

**Zeitschrift:** Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen =  
Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie

**Band:** 11 (1931)

**Heft:** 2

**Artikel:** Zur Kontaktmetamorphose durch Lithiumpegmatite bei Keystone (South  
Dakota)

**Autor:** Hirschi, H.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-12542>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 03.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Zur Kontaktmetamorphose durch Lithiumpegmatite bei Keystone (South Dakota)

Von *H. Hirschi* in Spiez

Die Lithiumpegmatite bei Keystone, besonders die der Etta- und Ingersoll-Mine, sind wegen ihres aussergewöhnlichen Aufbaues weltbekannt geworden. Eine schöne und vollständige Zusammenfassung aller bis 1929 erschienenen Publikationen über Mineralogie, Geologie und Mineralgewinnung in den Black Hills gibt das Bulletin No. 16 der South Dakota School of Mines unter dem Titel: *The mineral wealth of the Black Hills* von J. P. CONNOLLY und C. C. O'HARRA. Es kann daher in jeder Hinsicht auf diese umfangreiche Veröffentlichung hingewiesen werden.

Im Jahre 1926 sammelte Verfasser verschiedene Gesteinsproben inner- und ausserhalb dem Kontakthof der genannten zwei Pegmatite von Etta und Ingersoll, welche zu den nachfolgenden kurzen Darlegungen Veranlassung geben. Die Gesteine in der Umgebung dieser Pegmatite sind steil aufgerichtete, verschiedenartige Glimmerschiefer und Quarzite, welche als präkambrisch gelten. Die Pegmatite selbst müssen ebenfalls präkambrisch sein, da sie die kambrischen Schichten nicht durchbrechen, sondern nur präkambrische (algonkische). Eine Altersbestimmung der Pechblende nach der Bleimethode aus dem Pegmatit vom Ingersoll-Areal führte auf  $1667 \times 10^6$  Jahre<sup>1)</sup>. Typisch auch für die weitere Umgebung der Pegmatite, z. B. zwischen Ingersoll claim und Keystone, sind Quarzbiotitschiefer mit Granat und Staurolith. Der Granat tritt zonenweise so massenhaft auf, dass er Hauptbestandteil wird. Auch die Gesteine ausserhalb dem sichtbaren Kontakthof der Pegmatite müssen als kontaktmetamorph angesehen werden, indem eine mächtige Granitmasse (Lakkolith), von welcher die Lithiumpegmatite ausgehen, in geringer Tiefe vorausgesehen ist. Die metamorphen Gesteine innerhalb den Kontakthöfen der Pegmatite würden damit eine doppelte Kontaktmetamorphose durchgemacht haben.

<sup>1)</sup> C. W. DAVIS, *American Journal of Science*, Vol. XI, März 1926.

Der Pegmatit der Etta-Mine mit seinen Riesenspodumenkristallen hat eine steil aufgerichtete, zylindrische Form von ca. 70:120 m Durchmesser. Die Schieferhülle ist auf eine Breite von 3 bis 10 m in zuckerkörniges, glitzeriges, etwas mürbes, weisses bis grauweisses Gestein umgewandelt. Schwarzbraune Flecken rühren von Turmalinanhäufungen her, kleine grünblaue Kristalle sind Apatit. In gröbern Partien erreichen die Muscovitblätter bis 4 mm Grösse. Gleichmässig im Gestein verbreitet, bald reichlich, bald spärlicher, ist Turmalin in kleinen, dunkeln, idiomorphen Kristallen von 1—2 mm Länge. Mikroskopisch erkennt man als Hauptgemengteil (bis 60 %) fein lamellierten Albit (0.16:0.2 mm), der gegenüber Quarz idiomorph ist. Quarz (bis 35 %) ist nicht verzahnt und, gleich dem Albit, sehr arm an Einschlüssen. Undulöse Auslöschung ist kaum wahrnehmbar. Der meist streng idiomorphe Turmalin ist stark pleochroitisch von lichtbräunlich bis grünbraun, die Spaltrisse nach der Basis sind auffallend reichlich. Relativ recht häufig ist Apatit in Körnern und Fetzen bis 1 mm gross. Wenig vorhanden ist Muscovit und nur ganz vereinzelt ist Kalifeldspat zu beobachten. Erze sind in den Dünnschliffen abwesend.

Der ausserhalb dem engern Kontakthof folgende Glimmerschiefer (ca. 15 m vom Pegmatitrand) ist dunkelaschgrau, feinkörnig schiefrig, glitzerig, mit schwach sichtbarer feinsten Schichtung.

Im Dünnschliffbild herrscht Quarz in kleinen, kaum undulösen Körnern, neben reichlich, parallelgelagertem Biotit und Muscovit. Der Glimmer ist parallel zur Basis streng idiomorph. Die Schüppchen sind im Mittel 0.3 mm breit, beim Biotit 0.03, beim Muscovit 0.015 mm dick. Der Biotit führt recht häufig kräftige Radiohalos, teilweise mit einer Ringzone um die dunkle Pupille. Die maximalen Hofbreiten, vom Kernrand gemessen, erreichen 0.041 mm. Gemessen wurden ferner Hofbreiten von 0.027 und 0.032 mm. Das nicht spärlich eingestreute Erz ist z. T. magnetitartig, während einzelne gestreckte Körner an Columbit erinnern. Sehr kleine idiomorphe, gelbweiss reflektierende Erzteilchen sind wahrscheinlich Pyrit.

Etwas andere Kontaktverhältnisse wie beim scharf umgrenzten Pegmatit der Etta-Mine liefern die Pegmatite im Ingersoll claim, der etwa 6½ km NW von Keystone liegt. Hier kann man etwa drei Hauptpegmatitmassen unterscheiden, die teilweise ineinandergreifen und sich auch verästeln, wobei feine, pegmatitische Adern hunderte von Metern von den Pegmatiträndern ausstrahlen. Grössere Pakete der Schieferhülle, welche zwischen den Pegmatitmassen liegen, sind besonders stark umgewandelt durch die lithium-

haltigen Lösungen. Eine dankbare Aufgabe, die Grenzen der Pegmatitbildungen und ihre kontaktmetamorphen Auswirkungen zu erfassen, bleibt noch offen. Vieles ist geleistet worden hinsichtlich Studium der aussergewöhnlichen Fülle an Mineralarten in den Pegmatiten von Ingersoll, wo über 40 verschiedene Mineralien festgestellt sind. Interessant sind darunter Beryll (bis 1 m Durchmesser), Columbit (in Massen bis 2000 Pfund), Amblygonit und Kalifeldspat in aussergewöhnlich grossen Kristallen (letzterer mit einigen Metern Durchmesser), Kassiterit, Arsenkies, Lepidolith u. s. w. in mächtigen Bildungen. Im Gegensatz zur Etta-Mine ist Spodumen wenig zugegen. Es macht den Anschein, dass die Pegmatite der Etta- und der Ingersoll-Mine verschiedenen Niveaux angehören, letztere vielleicht dem höhern. Am Rand der Pegmatite von Ingersoll liegt eine ca. 12 m breite Zone aus Albit und Glimmer (vorherrschend Lepidolith), dann folgt nach innen eine Quarzzone mit Glimmer, dann mächtige Amblygonit- und Kalifeldspatmassen u. s. w., in welchen u. a. die Riesenberylle und auch Pechblende auftreten. Angesichts der komplizierteren Injektionsverhältnisse im Gebiet der Ingersoll-Mine kann über den normalen Kontakthof noch nichts ausgesagt werden; die Verhältnisse liegen, wie schon angedeutet, nicht so klar und einfach aufgeschlossen da, wie in der Etta-Mine.

Als direkt im Kontakt mit den Pegmatitbildungen (die durch dezimetergrosse Glimmertafeln gekennzeichnet ist) darf ein mittelgrobkörniges, graubraunes, quarzreiches Glimmerschiefergestein (a) aufgefasst werden. Dieses zeigt dünne Quarzlagen und Lagen erfüllt von gepressten und oft gedrehten Staurolithen in idiomorphen Kristallen bis 5 mm Länge.

Im Dünnschliff ist Quarz Hauptgemengteil. Die Quarzkörner sind ineinander verzahnt, löschen undulös aus und führen, ange-reichert in Ebenen, viel Einschlüsse von Gas und Flüssigkeit. Der Biotit ist sehr schwach gefärbt, lichtbräunlich bis fast farblos, mit viel Radiohalos<sup>1)</sup> um durchsichtige Kerne.

Kern 0,0065 mm	Halobreite vom Kernrand aus	0,0378 mm $\perp$ oP
„ 0,054 : 0,038	„ „ „ „	0,032
„ 0,022 : 0,065	„ der dunkeln Pupille	0,026
„ 0,054 : 0,0108	„ vom Kernrand aus	0,027
	„ „ „ „	0,0162

Feldspat und Muscovit fehlen. Apatit ist häufig in grössern Körnern; eingeschlossen in Biotit ist er von sehr schwachem Halo

<sup>1)</sup> Zwischen  $\perp$  Nicols hellen diese Höfe kaum auf, entgegen denjenigen in jüngern Gesteinen.

umgeben. Turmalin tritt reichlich auf in kleinen, idiomorphen Individuen. Die grössern Kristalle sind von Quarz völlig durchwachsen. Magnetit ist nur wenig vorhanden; dagegen ist Kassiterit häufig, idiomorph oder in Fetzen bis 0.1 mm Grösse.

Nicht mehr im Kontakthof der Pegmatite liegen die nun folgenden Gesteine.

Etwa hundert Meter vom Hauptpegmatit entfernt sind dunkel- aschgraue, feinkörnige und feinschichtige, gestreckte Glimmerschiefer (b) mit vereinzelt Staurolithkristallen (fast isometrisch nur mit Basis und Prisma) und Granaten (1—1.5 mm). Der Schiefer wird von 0.5 bis 2 cm breiten Quarzbändern durchsetzt. Diese bestehen aus ziemlich grobkörnigem, grauem bis schwarzbraunem Quarz (Rauchquarz) mit zwischengelagerten, gröbern Biotit- und Muscovitblättern. Am Rand der Quarzbänder ist ein feiner Saum als Feldspat erkennbar.

Mikroskopisches Hauptbestandteil ist Quarz (ca. 60 %), dann folgen Biotit bis ca. 30 % und 10 % werden durch Feldspat, Turmalin und Apatit eingenommen. Bänderweise ist Muscovit reichlich. Quarz löscht stark undulös aus, führt schöne Gas- und Flüssigkeitseinschlüsse (in Ebenen angereichert). Der strohgelbe bis rotbraune Biotit ist sehr frisch und in aussergewöhnlichem Masse erfüllt von schönen Radiohalos. Blättchen von nur 0.15 : 0.5 mm, || oP geschnitten, tragen nicht selten ein Dutzend Höfe. Die gröbern Biotittafeln (bis über 2 mm Grösse), welche in die Quarzadern hineinragen, sind gegenüber den kleinen Biotitschüppchen der Schiefermasse sehr arm an Halos. Über die Halos orientieren folgende Messungen:

Kern	Hofbreite	mm	
durchscheinend, Aggregat, 0,032 mm		0,039	aussen unscharf
„ 0,038 : 0,021	„	0,0389	⊥ oP
„ 0,0108 : 0,0054	„	0,0330	von Ringzone aussen 0,017 von Pupille
„ 0,0065	„	0,0315	0,021 von Pupille
„ 0,0108 : 0,0019	„	0,027	⊥ oP
„ 0,0054	„	0,016	verschwommen
fehlend	Hofdurchm.	0,081	
„	„	0,070	
„	„	0,070	0,0486 von Pupille

Der vereinzelt auftretende Granat ist idiomorph, Kalifeldspat ist lokal angereichert ohne Zwillingsbildung. Albit bis Albitoligoklas ist spärlich und nur selten lamelliert. Der ebenfalls spärliche Turmalin wird in idiomorphen Individuen bis 0.081 : 0.027 mm beobachtet. Die Erzführung ist bänderweise sehr wechselnd, arm bis reichlich.

Abgesehen von vereinzelt grössern Kristallen messen die idiomorphen sulfidischen Erzpartikel im Mittel 0.004 mm.

An der Bahnlinie zwischen Ingersoll und Keystone sind die drei nachfolgenden Gesteinstypen vorherrschend.

Feinkörniger, glitzernder, lineargestreckter Glimmerschiefer (c) führt vereinzelt, bis 2 mm messende Granatkristalle (nur Form {110} oder kombiniert mit {431} und {541}) und braun durchscheinender Staurolith, gedrunge oder nach dem Prisma gestreckt, fast ausschliesslich nur Prisma und Basis zeigend. Parallel der Schieferung sind sehr feine Quarzschichtchen. Im Dünnschliff erweist sich Biotit als herrschender Bestandteil, darauf folgen Quarz, Muscovit. Spärlich sind Granat, Turmalin, Apatit, während Erz in sehr feinen Bildungen das Gestein reichlich und gleichmässig erfüllt. Nur vereinzelt sind gröbere Erzpartikel. Der lichtstrohgelbe bis grünlichbraune Biotit und ebenso der Muscovit sind als scharf begrenzte Schüppchen linear angeordnet. Wie Schiefer (b) schliesst der Biotit massenhaft Radiohalos ein. Hier einzelne Messresultate:

Kern	mm	Hofbreite	mm	
durchsichtig, zirkonartig	0,032 : 0,012	„	0,04–0,038	ausser unscharf. Halo
„	0,053	„	0,038	fast schwarz    oP
„ gelblich	0,019 : 0,0135	„	0,038	
„	0,0135 : 0,008	„	0,032	ausser unscharf
dunkel	0,0069 : 0,0054	„	0,0324	„ sehr scharf
durchsichtig	0,0021	„	0,015	unscharf
grünlichgrau	0,010 : 0,0054	„	0,015	„

Eine ringförmige Aussenzone wurde nur selten wahrgenommen. Wo Muscovit in einen Halo im Biotit hineingreift, zeigt ersterer keinerlei Veränderungen, auch nicht in den Interferenzfarben. Quarz trägt keine undulöse Auslöschung, ist nicht verzahnt und besonders in den Quarzbändchen berührt er sich ebenflächig. Granat ist idiomorph, und nur vereinzelt zu beobachten. Ebenfalls spärlich ist Turmalin, lichtgrau bis graugrün in Kristallen von 0.13 : 0.04 mm. Staurolith ist im Dünnschliff nicht geschnitten. Nicht zu selten sind zirkonartige Gemengteile, welche den Kernen der Höfe ähnlich sind. Erz in sehr feinen isometrischen Formen ist reichlich eingestreut und die gelbweissen Reflexe deuten auf sulfidische Bildung. Längliche Erzkristalle (0.05 : 0.005 mm) sind grau und mattglänzend.

Typisch und verbreitet ist ein sehr feinkörniger, gestreckter, etwas gefältelter, dunkelgrauer, seidenglänzender Schiefer (d), erfüllt von rosarot durchscheinendem Granat (1–2 mm gross), oft verwachsen mit Staurolith, dieser in gedrungener Gestalt von ähnlicher

Grösse wie der Granat. Granat und Staurolith, welche in gleicher Menge vorhanden sind, nehmen 30—40 % des Gesteins ein.

Unter dem Mikroskop erscheint Biotit als Hauptbestandteil, gefolgt von Granat-Staurolith, Quarz, Muscovit, Erz.

Biotit ist lichtstrohgelb bis dunkelbraun, etwas fetzig entwickelt. Nur als Kranz um Granat und Staurolith ist er idiomorph in grössern Blättern, in welchen, um durchscheinende Kerne, schöne Halos eingeschlossen sind.

Kern	0,021 : 0,016 mm	Halobreite	0,0378 – 0,039 mm	schief zu oP
„	0,022 : 0,016	„	do.	oP

Granat und Staurolith sind streng idiomorph, ersterer farblos, letzterer pleochroitisch von lichtgrünlichgelb bis kräftig gelbgrün mit deutlichen Spaltrissen. Quarz ist rein, nicht undulös, in den Quarzbändchen grenzen die Körner ebenflächig aneinander. Reichlich ist Erz in kleinen idiomorphen Partikeln. Meist scheint es Magnetit zu sein, wogegen längliche Körner titanhaltig sein müssen, da sie auch von trüben, titanitartigen Krusten umgeben werden. Ein stengliger, gärförmig auftretender Bestandteil mit enger Zwillinglamellierung und abnormaler, indigoartiger Interferenzfarbe, scheint ein verändertes Hornblendemineral zu sein. Wo es gegen die Staurolith- und Granatkristalle anstösst, führt es Halos wie der Biotit.

Schliesslich soll noch ein Glimmerschiefer (e) beschrieben werden. Äusserlich sieht er demjenigen ausserhalb dem direkten Kontakt-hof des Pegmatits der Etta-Mine liegenden sehr ähnlich.

Im Dünnschliff ist auch hier Quarz Hauptbestandteil, dann folgen Biotit und Muscovit, ferner spärlich Apatit und Feldspat. Biotit ist strohgelb bis rotbraun, bildet kleine, idiomorphe Schüppchen. Nicht selten trägt er kräftige, schöne Halos, die auch ringförmigen Aufbau haben.

Kern	mm	Hofbreite	mm	
durchscheinend,	0,012 : 0,10	„	0,037	aussen scharf
„	0,003	„	0,033	Hof fast schwarz, aussen unscharf, etwas schief oP
„	0,027 : 0,022	„	0,32	aussen unscharf
fehlt		Hofdurchm.	0,070	sehr kräftiger Hof    oP
		Pupille	0,0472	

Das im Dünnschliff (d) genannte, amphibolartige Mineral ist hier ebenfalls anwesend. Der Feldspat entspricht Kalifeldspat und Albit bis Oligoklas, mit seltener Zwillinglamellierung. Erz ist nicht so reichlich wie in (d). Die kleinen pyritartigen Körnchen (0.016 : 0.008 mm) sind idiomorph. Vereinzelt sind kleine Turmaline und Titanitkörner.

### Zusammenfassung

Um den zylindrischen Pegmatitkörper der Etta-Mine erreichen die kontaktmetamorphen Gesteine eine Mächtigkeit von 3 bis 10 m. Sie sind weisslich, zuckerkörnig, albitisiert, mit reichlich eingestreuten kleinen Turmalinkristallen und blauem Apatit. Auf diese folgen nach aussen dunklere Quarzbiotitschiefer, deren Biotit viele Radiohalos aufweist.

Komplizierte Injektion der verschiedenen Pegmatitmassen herrscht im Gebiet der Ingersoll-Mine, wo genauere Lokalisierung der Hauptpegmatitkörper und ihrer Äste, sowie die detaillierte Festlegung ihrer engern Kontaktwirkungen noch eine dankbare Aufgabe bleibt. Hier ist die Kontaktwirkung vor allem durch Verquarzung gekennzeichnet. Die frühern Gemengteile der Schieferhülle (besonders Granat und Staurolith) sind erhalten geblieben, dagegen scheinen die Glimmer umgelagert zu sein. Ein Beweis dafür liegt in den schönen Radiohalos, die in aussergewöhnlicher Menge im Biotit angereichert sind. Diese Erscheinung steht im Verband mit der thoriumhaltigen Pechblendeführung des Pegmatits. Die metamorphen Gesteine im Kontakthof der Lithiumpegmatite werden als doppelkontaktmetamorph angenommen, einmal durch den grossen Granitlakkolithen (Harney Peak granite), dann nochmals durch die Pegmatite.

Spiez, September 1931.

Eingegangen: 30. September 1931.

H. HIRSCHI

Zur Kontaktmetamorphose durch Lithiumpegmatite  
bei Keystone (South Dakota).

Schweiz. Mineralog. Petrogr. Mitteilgn,  
Bd. XI, Heft 2, 1931.



Leere Seite  
Blank page  
Page vide

## ERKLÄRUNG DER TAFEL

Blick in den kraterförmigen Tagebau der Ettamine. Die Riesenspodumene haben teilweise scharf ausgebildete Prismenflächen, meist sind sie aber unregelmässig bis lappig entwickelt. Zwischenmasse bilden hauptsächlich Quarz, Feldspat (besonders Albit), Muscovit. Die im Bilde sperrig bis radialstrahlig orientierten Spodumenkristalle der Peripherie des Pegmatits messen etwa 1—4 m. Bedeutend grösser waren die Kristalle der zentralen Partie des Pegmatits, wo durch Tagebau ein scharf ausgebildeter Spodumenkristall blossgelegt wurde, der bei einer Breite von über 1 m eine Länge von ca. 16 m aufwies. Dieser grösste Kristall setzte sich in schnurgerader Linie durch alle andern Gemengteile fort. Nennenswerte tektonische Störungen haben sich seit der Bildung des Pegmatits (Präkambrium) also nicht bemerkbar gemacht. In der Mitte des Bildes ein senkrecht stehender Aplitzylinder.