XXXVIII. Ueber eine merkwürdige Rinnenbildung und ein neues Zwillingsgesetz an Krystallen des Andreasberger Rothgültigerzes.

Von

F. Klockmann in Aachen.

(Hierzu Taf. X.)

Im Jahre 1893 wurden in St. Andreasberg eine Anzahl Pyrargyritstufen — anscheinend vom Neufanger hangenden Gang — gefunden, deren Krystalle durch eigenthümliche Ausbildungsform, durch das Auftreten ungewöhnlicher Flächen und durch eine bisher unbekannte Zwillingungsverwachsung sich wesentlich von allen früheren Vorkommnissen nicht nur Andreasbergs, sondern auch der sonstigen Fundorte unterscheiden. Bei der über mehr als ein Jahrhundert erfolgten Aufspeicherung von Andreasberger Rothgültigkrystallen in zahlreichen Sammlungen und bei der intensiven Durchforschung gerade des Pyrargyrits, wovon die umfangreiche Literatur Zeugniß ablegt, muss es Wunder nehmen, dass analoge Krystalle früher nicht beobachtet worden sind. Sie scheinen auch nicht übersehen worden zu sein, sondern es muss sich thatsächlich um einen ganz neuen Fund handeln, denn die reichen Sammlungen der Clausthaler Bergakademie und ebenso der Andreasberger Grubenverwaltung enthalten aus früherer Zeit nichts davon. Auch Luedecke erwähnt in seinen Mineralien des Harzes von 1896 nichts Aehnliches. Bei einem gelegentlichen Besuche von St. Andreasberg habe ich wohl als der Erste die unten beschriebenen Eigenthümlichkeiten wahrgenommen und einige bessere Stufen für die Clausthaler Sammlung erworben. Andere Krystalle sind seitdem in den Handel gekommen und verstreut, doch ist mir bisher keine Schilderung derselben in der Literatur aufgestossen.

Der nachfolgenden Darstellung liegen zwei ausgezeichnete Stufen aus

der Clausthaler Bergakademie-Sammlung zu Grunde, für deren Herleihung ich meinem Amtsnachfolger, Herrn Prof. Bergeat, besten Dank weiss. Die übrigen Krystalle, soweit ich solche zu Gesicht bekommen habe, weisen die gleichen Verhältnisse auf, nur sind sie weniger gross und weniger schön ausgebildet. Bei der Beschreibung der einzelnen Formen halte ich absichtlich, um den Vergleich mit älteren Arbeiten zu erleichtern, an dem rhomboëdrischen Krystallsysteme des Rothgültigerzes fest und spreche von Rhomboëdern und Skalenoëdern, wo es richtiger trigonale und ditrigonale Pyramiden heissen müsste.

§ 1. **Allgemeines.** — Die auf einer Unterlage von trübem, drusigem Kalkspath aufsitzenden Pyrrargyritkrystalle bilden die freien Enden derben Erzes und zeigen in diesen freien Enden an allen Individuen, die immer zu Vierlingen verbunden sind, so ziemlich dieselbe Entwicklung. Die untere Krystallhälfte verschwindet in der Verwachsung, so dass die Hemimorphie auch nicht andeutungsweise zum Ausdruck kommt. Sie sind von wechselnder Grösse, von $\frac{1}{2}$ bis zu mehreren Centimetern im Durchmesser, und erreichen in ihren Zwillinggruppen fast Faustgrösse. Das Aussehen der Krystalle ist wie das des derben Erzes durchweg metallisch stahlgrau und stark glänzend, wohl in Folge der Frische; bei längerem Liegen dürften sie dunkelgrau werden. Die kleineren Krystalle können zum Theil ausgesprochen röthlich erscheinen, womit sie der »Andreasberger lichten« Varietät angehören würden, obwohl sie sich chemisch nicht von der dunkleren Abart unterscheiden. Bemerkenswerth ist es noch, dass einzelne Krystalle mit winzigen Körnchen und Spitzen von Silberglanz besetzt sind, die zu der sonst schon vorhandenen Rauhigkeit vieler Flächen noch weiter beitragen.

§ 2. Der **Habitus** ist bei allen Krystallen annähernd gleich, stumpf rhomboëdrisch, und wird bedingt durch das Vorherrschen des ersten stumpferen Rhomboëders $e = -\frac{1}{2}R\{01\bar{1}2\}$, dem gegenüber die seitlichen Begrenzungsflächen, das Prisma zweiter Art $a = \infty P2\{11\bar{2}0\}$ und das spitze Skalenoëder $q' = -\frac{4}{3}R3\{4.8.\bar{1}2.5\}$, gewöhnlich zurücktreten. Doch kann durch eine gelegentlich grössere Entwicklung dieses Skalenoëders der Habitus entsprechend skalenoëdrisch beeinflusst werden. Andere Ausbildungsformen, wie die sonst am St. Andreasberger Rothgültigerz so gemeine prismatische nach $\infty P2\{11\bar{2}0\}$ oder skalenoëdrische nach $R3\{21\bar{3}1\}$ bzw. $R5\{32\bar{5}1\}$ kommen an den mir vorliegenden Stufen nicht vor, auch fehlt es an anderen Zwillingungsverwachsungen, als die nach dem weiter unten beschriebenen neuen Gesetz; solche Zwillinge oder richtiger Vierlinge bilden aber die Regel, Einzelkrystalle scheinen kaum vorhanden zu sein. Der Habitus der Einzelkrystalle ist in Fig. 1, Taf. X zum Ausdruck gebracht.

Die auffälligste Erscheinung aber, die nun sofort die vorliegenden

Krystalle als etwas Besonderes erkennen lässt, besteht in der Ausbildung der die Polkante von $-\frac{1}{2}R\{01\bar{1}2\}$ gerade abstumpfenden Rhomboëderflächen $\frac{1}{4}R\{40\bar{1}4\}$. Die letzteren sind in keinem einzigen Falle einheitlich und zusammenhängend, sondern werden in ihrer Längsrichtung, d. h. parallel der Polkante von $-\frac{1}{2}R$, durch eine deutlich ausgeprägte, bald geradlinige, bald gewundene Medianfurchung in zwei Hälften getheilt. Am Grunde der Furchung erscheint dann die Polkante von $-\frac{1}{2}R$ sichtbar, und es macht den Eindruck, als wenn eine Krystallschale mit der Fläche $\frac{1}{4}R$ einen Krystallkern ohne diese Fläche überkruste und hindurchblicken lasse.

Da, wo die Fläche $\frac{1}{4}R$ glatt und mit scharfen Combinationskanten ausgebildet ist, verläuft auch die Rinne völlig geradlinig und genau in der Mitte. Sie fällt alsdann auch senkrecht auf den inneren Kern herab, d. h. ihre seitliche Begrenzung wird durch Combination mit $a = \infty P2\{11\bar{2}0\}$ hervorgebracht. Ist dagegen, wie gewöhnlich, die von ihr getheilte Fläche stark gestreift, so verläuft sie in wellig gebogener oder absetzender Linie und in gleicher Weise ändern sich alsdann auch die Combinationskanten der beiden Rhomboëder $-\frac{1}{2}R$ und $\frac{1}{4}R$ ab.

Die Furchenweite ist verschieden und bei gewundenem Laufe veränderlich. Zuweilen schliesst sie sich fast ganz zusammen und erscheint, durch eine winkelig zusammenstossende Flächenstreifung deutlich markirt, eher wie eine Zwillingsnaht. In den weitaus häufigeren Fällen klafft sie auf 1—3 mm und selbst darüber, während ihre Tiefe sich auf 1—2 mm beschränkt. Von dem Aussehen der Furchen geben die Figuren 2 und 3 weiteren Aufschluss.

§ 3. **Formen und Combinationen, Flächenausbildung.** Die Combinationen zeigen in Folge des Auftretens fast immer der gleichen Flächen wenig Abweichungen. Dafür bieten aber die Flächen selbst durch die Seltenheit ihres sonstigen Vorkommens und durch ihre Ausbildung mancherlei Bemerkenswerthes. Die beobachteten Flächen sind die folgenden:

1. $a = \infty P2\{11\bar{2}0\}$. Diese sonst gemeinste Form am Andreasberger Pyrargyrit fehlt auch hier an keinem Krystalle, doch gelangen die Flächen bei dem rhomboëdrischen Habitus zu keiner vorherrschenden Entwicklung. Auch sind sie niemals vollzählig vorhanden, vielmehr werden sie nicht allein durch die Verwachsung mit anderen Individuen, sondern auch durch das bevorzugte Auftreten anderer Flächen, namentlich des Skalenoëders $q' = -\frac{1}{3}R3\{4.8.\bar{1}\bar{2}.5\}$ theilweise unterdrückt oder doch in ihren Dimensionen sehr ungleich. Glücklicherweise ist es dann eine charakteristische Streifung, die zu der nicht immer leichten Auffindung des fraglichen Prismas führt. Diese an sich etwas unregelmässige Streifung verläuft meist parallel der Combinationskante mit dem Skalenoëder, doch kommen auch andere

hakenförmige Streifensysteme vor nach Art der in den Lehrbüchern üblichen Zeichnung.

2. $e = -\frac{1}{2}R\{01\bar{1}2\}$ ist die vorherrschende und keinem Krystalle fehlende Form; sie ist am oberen Pol stets vollzählig und auch annähernd symmetrisch entwickelt. Vor allen anderen Formen zeichnen sich ihre Flächen durch rauhe unebene Beschaffenheit aus, die bald durch flache parallel ihrer Symmetrielinie verlaufende Knickungen, häufiger durch unregelmässig dreieckige Gruben und Absätze hervorgebracht werden.

3. $u = \frac{1}{4}R\{10\bar{1}4\}$, als gerade Abstumpfung der Polkanten von $-\frac{1}{2}R$, ist an allen Krystallen und auch immer vollzählig vorhanden. Diese auch sonst an Andreasberger Pyrargyriten gemeine Form ist in der auffälligsten Weise durch zwei Eigenthümlichkeiten charakterisirt: einmal durch die in § 2 beschriebene, niemals ganz unterdrückte Rinnenbildung und dann durch eine fiederartige Streifung parallel ihren Combinationskanten mit $W' = -\frac{1}{8}R\{01\bar{1}8\}$. Zuweilen kann die Streifung fehlen oder doch nur eben angedeutet sein, zumeist ist sie jedoch grob, ja treppenartig absetzend. Die Axe der Fiederstreifen bildet die genannte Längsfurche. Vergl. Fig. 2, 3 und 7.

4. $W' = -\frac{1}{8}R\{01\bar{1}8\}$ als gerade Abstumpfung der Polkanten von $\frac{1}{4}R$. Diese Form ist für den Andreasberger Pyrargyrit neu. Sie wird zwar von Sella in seinem mir leider nicht zugänglich gewesenem »Quadro delle forme cristalline dell' Argento rosso etc. 1856«, anscheinend ohne Angabe des Fundortes, aufgeführt und demzufolge von Rethwisch¹⁾ als gesicherte Form genannt, aber Miers²⁾ versieht sie schon bei seiner Uebersicht der Formen mit einem Fragezeichen, und Luedecke³⁾ erwähnt sie nicht mehr bei der Aufzählung der an Andreasberger Pyrargyritkrystallen wahrgenommenen Krystallflächen.

Bei der Grösse und für die Messung ungeeigneten Beschaffenheit der vorliegenden Krystalle lässt sich die genannte Fläche nun zwar nicht durch das Goniometer nachweisen, aber sie folgt mit aller Sicherheit direct aus der Deduction, indem sie als gerade Abstumpfung von $\frac{1}{4}R$ auftritt; ausserdem wird sie indirect durch das in § 4 beschriebene Zwillingsgesetz bestätigt. Sie bildet die obere Polbegrenzung der Krystalle; gewöhnlich ist sie nur schmal entwickelt, was damit zusammenhängt, dass ihre Streifung

1) E. Rethwisch, Beiträge zur mineralogischen und chemischen Kenntniss des Rothgültigerzes. Inaug.-Dissertation. Stuttgart 1885. Ref. diese Zeitschr. **12**, 67.

2) H. A. Miers, Beiträge zur Kenntniss des Pyrargyrits und Proustits. Diese Zeitschr. 1889, **15**, 129.

3) O. Luedecke, Die Minerale des Harzes. Berlin 1896. Ref. diese Zeitschr. **29**, 174.

parallel derjenigen auf $\frac{1}{4}R$ verläuft und somit ein Oscilliren zwischen $-\frac{1}{8}R$ und $\frac{1}{4}R$ erfolgt.

5. $q' = -\frac{1}{3}R3 \{4.8.12.5\}$. Auch diese Form, ein sehr steiles Skalenoëder, dessen Flächen stellenweise in beträchtlicher Ausdehnung, zum wenigsten aber an jedem Krystalle angedeutet vorkommen, ist für den Andreasberger Pyrargyrit bemerkenswerth. Sie wird von Lévy¹⁾ als an drei Andreasberger Krystallen der Heuland'schen Sammlung auftretend zum ersten Male erwähnt, daher ihre Berücksichtigung bei Rethwisch und bei Luedecke, welch' Letzterer sie bei den isolirten, d. h. ausser Zonenverband stehenden Flächen aufführt. Dagegen bezweifeln Miers²⁾ und nach ihm Goldschmidt³⁾ ihre Existenz bezw. halten sie für bestätigungsbedürftig, weil die Angabe ihres Auftretens allein auf der Autorschaft von Lévy beruhe.

Diese angezweifelte Form bildet nun, wie schon oben bemerkt, das am meisten hervortretende Skalenoëder der vorliegenden Krystalle. Mit Hülfe des Anlegegoniometers liessen sich an einem Krystalle, bei dem die in gerader Kante zusammenstossenden Flächen mehr als Quadratcentimeter-Grösse hatten und dabei verhältnissmässig eben waren, die Winkel der stumpfen und scharfen Polkante mit 36° bzw. 72° messen, während an einem kleineren Krystalle wenigstens der Winkel der stumpferen Kante am Reflexionsgoniometer mit aller Schärfe messbar war und sich zwischen $33^\circ 22\frac{1}{4}'$ und $33^\circ 10'$ liegend ergab. Rethwisch, dem wir in der citirten Arbeit eine weitgehende Berechnung der Krystallwinkel verdanken, giebt die entsprechenden Winkel des qu. Skalenoëders zu $33^\circ 45' 43''$ und $71^\circ 0' 34''$ an.

Nach ihrer Ausbildung gehören die Flächen dieses steilen Skalenoëders zu den bestentwickelten; an kleineren Krystallen wird eine feine Streifung nur durch die Repetition des Goniometersignals erkennbar; auf grösseren Flächen finden sich kleine pfeilspitzenartige Unebenheiten, die durch das spitzwinkelige Zusammenstossen zweier undeutlicher Strichsysteme hervorgerufen werden.

Die genannten fünf Formen bilden anscheinend die ständige Combination eines jeden Krystalles; sie sind die wesentlichen, wenn auch in manchen Fällen nicht die einzigen Formen. Was sich aber sonst noch gelegentlich an Flächen einstellt, gehört Skalenoëdern an. Zunächst ist zu bemerken, dass in einem Falle an Stelle des gewöhnlichen Skalenoëders q' ein ähnliches negatives auftritt, dessen Flächen in der Zone $[-\frac{1}{4}R. \infty P2]$ liegen und dessen stumpfer Polkantenwinkel mittelst des

1) Lévy, Description d'une collection de minéraux, formée par M. Heuland. Londres 1837, 2.

2) Miers, l. c.

3) V. Goldschmidt, Index der Krystallformen. Berlin 1891, 3.

Anlegegoniometers zu 39° gemessen werden konnte. Unter den sonst von St. Andreasberg angegebenen Skalenoëdern finde ich keine Form, die darauf passt.

Häufiger sind die Rhomboëderflächen von $c = -\frac{1}{2}R\{01\bar{1}2\}$ parallel ihrer Mittellinie flach geknickt, was auf ein negatives Skalenoëder der Zone $[-\frac{1}{2}R.R]$ hinweist. Dieses flache Skalenoëder tritt entweder geradezu als Ersatz für das Rhomboëder c auf oder beide Formen treten neben einander in Combination. Eine Winkel-, bezw. Indicesbestimmung des fraglichen Skalenoëders war nicht ausführbar, doch finden sich nach Luedecke an Andreasberger Krystallen drei negative Skalenoëder in der genannten Zone, von denen $-\frac{1}{3}R3\{12\bar{3}5\}$ den stumpfsten Polkantenwinkel mit $16^{\circ}18'$ besitzt und der fraglichen Form wohl entsprechen könnte.

§ 4. **Zwillinge.** Die vorstehend geschilderten Krystalle treten nun ausnahmslos zu Zwillingen, richtiger zu Vierlingen zusammen, und zwar nach einem bisher nicht beobachteten Zwillingsgesetze. Nach der Zusammenstellung von Miers¹⁾ sind am Pyrargyrit folgende Gesetze bekannt:

- 1) nach $u = \frac{1}{4}R\{10\bar{1}4\}$,
- 2) - $r = R\{10\bar{1}1\}$,
- 3) - $a = \infty P2\{11\bar{2}0\}$,
- 4) - $e = -\frac{1}{2}R\{01\bar{1}2\}$.

Rethwisch und Schuster²⁾ lassen dann auf Grund älterer Angaben noch die beiden weiteren Gesetze nach $o = 0R\{0004\}$ und $b = \infty R\{10\bar{1}0\}$ zu, welche jedoch von Miers mit Recht auf $a = \infty P2\{11\bar{2}0\}$ zurückgeführt werden. Nach Frenzel³⁾ sollen weiter noch Zwillinge nach $s = -2R\{02\bar{2}1\}$ vorkommen, was aber von Weisbach, Rethwisch⁴⁾ und Miers angezweifelt bezw. nicht anerkannt wird. Somit ist die nachstehend erörterte Zwillingungsverwachsung das fünfte sichere Gesetz am Pyrargyrit.

Die Zwillingungsfläche dieses neuen Gesetzes giebt die oben näher beschriebene Fläche $W' = -\frac{1}{4}R\{01\bar{1}8\}$ ab, die Verwachsungsfläche wird von einer dazu senkrechten Ebene geliefert.

Grösse und sonstige Beschaffenheit der mir vorliegenden Krystalle sind der Feststellung dieses Zwillingsgesetzes durch Messung nicht besonders günstig, aber schon die äussere Betrachtung genügt zur sicheren und unanfechtbaren Bestätigung. Die zu einem Zwillinge miteinander verbundenen Individuen sind annähernd von gleicher Grösse und verleihen demselben dadurch ein ziemlich symmetrisches Ansehen. In Folge dessen

1) Miers, l. c. S. 462 ff.

2) Schuster, Ueber hemimorphe Pyrargyritzwillinge von Andreasberg. Diese Zeitschr. 1887, 12, 447 f.

3) Frenzel, cf. Rethwisch, l. c. S. 83.

4) Rethwisch, l. c. S. 83; cf. auch Goldschmidt, Index 3, 66.

liegen auch diejenigen Flächen, die beiden Individuen gemeinsam sind, also die Zwillingflächen W' , in gleicher Höhe und in gegenseitiger Fortsetzung; sie spiegeln gleichzeitig ein. Das zeigt sich in augenfälliger Weise und wird noch dadurch besonders auffällig, weil auch bei geeignetem Reflexionswinkel gleichzeitig die treppenartige Streifung von $\frac{1}{4}R$, die ja von der sich stetig wiederholenden Combination mit $-\frac{1}{4}R$ berührt, ebenfalls einspiegelt.

Daneben habe ich versucht, das Gesetz durch Messung zu erhärten. Von dem einspringenden Winkel $c : c$ wurde ein Wachsabdruck gemacht und dessen Seiten mit Spiegelglas belegt. Der mit dem Anlegegoniometer gemessene Winkel ergab an mehreren Krystallen im Durchschnitt 39° , während er unter Zugrundelegung der Winkeltabelle von Rethwisch $39^\circ 17\frac{1}{2}'$ betragen sollte.

Aus der weiteren Rechnung folgt, dass sich die Verticalaxen beider Individuen unter einem Winkel von ca. 43° schneiden und dass die auf der Zwillingfläche senkrecht stehende Verwachsungsfläche — zumeist geschieht allerdings die Verwachsung in unregelmässiger Fläche — ungefähr einem positiven Rhomboöder $9,7R$ entsprechen würde.

Das besprochene Zwillingsgesetz tritt nun in allen beobachteten Fällen in symmetrischer Wiederholung nach allen drei Rhomboöderflächen von $W' = -\frac{1}{8}R\{04\bar{1}8\}$ auf, so dass cyklische Vierlinge entstehen, die in ihrer symmetrischen Gruppierung an die bouquetartigen Vierlinge des Pyrargyrits nach $u = \frac{1}{4}R\{10\bar{1}4\}$ erinnern, aber davon doch wiederum ganz verschieden sind. Durch die Gegenüberstellung beider Vierlingsarten in der schematischen Zeichnung (Fig. 4 und 5) tritt der Unterschied sofort in die Augen. Die Fig. 6 und 7 geben die Vierlinge in ihrer gewöhnlichen Combination wieder; bei diesen idealisirten Bildern treten aber die Flächen des Prismas zweiter Art über Gebühr hervor, was in der Natur nicht der Fall ist. Immerhin besitzen die natürlichen Krystalle einen hohen Grad symmetrischen Aussehens, der nur durch gelegentliche parallele Wiederholungen einzelner Kanten etwas beeinträchtigt wird.

Die vorstehenden Betrachtungen lehren, dass die so viel durchforschten Andreasberger Rothgültigkrystalle immer noch neue Ergebnisse zu liefern vermögen. Eine erschöpfende Monographie dieses Harzer Minerals wird wohl noch einige Zeit ungeschrieben bleiben müssen.

Aachen, den 18. März 1900.

Erläuterung der Figuren.

Fig. 1. Gewöhnlicher Habitus der Krystalle.

$$a = \infty P_2 \{11\bar{2}0\}$$

$$q = -\frac{1}{3}R_3 \{4.8.\bar{1}2.5\}$$

$$e = -\frac{1}{2}R \{01\bar{1}2\}$$

$$u = \frac{1}{4}R \{10\bar{1}4\}$$

$$W' = -\frac{1}{6}R \{01\bar{1}8\}.$$

Fig. 2. Krystall mit Rinne und Streifung auf der Fläche $u = \frac{1}{4}R \{10\bar{1}4\}$ und charakteristischer Zeichnung der übrigen Flächen.

Fig. 3a und 3b. Spezielle Darstellung der Rinnen.

Fig. 4. Schematische Darstellung eines Vierlings nach dem Gesetz: Zwillingsfläche $W' = -\frac{1}{6}R \{01\bar{1}8\}$.

Fig. 5. Zum Vergleich: schematische Darstellung eines Vierlings nach dem Gesetz: Zwillingsfläche $u = \frac{1}{4}R \{10\bar{1}4\}$.

Fig. 6. Vierling nach $W' = -\frac{1}{6}R$ mit allen auftretenden Flächen.

Fig. 7. Vierling nach $W' = -\frac{1}{6}R$ mit Rinnen und Streifung auf den Flächen $u = \frac{1}{4}R \{10\bar{1}4\}$.