

# Über ein geregeltes Sideritgefüge

Von Josef Ladurner

(Mit 4 Diagrammen)

Aus dem Institut für Mineralogie und Petrographie der Universität Innsbruck

Ein Sideritgefüge wird auf seine c-Achsenregelung hin untersucht und mit dem Quarz- und Glimmergefüge des betreffenden Gesteins hinsichtlich der Beziehbarkeit ihrer Regeln verglichen. Das Sideritgefüge wird als ein weiteres Beispiel von mit Calcit, Dolomit, Ankerit und Korund isotypen Gefüge beschrieben. Die Gefügetracht der Siderite wird untersucht.

Die Größenangaben der einzelnen Querschnitte erfolgen in Millimetern, dabei ist D der jeweils längste Durchmesser eines Kornquerschnittes und d der darauf senkrecht stehende Durchmesser. Die angegebenen Werte für D und d wurden aus einer größeren Zahl von Messungen als Mittelwert errechnet.

Im Anschluß an die bisherigen Korngefügeuntersuchungen an Calcit (L 1), Dolomit (L 4) und Ankerit (L 5) wird nun ein Sideritgefüge hinsichtlich seiner Gefügeregel untersucht.

Das Handstück entstammt der Zone des Innsbrucker Quarzphyllits, Fundstelle Penzenboden (Arztal). Herrn Dr. O. Schmidegg bin ich für die freundliche Überlassung des Handstückes zu Dank verpflichtet, ebenso für die Zurverfügungstellung der chemischen Analyse dieses Gesteins. Die chemische Analyse (Dipl.-Ing. K. Fabich, Geologische Bundesanstalt Wien) ergab: 58.66%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (41.03% Fe), 2.86%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 5.71% MgO, Spur CaO, 12.5% unlöslicher Rest.

Das Handstück ist von dunkelbrauner Farbe, an der Oberfläche durch Anwitterung schwarzbraun gefärbt.

Deutlich ist eine lineare Richtung b, während ein s nur leicht angedeutet ist. Das Quarzgefüge, das sich durch seine helle Farbe bereits im Handstück vom Sideritgefüge gut abhebt, bildet verschieden große Anhäufungen, die im Anschliff  $\perp$  b vorwiegend insular angeordnet sind, zum Teil aber auch eine leicht flächige Anordnung erkennen lassen, wodurch ein s (ab) in diesem Gefüge angedeutet ist. Im Anschliff  $\perp$  a ist vielfach eine deutliche Anordnung der Quarze in schmalen Zeilen  $\parallel$  b des Gefüges gegeben und auch im Anschliff  $\perp$  c läßt sich neben einer flachen Anordnung in (ab) stets eine deutliche Längung der Quarzanhäufungen  $\parallel$  b des Gefüges erkennen.

In diesem Gestein treten neben vorwiegend Siderit noch Quarz und Muskowit als Gefügegenossen auf, vereinzelt kommt etwas Pyrit vor.

Zur Kennzeichnung der Gefügetracht der einzelnen Minerale wurden drei aufeinander senkrecht stehende Schlitze ( $\perp$  a,  $\perp$  b,  $\perp$  c) untersucht. Die Gefügeeinträge erfolgten im Schliff  $\perp$  b.

Im Schliff  $\perp$  b sind die Sideritquerschnitte isometrisch, vorwiegend aber leicht heterometrisch. Kristallographische Umgrenzungen fehlen. Die Spaltbarkeit nach (011) ist stets vorhanden, Zwillingslamellierung [bei Siderit nach e (0112)] konnte im vorliegenden Material nicht beobachtet

werden. Der mittlere Korndurchmesser beträgt bei den ausgesprochen isometrischen Kornquerschnitten  $0.311 \text{ mm}$ . Bei den heterometrischen Sideritkornquerschnitten ist das Verhältnis von  $D : d = 0.464 \text{ mm} : 0.330 \text{ mm}$ , wobei die längsten Korndurchmesser  $D$  stets mehr oder weniger  $\parallel a$  des Gefüges liegen.

Die meist sehr kleinen Quarze bilden im Schriff  $\perp b$  vorwiegend insulare Anhäufungen („Quarz in Quarz“-Gefüge) mit zum Teil aber auch deutlicher Erstreckung dieser Anhäufungen  $\parallel s$  (ab) des Gefüges. Neben dieser Anordnung des „Quarz in Quarz“-Gefüges in b-axialen Anhäufungen mit zum Teil flacher Ausweitung in  $s$  (ab) ist aber auch eine Anordnung des „Quarz in Quarz“-Gefüges in h0l- und  $\bar{h}0l$ -Flächen des Gefüges wahrnehmbar mit  $h0l \wedge s$  (ab) =  $47^\circ$  und  $\bar{h}0l \wedge s$  (ab) =  $54^\circ$ .

Neben diesem „Quarz in Quarz“-Gefüge kommt Quarz auch als Einzelkorn in meist sehr kleinen Querschnitten zwischen Sideritquerschnitten vor.

Die Quarzkörner sind meist sehr klein, nur vereinzelt treten wesentliche größere Körner innerhalb des kleinkörnigen Quarzgefüges auf. Die Kornquerschnitte sind im Schriff  $\perp b$  mehr oder weniger isometrisch mit einem mittleren Korndurchmesser von  $0.046 \text{ mm}$ , zum geringeren Teil aber auch heterometrisch mit einem mittleren Verhältnis von  $D : d = 0.090 \text{ mm} : 0.049 \text{ mm}$ , wobei für eine große Zahl derartiger heterometrischer Kornquerschnitte eine Anordnung von  $D$  mehr oder weniger  $\parallel a$  des Gefüges gegeben ist, während für andere derartige Kornquerschnitte keine eindeutige Zuordenbarkeit von  $D$  zu irgend welchen Gefügerichtungen gegeben erscheint.

Muskowit kommt in kleinen schmalen Querschnitten vor ( $D : d = 0.116 \text{ mm} : 0.019 \text{ mm}$ ), die eine deutliche Anordnung von  $D$  parallel jenen aus dem „Quarz in Quarz“-Gefüge ablesbaren Gefügeflächen nach h0l und  $\bar{h}0l$  erkennen lassen, während die ebenfalls durch das „Quarz in Quarz“-Gefüge gegebene (ab)-Fläche im Glimmergefüge nicht oder nur sehr undeutlich in Erscheinung tritt.

Im Schriff  $\perp a$  zeigen die Sideritkornquerschnitte zum Teil eine deutliche Längung subparallel  $b$  des Gefüges mit dem Verhältnis von  $D : d = 0.515 \text{ mm} : 0.339 \text{ mm}$ .

Das „Quarz in Quarz“-Gefüge bildet deutliche Zeilen  $\parallel b$  des Gefüges mit in vielen Fällen wahrnehmbarer Längung der einzelnen Kornquerschnitte subparallel  $b$  des Gefüges und einem Verhältnis von  $D : d = 0.108 \text{ mm} : 0.047 \text{ mm}$ . Neben diesen heterometrischen Kornquerschnitten treten aber auch in großer Zahl isometrische Kornquerschnitte auf.

Die Glimmer zeigen im Schriff  $\perp a$  vielfach lange schmale Kornquerschnitte, die fast immer eine Anordnung subparallel  $b$  des Gefüges erkennen lassen.

Im Schnitt  $\perp c$  des Gefüges zeigen die Sideritkornquerschnitte vorwiegend eine deutliche Längung  $\parallel b$  des Gefüges mit einem mittleren Verhältnis von  $D : d = 0.521 \text{ mm} (\parallel b) : 0.469 \text{ mm} (\parallel a)$ .

Das „Quarz in Quarz“-Gefüge zeigt Anhäufungen, die neben einer Anordnung in  $s$  (ab) nahezu immer auch eine deutliche Längung  $\parallel b$  des Gefüges erkennen lassen. Die einzelnen Kornquerschnitte der Quarze sind zum Teil isometrisch, zum Teil aber auch deutlich wahrnehmbar gelängt in  $b$  mit  $D : d = 0.110 \text{ mm} : 0.048 \text{ mm}$ .

Die Glimmer haben mehr oder weniger schmale, aber meist ausgesprochen stengelige Kornquerschnitte und zeigen vorwiegend eine deutliche Einstellung ihres längsten Korndurchmessers  $\parallel b$  des Gefüges.

Die Siderite lassen also in ihrer Korngestalt in vielen Fällen eine mehr oder weniger deutliche Längung  $\parallel b$  des Gefüges erkennen, daneben kommen aber auch ausgesprochen isometrische Körner vor. Für die gelängten Körner ist auf Grund der Messungen in drei aufeinander senkrecht stehenden Schlifflinien als Bezugskörper ein dreiaxsiges Ellipsoid anzunehmen, vielleicht auch in manchen Fällen ein Rotationsellipsoid. Der längste Korndurchmesser der heterometrischen Körner fällt mit  $b$  des Gefüges zusammen, für die Körner, deren Bezugskörper ein dreiaxsiges Ellipsoid ist, fällt dann der mittlere Korndurchmesser mit  $a$  des Gefüges und der kürzeste Korndurchmesser mit  $c$  des Gefüges zusammen.

Gefügeeinträgungen wurden an Siderit, Quarz und Muskowit im Schliff  $\perp b$  des Gefüges vorgenommen.

Das Glimmerdiagramm (Diagramm D 1) zeigt einen schmalen, geschlossenen Gürtel  $\perp b$ , der nur im Pol von  $s$  ( $ab$ ) auf eine kurze Strecke hin unterbrochen ist. In diesem ( $ac$ )-Gürtel ist eine Anordnung der Glimmer- $c$ -Achsen in zwei scharf peripher gelegenen Häufungen gegeben, die zwar in Ebene ( $ac$ ) stark in die Länge gezogen sind, stets aber durch unterbesetzte Stellen des Diagramms voneinander getrennt sind. Innerhalb dieser beiden langgestreckten Häufungen treten einzelne Übersetzungen (Untermaxima) auf, in der einen Häufung sind es drei derartige Überbesetzungen ( $M1-M3$ ), in der anderen ist nur eine derartige Überbesetzung ( $M4$ ) vorhanden.

Die diesen beiden Häufungen der Glimmerregel zuordenbaren Gefügeflächen nach  $h0l$  und  $\bar{h}0l$  bilden, sofern man die beiden Häufungen als Ganzes betrachtet, mit der im Schliffbild gegebenen und auch im Handstück leicht angedeuteten Ebene  $s$  ( $ab$ ) Winkel von  $46^\circ$  und  $53^\circ$ ; stimmen also, was Neigung und Richtung anlangt gut überein mit dem aus dem Schliffbild ablesbaren Gefügeflächen nach  $h0l$  und  $\bar{h}0l$  des „Quarz in Quarz“-Gefüges. Für das ebenfalls im „Quarz in Quarz“-Gefüge deutliche  $s$  ( $ab$ ) ist im Glimmerdiagramm keine entsprechend starke Besetzung vorhanden, im Gegenteil, das Glimmerdiagramm zeigt gerade im Pol von  $s$  ( $ab$ ) eine deutliche Unterbesetzung.

Das Sideritgefüge (Diagramm D 2) zeigt ebenfalls einen geschlossenen  $c$ -Achsen-gürtel  $\perp b$  des Gefüges. Innerhalb dieses ( $ac$ )-Gürtels ist, ähnlich wie im Glimmerdiagramm D 1, eine Anordnung der stärker besetzten Stellen des Diagramms in zwei Gruppen gegeben, die in ihrer Lage mit jenen des Glimmerdiagramms übereinstimmen, nur daß die Trennung zwischen den einzelnen Gruppen hier nicht in allen Fällen eine so deutliche ist wie in D 1. Es lassen sich also auch in D 2 die Hauptbesetzungen jenen zwei Scharen von  $h0l$  und  $\bar{h}0l$ -Flächen des Glimmergefüges zuordnen, sofern man auch hier wieder diese beiden Häufungen zunächst als Ganzes betrachtet. Innerhalb dieser beiden Gruppen liegen nun stets mehrere stärker besetzte Stellen (Untermaxima) die, wenn man, wie es im Glimmerdiagramm D 1 und später dann im Übersichtsdiagramm D 4 geschehen ist, sie den im Glimmerdiagramm D 1 gegebenen Gefügeflächen  $s_1-s_4$  zuordnet, meist eine deutliche Beziehbarkeit zu diesen Flächen erkennen lassen, was Ausweitung und Besetzungsdichte anlangt.

Die einzelnen Untermaxima in den beiden Gruppen liegen in Abständen von 20 bis 30° von der Peripherie des Diagramms entfernt und lassen in vielen Fällen eine deutliche Anordnung auf Kleinkreisen ( $r$  um 26°) erkennen. Diese Kleinkreisbesetzungen umgeben peripher gelegene, in den meisten Fällen stets deutlich unterbesetzte Stellen.

Gleich wie im Glimmerdiagramm ist auch im Sideritdiagramm keine dem  $s$  (ab) eindeutig zuordenbare stärkere Besetzung gegeben.

Auch das Quarz  $c$ -Achsendiagramm (Diagramm D 3) zeigt einen geschlossenen Gürtel  $\perp b$  des Gefüges, in dem sich, ähnlich wie im Glimmer- und Sideritdiagramm, zwei Gruppen von Häufungen abheben, zuordenbar wieder jenen Gefügeflächen nach  $h0l$  und  $\bar{h}0l$ , sofern man zunächst auch hier wieder jede der beiden Häufungen als Ganzes betrachtet.

Die  $c$ -Achsenpole der Quarze lassen sich auch in D 3 auf Kleinkreise mit  $r = 20\text{--}30^\circ$  anordnen, deren Mittelpunkte, gleich wie im Sideritdiagramm peripher liegen und vielfach deutliche Unterbesetzung zeigen. Diese einzelnen ringförmigen Besetzungen lassen sich wieder jenen schon aus der Glimmerregel und Sideritregel gegebenen Gefügeflächen  $s_1\text{--}s_4$  mehr oder weniger deutlich zuordnen.

Die Mittelpunkte dieser Kleinkreise des Quarz  $c$ -Achsendiagramms fallen also zusammen mit den Mittelpunkten jener Kleinkreise, auf denen im Sideritdiagramm die  $c$ -Achsen liegen. In diese Minima des Siderit- bzw. Quarz  $c$ -Achsendiagrammes fallen nun die Maxima des Glimmerdiagramms.

Diagramm D 4 gibt eine schematische Übersicht hinsichtlich Zuordenbarkeit der einzelnen Besetzungen. Die schwarzen, peripher gelegenen Punkte sind Glimmermaxima (M1—M4), die diesen Glimmermaxima zuordenbaren Gefügeflächen sind mit  $s_1\text{--}s_4$  bezeichnet. Die voll ausgezogenen Kleinkreise entsprechen Kleinkreisbesetzungen im Sideritgefüge, die punktiert ausgezogenen Kleinkreise sind Besetzungen im Quarzgefüge.

Dieses Diagramm D 4 zeigt deutlich, wie die Achsenmaxima des Glimmergefüges ringförmig von Achsenmaxima des Siderit- und Quarzgefüges umgeben sind und wie die einzelnen Besetzungen im Sideritdiagramm und Quarzdiagramm den aus der Glimmerregelung erschlossenen und zum Teil auch im Handstück sichtbaren Gefügeflächen  $s_1\text{--}s_4$  zuordenbar sind.

Aus diesen Gefügeeinträgungen ergibt sich also für Siderit als Gefügekorn eine gleiche Einregelung, wie sie bisher an Calcit (L 1), Dolomit (L 4) und Ankerit (L 5) nachgewiesen ist, nämlich die Einregelung des flachen Rhomboeders  $e$  ( $01\bar{1}2$ ) in  $h0l$  und  $\bar{h}0l$ -Flächen des Gefüges.

Die weitgehende Übereinstimmung dieses Siderit  $c$ -Achsendiagramms mit den  $c$ -Achsendiagrammen von Calcit und Dolomit B-Tektoniten macht auch für Siderit als Gefügekorn einen ähnlichen Translationsmechanismus wie für Calcit oder Dolomit mit Translation nach  $e$  ( $01\bar{1}2$ ) wahrscheinlich. ( $01\bar{1}2$ ) ist zwar als Fuge in keinem der untersuchten Körner sichtbar, es muß das aber nicht unbedingt der Fall sein, da auch bei Calcit genügend Fälle bekannt sind, in welchen Achsenmaxima um Achsenminima ein Maximum von nicht als Fugen nachweisbaren Translationsflächen erschließen lassen (s. u. a. L 6). Auch bei Dolomit und Ankerit ist bei gleichen Regeln wie im Sideritgefüge ( $01\bar{1}2$ ) als Fuge nicht nachweisbar.

Es ist also auch bei Siderit eine wechselweise Einstellung der drei untereinander gleichwertigen flachen Rhomboederflächen  $e$  ( $01\bar{1}2$ ) in  $h0l$ -Flächen des Gefüges als wahrscheinlich anzunehmen. Diese unmittelbare Einregelung von  $(01\bar{1}2)$  in  $h0l$ -Flächen des Gefüges ergibt dann jene mittelbare Einregelung der  $c$ -Achsen auf Kleinkreisen um das Lot der betreffenden  $h0l$ -Fläche, wie sie in diesem Sideritdiagramm deutlich ist.

Dieses Sideritgefüge ist also neben Dolomit, Ankerit und Korund (L 2, 3, 4, 5) ein weiteres Beispiel von mit Calcittektoniten isotypen Gefügen.

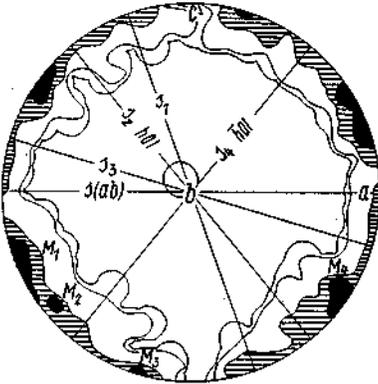
Rotiert man das Quarzdiagramm D 2 und Sideritdiagramm D 3 aus der Lage  $\perp b$  des Gefüges konstruktiv in die Lage  $\perp a$  des Gefüges, so ergibt sich für die beiden rotierenden Diagramme ein in Ebene  $(ac)$  deutlich gespaltener Gürtel, wie er bereits durch B. Sander sowohl an Calcit-B-Tektoniten (L 6, D 78), als auch an Quarz B-Tektoniten (L 6, D 49) nachgewiesen wurde, und wie er auch in L 4, D 23 und L 5, D 2 für Dolomit bzw. Ankerit-B-Tektonite gegeben ist.

Die Besetzung des  $(ac)$ -Gürtels des Siderit  $c$ -Achsendiagramms erlaubt neben der Symmetrieebene  $|| (ac)$  keine weitere Symmetrieebene senkrecht zum Gürtel, stellt also einen B-Tektonit mit monokliner Symmetrie dar, wodurch also hinsichtlich der Gefügesymmetrie eine Übereinstimmung mit Dolomit B-Tektoniten gegeben erscheint, wie sie in L 4 aus derselben Zone (Innsbrucker Quarzphyllit) beschrieben und als Typus I der Dolomitregelung gekennzeichnet sind. Auch mit dem Ankeritgefüge, das ebenfalls einer Einschaltung im Innsbrucker Quarzphyllit (Volderer Tal) entstammt und das auch Regelungstypus I aufweist, ist dadurch Übereinstimmung gegeben (L 5).

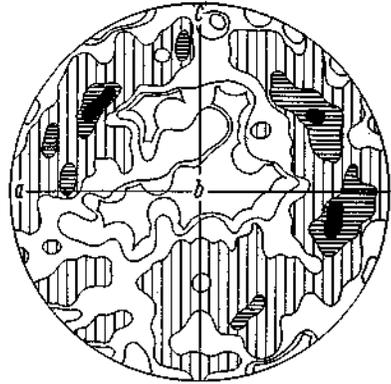
Was die Gefügetracht des Siderits als eine dem Gitterbau zugeordnete Außengestalt des Kornes betrifft, so ergab sich für dieses Sideritgefüge in vielen Fällen eine deutlich gelängte Korngestalt nach  $b$  des Gefüges. Die  $c$ -Achsen der Siderite besetzen dabei einen ziemlich breiten Gürtel  $\perp b$ , aber mit einem genau senkrecht  $b$  deutlichen Abfall in der Besetzungsdichte (gespaltener Gürtel). Es bildet also die gestaltliche Vorzugsrichtung der Siderite (Längung in  $b$ ) mit der eingemessenen kristallographischen Richtung ( $c$ -Achse der Siderite) im Durchschnitt einen Winkel von  $60^\circ$ .

#### Literaturverzeichnis

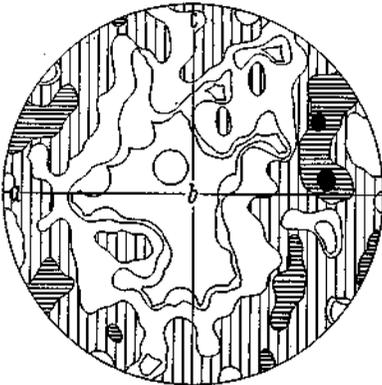
1. Felkel, E.: Gefügestudien an Kalktektoniten, Jahrb. d. Geol. Bundesanstalt, 79, Wien 1929.
2. Ladurner, J.: Zur Kenntnis von Korundgefügen (Achsenverteilungsanalyse an Naxos-Smirgel), N. Jahrb. f. Mineralogie, Abh. 84, 1952.
3. Ladurner, J.: Die Rolle der Endfläche des Korunds (0001) in der Gefügeregel verschiedener Vorkommen von Naxos-Smirgel, N. Jahrb. f. Mineralogie, Monatshefte, 1952.
4. Ladurner, J.: Allgemeine Kennzeichnung und regionale Stellung alpiner Dolomittektonite, Jahrb. d. Geol. Bundesanstalt, 96, Wien 1953.
5. Ladurner, J.: Zum Verhalten von Ankerit im geschlossenen Gefüge und als Einzelkorn, Tscherm. Min. Petrogr. Mitt., 6, 1955.
6. Sander, B.: Einführung in die Gefügekunde der geologischen Körper. II. Teil: Die Korngefüge, Springer Verlag, Wien-Innsbruck 1950.



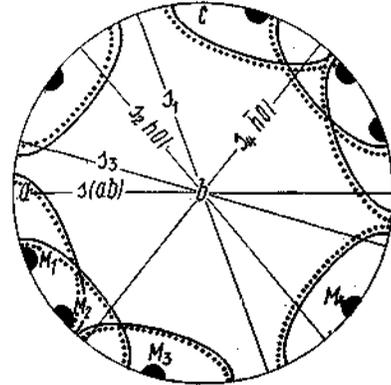
D 1



D 2



D 3



D 4

Diagramm D 1: Penzenboden,  $\perp$  b, 200 Muskovit c-Achsen; 11 — 5 — 3 — 1 — 0·5 — 0%.

Diagramm D 2: Penzenboden,  $\perp$  b, 400 Siderit c-Achsen; 4 — 3 — 2 — 1 — 0·5 — 0·2, 0%.

Diagramm D 3: Penzenboden,  $\perp$  b, 400 Quarz c-Achsen; 4 — 3 — 2 — 1 — 0·5 — 0·2, 0%.

Diagramm D 4: Schematische Übersicht hinsichtlich der Zuordenbarkeit der einzelnen Besetzungen. Schwarze Punkte: Glimmermaxima M 1 — M 4,  $s_1$  —  $s_4$  sind die entsprechenden Gefügeflächen; voll ausgezogene Kleinkreise: Besetzungen im Sideritdiagramm; punktierte Kleinkreise: Besetzungen im Quarzdiagramm.