

Beiträge zur Typisierung von Falten III. Heteroachs geregelte Turmalinfalte.

Von Josef Ladurner

Aus dem Institut für Mineralogie und Petrographie der Universität
Innsbruck

(Mit 1 Abb. und 9 Diagrammen auf Tafel VII)

An einer Turmalinfalte aus den Biotitplagioklasgneisen der Ötztaler Alpen wird das „Turmalin in Turmalin“-Gefüge hinsichtlich seiner Regelung untersucht und mit der Regelung der Quarze (in den Zwickeln zwischen den Turmalinkörnern der Falte und außerhalb der Turmalinfalte) zusammen betrachtet. Die Abwickelbarkeit der Gefügediagramme von Turmalin und Quarz wurde überprüft und die Turmalinfalte als inhomogen geregelte Biegefalte gekennzeichnet, wobei eine vor der Faltung vorhandene Regel der Turmaline nach der Korngestalt erhalten geblieben ist. Das Quarzgefüge, sowohl in den Zwickeln zwischen den Turmalinkörnern der Falte als auch außerhalb der Turmalinfalte, ist homogen geregelt mit heteroachser Überprägung in bezug auf B_f der Turmalinfalte.

a_f b_f (B_f) c_f sind Koordinaten der Faltengestalt, a_{tg} b_{tg} c_{tg} Koordinaten des Turmalingefüges und a_{qug} b_{qug} c_{qug} Koordinaten des Quarzgefüges.

Die Turmalinfalte, die zur Untersuchung vorlag, entstammt den Biotitplagioklasgneisen des Ötztaler Kristallins (Fundort: Hairlachtal, südlich Umhausen) und wurde mir von Herrn Dr. Schmidegg in liebenswürdigerweise zur Bearbeitung überlassen.

Die statistischen Einmessungen des Korngefüges (Turmalin, Quarz und Hellglimmer) dieser Falte erfolgten in der Weise, daß die Falte in einzelne Teilbereiche radial zum Zentrum der Faltengestalt zerlegt wurde.

Die Meßergebnisse für jeden einzelnen Teilbereich, bezogen auf eine mittlere Tangentenlage t an die jeweilige äußere Begrenzung der Faltengestalt wurden zu Sammeldiagrammen summiert, einmal abgewickelt in bezug auf die mittlere Tangentenlage an der Faltenstirne und dann nicht abgewickelt bezogen auf den gemeinsamen Schliffindex aller Teildiagramme.

Die Turmaline bilden eine in den Schenkeln im Durchschnitt 1.69 mm, an der Faltenstirne 2.0 mm mächtige Falte, deren Schenkeln miteinander einen Winkel von 108° einschließen.

Die einzelnen Turmalinquerschnitte in den Faltschenkeln sind im Schliff senkrecht zur Faltenachse B_f vorwiegend deutlich gelängt mit dem längsten Korndurchmesser mehr oder weniger parallel der Kontur des betreffenden Faltschenkels. An der Faltenstirne ist eine polygonale Anordnung der einzelnen, auch hier vielfach gelängten Querschnitte gegeben. Verbiegungen oder rupturale Zerbrechungen an Turmalinen konnten nirgends beobachtet werden. Einzelne gelängte Turmalinquerschnitte

zeigen deutlich eine polare c-Achse, aber ohne einen bestimmten Richtungssinn dieser Achse. Die Absonderung nach (0001) ist an allen Turmalinquerschnitten deutlich.

Unregelmäßige Zwickel zwischen den einzelnen Turmalinquerschnitten dieser Falte sind durch kleine, stark undulöse Quarze ausgefüllt.

Das Gefüge außerhalb der Turmalinfalte besteht im betrachteten Bereiche aus Quarz, Hellglimmer, Kalifeldspat, Granat und etwas oxydischem Eisenerz, wobei die stets starken undulösen und auch meist kleinen Quarze und der Hellglimmer in unmittelbarer Nähe und beiderseits der gefalteten Turmalinlage in schmalen Lagen parallel zur Kontur der Turmalinfalte angeordnet sind.

Gefügeeinmessungen

Die Gefügeeinmessungen wurden im Schriff senkrecht zu der durch die Turmalinlage gegebenen Faltenachse (B_f) durchgeführt.

„Turmalin in Turmalin“-Gefüge. Die Turmalin c-Achsendiagramme der an der Falte unterschiedenen Teilbereiche wurden zunächst zu einem Sammeldiagramm vereinigt (Diagramm D 1), bezogen auf den allen Diagrammen gemeinsamen Schriffindex, also in unverdrehter Lage zueinander. Es bedeckt dieses Sammeldiagramm D 1 somit einen inhomogenen Gefügebereich.

Dieses Sammeldiagramm D 1 zeigt eine im großen und ganzen ziemlich gleichmäßige Besetzung, lediglich mit einzelnen, nahe der Peripherie gelegenen verschieden stark besetzten und auch verschieden großen Untermaxima, ohne daß diese Maxima eine bestimmte Anordnung erkennen lassen. Die an Turmalin bekannte Einstellung der Stengelachse [0001] in b (B) des Gefüges scheint in diesem Diagramm nicht auf.

Wickelt man nun diese Falte konstruktiv ab und bringt die einzelnen Teildiagramme nach einer sinngemäßen Drehung mit ihren zugehörigen t (mittlere Tangentelage an die Kontur der Falte im betreffenden Teilbereich) zur Deckung, so ergibt sich Diagramm D 2, das von Diagramm D 1 der unabgewickelten Falte stark verschieden ist. Dieses Diagramm D 2 zeigt eine deutliche Großkreisbesetzung mit einer einseitigen randlichen Hauptbesetzung, 20° von der Peripherie entfernt und einer leichten peripheren Ausweitung dieser Großkreisbesetzung in Ebene ($a_{tg} c_{tg}$).

Auf Grund bisheriger Diagramme von Turmalingefügen (L 1, 2, 5) läßt sich diese Besetzung als Großkreisbesetzung in ($a_{tg} b_{tg}$) deuten, die randliche Häufung entspricht der an Turmalin bekannten Einstellung von [0001] in b_{tg} des Gefüges. Neben diesem Hauptmaximum in b_{tg} treten innerhalb ($a_{tg} b_{tg}$) noch einzelne schwächer besetzte Untermaxima auf, so besonders in Ebene ($a_{tg} b_{tg}$) beiderseits von b_{tg} im Abstand von 25° . Einstellungen von [0001] in a_{tg} des Gefüges sind nur angedeutet.

Die einzelnen Teildiagramme D 3 bis D 6 zu diesem Sammeldiagramm D 2 zeigen alle ähnliche Besetzungen in ($a_{tg} b_{tg}$) des Gefüges, wieder mit der Hauptbesetzung in b_{tg} des Gefüges, meist mit einer mehr oder weniger deutlichen Längung dieses Hauptmaximums in Ebene ($a_{tg} c_{tg}$) des Gefüges und einer Reihe von Untermaxima in ($a_{tg} b_{tg}$) mit Abständen von 25° , 45° , 60° und 70° von b_{tg} des Gefüges. Einstellungen von [0001] des Turmalins in oder nahe a_{tg} des Gefüges sind auch in den Teildiagrammen nur angedeutet. Alle diese Untermaxima treten in allen Diagrammen auf sind

aber in den einzelnen Diagrammen verschieden stark betont. Am deutlichsten sind immer die Untermaxima im Abstand von 25° beiderseits von b_{tg} in Ebene (a_{tg} b_{tg}).

Dieses konstruktiv abgewinkelte Turmalindiagramm ergibt also für die Turmaline eine deutliche ältere Regel nach der Korngestalt in s (a_{tg} b_{tg}) mit einer bevorzugten Einstellung von [0001] in b_{tg} des Gefüges, die spätere zur Faltung führende Deformation hat diese Regel nicht mehr wahrnehmbar verändert, also ein Beispiel einer inhomogenen, vollkommen abwickelbaren Turmalinbiegefalte mit einer älteren Regel nach der Korngestalt.

Glimmer. Die entsprechenden Glimmerdiagramme aus den beiden Faltenschenkeln zeigen deutliche Maxima im Pol der jeweiligen mittleren Tangentenlage an die betreffende Kontur der Faltengestalt.

Quarz. Unterschieden wurde zwischen dem Quarzgefüge in den Zwickeln zwischen den Turmalinkörnern der Falte und dem die Turmalinfalte umgebenden Quarzgefüge. Die Gefügeeinstellungen wurden auch hier jeweils bezogen auf die betreffende mittlere Tangentenlage an die Kontur der Turmalinfalte im betrachteten Teilbereich.

Das Quarzgefüge außerhalb der Turmalinfalte, aber unmittelbar an diese anschließend, läßt in den Diagrammen der einzelnen Teilbereiche, die sich mit den im Turmalingefüge unterschiedenen Teilbereichen decken eine durchwegs deutliche Anordnung der Quarz c-Achsen in sich deckenden Gürteln erkennen, deren b_{qug} aber mit dem aus der Gefügeregelung der Turmaline erschlossenen b_{tg} (B_{tg}) nicht übereinstimmen.

Bringt man diese Teildiagramme unverlagert zueinander zur Deckung, so tritt dieser c-Achsen-gürtel noch deutlicher in Erscheinung (Diagramm D 7). Bei einer konstruktiven Abwicklung, gleich wie im Turmalingefüge, wird aber diese Gürtelbesetzung wesentlich undeutlicher (Diagramm D 8).

Ähnliche Achsenanordnungen ergaben die Einmessungen des Quarzgefüges in den Zwickeln zwischen den Turmalinkörnern der Falte, wobei auch hier der gleiche Arbeitsvorgang wie beim Quarzgefüge außerhalb der Turmalinfalte gewählt wurde. Mit Ausnahme des Teildiagrammes an der Faltenstirne, wo die Regelung etwas gestört erscheint, treten auch hier wieder in allen Teildiagrammen c-Achsenanordnungen auf, die bei unverdrehter Summierung dieser Teildiagramme zu einem Sammeldiagramm einen deutlichen c-Achsen-gürtel ergeben, der sich mit dem c-Achsen-gürtel der Quarze außerhalb der Turmalinfalte deckt.

Bei einer konstruktiven Abwicklung der Falte dieses Quarzgefüges verschwindet auch hier, ähnlich wie beim Quarzgefüge in den Zwickeln zwischen den Turmalinkörnern der Falte, dieser Achsen-gürtel nahezu ganz.

Es ist also für das Quarzgefüge in der Turmalinfalte und auch außerhalb der Turmalinfalte eine homogene Regelung gegeben.

Die Abb. 1 zeigt die Anordnung der einzelnen Teildiagramme in bezug zur Faltengestalt. t ist die jeweilige Tangente an die äußere Faltengestalt, der schwarze Punkt das Hauptmaximum des Turmalins, punktiert ist der Quarzgürtel eingetragen, das strichlierte Areal im Pol von t ist das Glimmermaximum. a_f b_f c_f sind die Koordinaten der Faltengestalt. Nach Abwicklung der Falte zeigt sich, wie dies in Abb. 1 strichliert gezeichnet ist, daß für das Turmalingefüge vollkommene Abwickelbarkeit vorliegt, ebenso für das Glimmergefüge, nicht aber für das Quarzgefüge.

Für das Turmalingefüge ergab sich auch hier wieder, gleich wie in anderen bisher analysierten Turmalingefügen (L 1, 2, 5), eine Einregelung der Stengelachse (c-Achse) der Turmaline in eine Großkreisbesetzung nach (a_{tg} b_{tg}) mit vorwiegender Einstellung von [0001] des Turmalins in b_{tg} des Gefüges, also eine deutliche Regel (vielleicht auch Regelung) nach der Korngestalt. Neben dieser Hauptbesetzung in b_{tg} des Gefüges treten in (a_{tg} b_{tg}) eine Reihe von Untermaxima auf, besonders im Abstand von 25° beiderseits von b_{tg} . Eine Einstellung von [0001] in a_{tg} des Gefüges ist angedeutet.

Ähnliche Einstellungen stengeliger Minerale mit ihrer Stengelachse vorwiegend in b des Gefüges und Ausbildung einer Großkreisbesetzung in (ab) mit einzelnen Untermaxima sind beschrieben an Hornblende (L 2, 5, 6), Epidot, Klinozoisit (L 2) und an stengeligen Rutilen (L 2).

Die folgende Tabelle zeigt in Übersicht die Verteilung der einzelnen Maxima (Stengelrichtung des betreffenden Minerals) in der Großkreisbesetzung in (ab).

| | in b (Haupt- maximum) | 25° beider- seits b in Ebene (ab) | 35° | 50° | 70° | in a |
|---------------------------------|-----------------------------|---|--|--|--|------|
| Turmalin (Hairlach- tal) | + | + | — | beider- seits b in Ebene (ab) | — | + |
| Turmalin (Sandestal) | + | + | — | beider- seits b in Ebene (ab) | beider- seits b in Ebene (ab) | + |
| Epidot (Sandestal) | + | — | nur auf einer Seite von b in Ebene (ab) | nur auf einer Seite von b in Ebene (ab) | — | + |
| Klinozoisit (Gröll- joch) | + | — | — | nur auf einer Seite von b in Ebene (ab) | — | — |
| Hornblende (Gröll- joch) | + | — | — | — | — | — |
| Rutil (Sandestal) | + | + | — | beider- seits b in Ebene (ab) | nur auf einer Seite von b in Ebene (ab) | + |

Das Turmalingefüge ist vollkommen abwickelbar, ebenso das Glimmergefüge, nicht aber das Quarzgefüge.

Für das Turmalingefüge ist als homogen geregelte Ausgangsform eine ebene Turmalinlage begleitet von einzelnen Glimmerlagen als wahrscheinlich anzunehmen, mit einer Regel der Turmaline in s (a_{tg} b_{tg}) und deutlicher Betonung der Einstellung von $[0001]$ in b_{tg} des Gefüges. Diese Ausgangsform wurde dann durch Biegung zur heute vorliegenden Falte gebogen ohne eine Änderung der Gefügeregeln von Turmalin und Glimmer. Eine der Biegung zur Falte entsprechende Regelung der Quarze ist nicht erfolgt. Welche Regel für das Quarzgefüge vor der Faltung anzunehmen ist, läßt sich nicht nachweisen. Die Orientierung des Turmalingefüges wird als zufällig betrachtet.

Nach der Deformation, die zur Bildung der Turmalinfalte geführt hat, ist eine weitere Deformation erfolgt, die das Quarzgefüge sowohl in den Zwickeln zwischen den Turmalinkörnern der Falte als auch außerhalb der Turmalinfalte homogen geregelt hat. Das Turmalingefüge wurde von dieser Deformation nicht geregelt.

Das durch die Faltengestalt gegebene b_f (B_f) stimmt nicht überein mit dem aus der Turmalinregelung erschlossenen b_{tg} : b_f (B_f) \wedge $b_{tg} = 70^\circ$, liegt aber nach Abwicklung der Falte in derselben Ebene. b_{tg} des Turmalingefüges entspricht einer alten Regel nach der Korngestalt der Turmaline, die trotz der Formung zur Falte im Turmalingefüge erhalten geblieben ist. Das aus der Quarzgefügeregelung erschlossene b_{qug} fällt weder mit b_f (B_f) noch mit b_{tg} der abgewickelten Turmalinfalte zusammen; b_{qug} liegt mit 58° schief zum B_f der Falte. Diagramm D 9 zeigt die Lagebeziehungen der einzelnen Koordinaten zueinander.

Bei diesem Turmalin-, Glimmer- und Quarzgefüge aus dem Altkristallin der Ötztaler Masse handelt es sich also um eine vollkommen abwickelbare, inhomogen geregelte Turmalinbiegefalte mit Erhaltung einer alten Regel (vielleicht auch Regelung) nach der Korngestalt und ebenfalls abwickelbarem Glimmergefüge.

Das Quarzgefüge ergab eine b -Achse (b_{qug}), die sowohl heteroachs zur Faltenachse (B_f), als auch heteroachs zu der aus der Turmalinregelung erschlossenen älteren b -Achse (b_{tg}) liegt (schiefe Überprägung).

In bezug auf die Koordination a_f b_f c_f der Faltengestalt sind (a_f b_f) und (a_f c_f) wohl Symmetrieebenen der Faltengestalt (höchstsymmetrische Falte). (a_f b_f) und (a_f c_f) sind aber keine Symmetrieebenen des Korngefüges. Die Falte ist heteroachs in bezug auf die untereinander heterotaktischen Regelungen von Turmalin (Glimmer) und Quarz.

Was die Abwickelbarkeit des Turmalingefüges betrifft, läßt sich diese Turmalinfalte neben die in (L 3 und L 4 gegebenen Beispiele) inhomogen geregelter Quarzbiegefallen aus dem Innsbrucker Quarzphyllit und inhomogen geregelter Calcitbiegefallen aus der Unteren Schieferhülle und dem Korralpenkristallin stellen.

Literaturnachweis.

1. Andreatta, G.: *Analisi strutturale di rocce metamorfiche I.*, Periodice die Mineralogie, Roma 1932.
2. Ladurner, J.: Deformation, Wachstum und Regelung der Epidote als Gefügekorn und Einkristall, Neues Jahrb. f. Mineralogie, Abhandlung, 82, Stuttgart 1951.
3. Ladurner, J.: Beiträge zur Typisierung von Quarzfalten, Tschermaks mineralog.-petrogr. Mitteilungen, Bd. II (3. Folge).
4. Ladurner, J.: Beiträge zur Typisierung von Falten. II. Calcitfalten. Tschermaks mineralog.-petrogr. Mitteilungen. Bd. IV.

5. Sander, B.: Über einige Gesteinsgruppen des Tauernwestendes. Jahrb. d. Geologischen Reichsanstalt Wien, 62, Wien 1912.

6. Sander B.: Gefügekunde der Gesteine, Springer Verlag 1930.

7. Sander, B.: Einführung in die Gefügekunde der geologischen Körper, II. Teil: Die Korngefüge, Springer Verlag, Wien-Innsbruck 1950.

Erläuterung zu Abb. 1 und zu den Diagrammen (Taf. VII)

Abb. 1.: Turmalinfalte Hairlachtal, \perp Faltenachse br (Br), vollkommen abwickelbare, inhomogen geregelte Turmalinbiegefalte, homogen geregeltes, nicht abwickelbares Quarzgefüge.

Diagramm D 1. Turmalin, Hairlachtal, \perp Faltenachse (Br); Sammeldiagramm, nicht abgewickelt (bezogen auf den Schliffindex); 319 c-Achsen; 6 — 4 — 3 — 2 — 1 — 0·3, 0%.

Diagramm D 2. Turmalin, Hairlachtal, \perp Faltenachse (Br); wie Diagramm D 1, aber abgewickelt auf t des Faltenknies (Diagramm D 4); 319 c-Achsen; 10 — 7 — 6 — 5 — 4 — 3 — 2 — 1 — 0·3, 0%.

Diagramm D 3. Turmalin, Hairlachtal, \perp Faltenachse (Br); Teildiagramm (Faltenschenkel); 108 c-Achsen; 11 — 8 — 7 — 6 — 5 — 4 — 3 — 2 — 1, 0%.

Diagramm D 4. Turmalin, Hairlachtal, \perp Faltenachse (Br); Teildiagramm (Faltenstirne); 46 c-Achsen; 14 — 12 — 10 — 8 — 6 — 4 — 2, 0%.

Diagramm D 5. Turmalin, Hairlachtal, \perp Faltenachse (Br); Teildiagramm (Faltenschenkel); 63 c-Achsen; 20 — 15 — 10 — 8 — 6 — 4 — 3 — 2, 0%.

Diagramm D 6. Turmalin, Hairlachtal, \perp Faltenachse (Br); Teildiagramm (Faltenschenkel); 105 c-Achsen; 12 — 8 — 7 — 6 — 5 — 4 — 3 — 2 — 1, 0%.

Diagramm D 7. Quarz, Hairlachtal, \perp Faltenachse der Turmalinfalte (Br); Sammeldiagramm, nicht abgewickelt (bezogen auf den Schliffindex); 363 c-Achsen; 4 — 3 — 2 — 1 — 0·3, 0%.

Diagramm D 8. Quarz, Hairlachtal, \perp Faltenachse der Turmalinfalte (Br); Sammeldiagramm, abgewickelt auf t des Diagrammes D 4; 363 c-Achsen; 4 — 3 — 2 — 1 — 0·3, 0%.

Diagramm D 9. Übersicht der Lagebeziehungen der einzelnen Koordinaten zueinander; Koordinaten der Faltengestalt: a_f br (Br) cf ; Koordinaten des Turmalingefüges (abgewickelt): at_g bt_g ct_g ; Koordinaten des Quarzgefüges: aq_g bq_g cq_g .

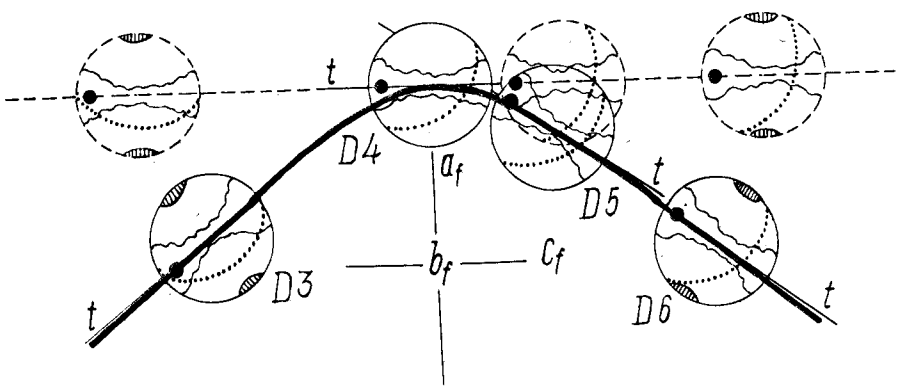


Abb. 1

