nur erwähnt, daß die Unterschiede gut zum Ausdruck kommen, d. h., daß der mittlere Steinbruchbereich bzw. die Ostflanke tatsächlich in verschiedene Klassen fällt. Damit erscheint die Tatsache bewiesen, daß die geradeso wie die STINISche die tektonischen Gegebenheiten berücksichtigende Klassifikation WEBERS für eine dem Techniker dienliche Charakterisierung der Gesteine besser ist als eine rein-mineralogische.

Bereits bei den Untersuchungen im Granit, noch deutlicher aber bei jenen in Gesteinen mit einer besser ausgeprägten b-achsialen Prägung (also bei den Gneisen und den Weißschiefern), kam eine starke Richtungsorientierung des Reibungswinkels zum Ausdruck. So zeigte sich beispielsweise bei einem Weißschiefer des mylonitischen Typs, daß der Reibungswinkel

beim trockenen Gestein parallel zur Lineation 35° ,
senkrecht zur Lineation 41° , aber
beim nassen Gestein parallel zur Lineation nur 21° und
senkrecht zur Lineation nur 34° beträgt.

Diese Unterschiede haben zur Folge, daß beispielsweise der genannte Weißschiefer je nach der Richtung, in der der Reibungswinkel gemessen wurde, in eine andere Klasse fällt. Es wird sich demnach für die Steinbruchpraxis und möglicherweise auch für andere Zwecke als notwendig erweisen, die Richtung, in der der Reibungswinkel bestimmt werden soll, festzulegen.

Die gerade erwähnte Einzelheit ausgenommen, hat sich die WEBERSche Klassifikation in Stubenberg als voll befriedigend erwiesen.

Die nach dem Vorschlag WEBERS unternommene Gliederung der im Steinbruch und in dessen Umgebung aufgeschlossenen (granitischen) Gesteine erbrachte das Ergebnis, daß bis zur Störung im Nordwesten und der Gleitbahn im Nordosten mit keiner wesentlichen Änderung der Festigkeitseigenschaften des Migmatites zu rechnen ist. Dies bedeutet, daß es

1. völlig ausgeschlossen erscheint, die Rutschung zum Stillstand zu bringen, bevor man die gesamte Rutschmasse abgebaut hat. Man kann also nur versuchen, auf der Grundetage einen möglichst großen Raum für das ständig nachbrechende Material zu schaffen, um ein weiterreichendes Abstürzen auf die Landesstraße und in die Feistritz zu verhindern.
2. Aus dem Aufbau des Granitkörpers, besser gesagt: aus den unterschiedlichen Festigkeitseigenschaften des Migmatites, und der Richtung der Hangbewegungen geht hervor, daß der Abbau vorläufig ausschließlich an der Ostseite erfolgen sollte. Der mittlere Steinbruchbereich stellt infolge seines kompakteren, massigen Aufbaues ein natürliches Widerlager gegen die mobilere Südflanke dar und sollte daher vorläufig auf keinen Fall geschwächt werden. Daher sollte die Steinbruchmitte, solange die Bewegungen an der Ostflanke anhalten, möglichst unberührt bleiben.

Aus den schon früher gebrachten Ergebnissen der bis nun durchgeführten Vermessungen kann gefolgert werden, daß bisher die größte Gleitgeschwindigkeit noch nicht erreicht wurde und daß weiters die Aufwärtsbewegung der Straße und ihrer Umgebung noch anhält. Daraus geht hervor, daß weiterhin eine Gefährdung der Landesstraße und der Feistritz zweifellos gegeben ist. Diese Gefährdung für die Straße und den Fluß wird um so geringer werden, je rascher der Granit abgebaut werden kann, und um so größer werden, je langsamer dieser Abbau vor sich geht. Wie schon vorhin erwähnt, scheint es auf Grund der Festigkeitseigenschaften des betroffenen Gesteinskörpers ausgeschlossen, daß die Gleitbewegung von sich aus, ohne den Talgrund zu gefährden, ausklingt. Es würde also, sollte der Abbau im gegenwärtigen Stadium eingestellt werden, das abstürzende Material innerhalb kürzester Zeit die Grundetage auffüllen, sodann die Landesstraße überrollen und das Flußbett verlegen. Somit ergibt sich für den Betrieb die zwingende Notwendigkeit, noch mehr und noch rascher abzubauen und — was gleich wichtig ist — das abgebaute Material auch möglichst rasch abzutransportieren.

Auf Grund der im Felde und unter dem Mikroskop gefundenen Ergebnisse ist mit größter Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß

1. die Bewegungen allmählich nachlassen,
2. eine gewisse Ruhe wegen der Lage und der Beschaffenheit der Grenzfläche zwischen dem Granit und seinen Liegendgesteinen voraussichtlich erst nach einem weitgehenden Abbau des Granites eintreten wird und
3. daß es nach dem Abbau des Granites aller Voraussicht nach zu keinen größeren Massenbewegungen mehr kommen wird, daß vielmehr die Gesteine der Liegendserie infolge der Entlastung lediglich aufblättern, vielleicht teilweise auch abgleiten werden.

Zusammenfassung und Schlußwort

Die behandelten Hangbewegungen haben ihre Ursache im petrographischen und tektonischen Aufbau des Gebietes. Bereits in früherer Zeit gab es hier durch die Tiefenerosion der Feistritz derartige Bewegungen. Der derzeitige Steinbruchbetrieb hat einen, wenngleich nicht sofort erkennbaren Gefahrenherd abgeschlossen. Durch eine (beschleunigte) Weiterführung des Betriebes besteht die Möglichkeit, die Hangbewegungen zu beherrschen.

Eine nur nach mineralogisch-petrographischen Gesichtspunkten erstellte Klassifikation der Gesteine ist nicht imstande, ein klares Bild von den technisch wichtigen Gesteinseigenschaften zu vermitteln. Der Vorschlag J. WEBERS, ursprünglich nur für untertägige Vortriebsarbeiten gedacht, kann in etwas modifizierter Weise auch zur qualitätsmäßigen Gliederung der obertägig bearbeiteten Gesteine dienen.

Für alle mit dem Werkstoff „Fels“ befaßten Techniker ergibt sich aus den Erfahrungen in Stubenberg die Forderung oder Anregung, sich vor Inangriffnahme eines Projektes verstärkt um eine quantitative Erfassung der Gesteinseigenschaften zu bemühen.

Schrifttum

FRIEDRICH, O. M.: Die Talklagerstätten des Rabenwaldes, Oststeiermark. — BHM., 92, 1947, 4/5 : 66—85.

FRIEDRICH, O. M.: Zur Erzlagerstättenkarte der Ostalpen. — Radex-Rundschau, 1953, 7/8 : 371—407.

FRIEDRICH, O. M.: Die Vererzung der Ostalpen, gesehen als Glied des Gebirgsbaues. — Archiv f. Lagerstättenforschung i. d. Ostalpen, 8, 1968 : 1—136.

HADITSCH, J. G.: Die Hangbewegungen in der Umgebung des Granitsteinbruches von Stubenberg (Steiermark). Erklärung aus dem geologischen und mineralogischen Aufbau der Gesteine. I. Teil: Art und Ausmaß der Gleitungen. — Joann., Min. Mittbl., 2/1970 : 175—196.

Anschrift des Verfassers: Doz. Dr. J. G. HADITSCH, Institut für Mineralogie und Gesteinskunde, Montanistische Hochschule A-8700 Leoben.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Abteilung für Mineralogie am Landesmuseum Joanneum](#)

Jahr/Year: 1971

Band/Volume: [1-2 1971](#)

Autor(en)/Author(s): Haditsch Johann Georg

Artikel/Article: [Die Hangbewegungen in der Umgebung des Granitsteinbruches von Stubenberg \(Steiermark\) Erklärung aus dem geologischen und mineralogischen Aufbau der Gesteine II. Teil: Bemerkungen zum mineralogischen Aufbau, zur technischen Gesteinsbeschreibung und Folgerungen aus den Untersuchungsergebnissen. 38-50](#)