

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

Band: 41 (1961)

Heft: 2

Artikel: Zerfallserscheinungen bei Rotnickelkies

Autor: Frenzel, Gerhard

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-31909>

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: 27.01.2026

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

Zerfallserscheinungen bei Rotnickelkies

Von *Gerhard Frenzel* (Heidelberg¹))

Mit 7 Textfiguren

Zusammenfassung

Die vorwiegend verwitterungsbedingten Umbildungen von Nickelin erinnern durchaus an analoge Vorgänge bei Magnetkies. In Anbetracht des gleichen Gittertypes bei NiAs und FeS kommt dieses nicht unerwartet, wenn auch andere chemische Voraussetzungen vorliegen. Während bei Pyrrhotin sich Markasit u. a. in Form des sogenannten Zwischenproduktes bildet oder zusammen mit Pyrit in den Birds-eye-Strukturen vorkommt, beobachten wir in Rotnickelkies unter ähnlichen Bedingungen eine dem Rammelsbergit strukturell und chemisch sehr nahestehende Komponente (Rammelsbergit*) und Vaesit.

Summary

The decomposition of niccolite which is mainly produced by weathering very much resembles the analogous processes with pyrrhotite. With regard to the same crystal structure of NiAs and FeS this does not come unexpected, though there is another chemical composition. In weathered pyrrhotite pyrite and marcasite are observed, both having the birds eye-structure, and the latter occasionally as the so called Zwischenprodukt. In niccolite under the same conditions rammelsbergite* (a compound which is very close related to rammelsbergite) and some vaesite are formed.

Verfasser beschäftigt sich seit mehreren Jahren mit den im Rahmen von Verwitterungsvorgängen oder ganz niedrig temperierten schwefelsauren Lösungen hervorgerufenen Umbildungen von Sulfiden (FRENZEL, 1955, 1957, 1959). Unter anderm wurde auch laufend Beobachtungsmaterial über die Abbauerscheinungen von Rotnickelkies gesammelt. Dabei leisteten die mit der Rehwald-Maschine hergestellten Anschlüsse gute

¹) Mineralogisch-petrographisches Institut der Universität Heidelberg.

Dienste. Schon RAMDOHR (1960) erwähnt in seinem Lehrbuch der Erzmikroskopie, dass bei der Verwitterung von Nickelin nicht nur die Spaltbarkeit entwickelt wird, sondern zudem ein weisses, anisotropes Mineral entsteht. Diese Zerfallskomponente ist keineswegs selten, Verfasser fand sie bei sorgfältiger Durchmusterung in mehreren Präparaten der Ramdohrschen Anschliffsammlung. Verbreitet scheint sie im „Rücken“ des Mansfelder Kupferschiefers zu sein. Eine Identifikation dieser Mineralphase war bisher weder Herrn Prof. Ramdohr noch mir gelungen. Die Verwachsungen mit Rotnickelkies sind zu innig und die Dimensionen zu klein (siehe z. B. Fig. 1), um mit dem zur Verfügung stehenden Gerät eine gute Röntgenfluoreszenzanalyse durchführen und das Herausbohren für die Pulveraufnahme bewerkstelligen zu können. Die Lösung des Problems ruhte, bis ein Zufall Herrn Dr. Schürenberg ins Haus führte, der Herrn Prof. Ramdohr zwecks Untersuchung iranischer Nickelerze konsultierte. Ein von Herrn Schürenberg vorgelegter Anschliff von der Cu-Grube Meskani aus dem Bezirk Anarak enthielt das fragliche Mineral relativ grob, so dass an eine erfolgversprechende Abtrennung gedacht werden konnte. Auf gemeinsame Anregung von Prof. Ramdohr und Herrn Schürenberg übernahm Verfasser die Weiterbearbeitung des fraglichen Minerals.

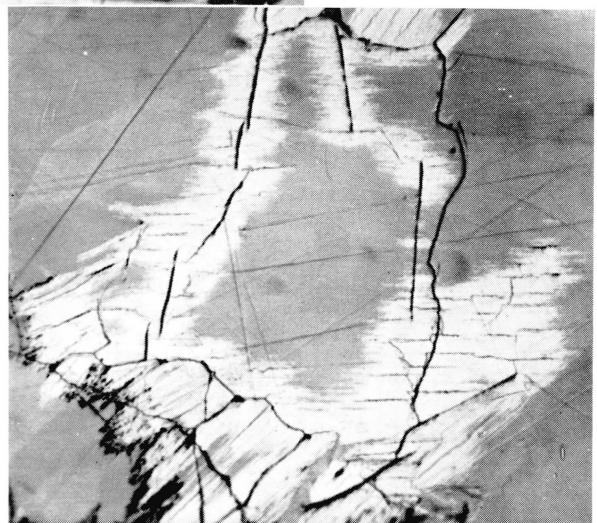
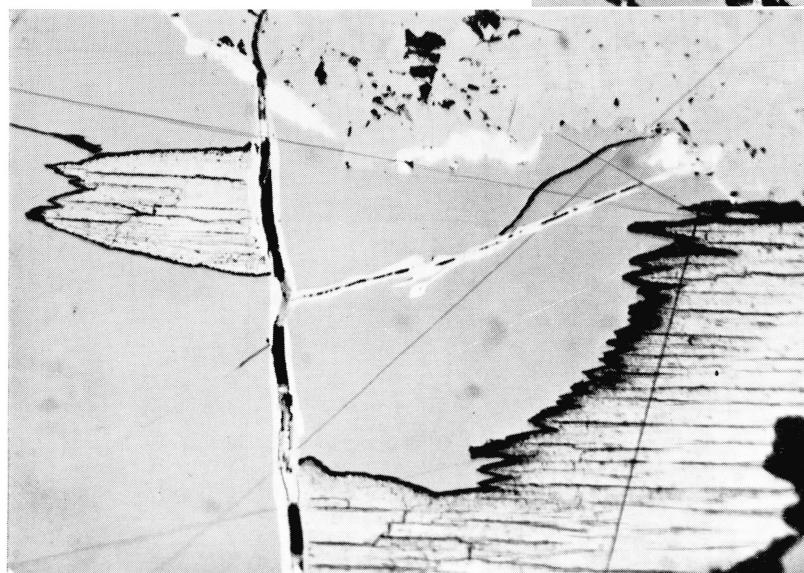
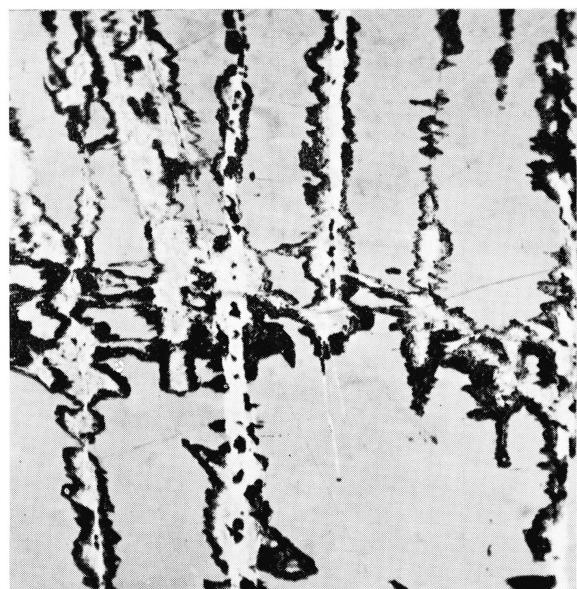
Die Zerfallsstrukturen von Rotnickelkies erinnern durchaus an entsprechende Abbau-Erscheinungen bei Magnetkies — vgl. zum Beispiel die Arbeiten von RAMDOHR (1960), SAKSELA (1947, 1951 a, b) und FRENZEL (1955, 1957). In Anbetracht des gleichen Gittertyps bei Nickelin und Pyrrhotin kommt dieses nicht unerwartet. Alles das, was wir im

Legenden zu nebenstehenden Figuren:

Fig. 1. Fundort fraglich, vielleicht Andreasberg im Harz. Rotnickelkies (grau) mit Rissen, von denen aus parallel der Basis Rammelsbergit* (weiss) vordringt. Dieser setzt fast immer von NiAs durch einen scharfen Sprung ab. Vergr. 165×.

Fig. 2. Grube Meskani, Bezirk Anarak im Iran. Bildung von Rammelsbergit* im Rotnickelkies unter Entwicklung der Spaltbarkeit nach (0001) und (1120). Auf Klüften im NiAs befinden sich Pararammelsbergit (weiss; tapetenartige Beläge z. T.), ged. Wismut (reinweiss, stärker als Pararammelsbergit reflektierend) und Wismutglanz (grau). Oben, an der Peripherie des Bildes, Rammelsbergit mit relativ schwachem Reflexionsvermögen; darunter, an der Grenze zum Nickelin, Pararammelsbergit. Vergr. 250×, Ölimmersion.

Fig. 3. Grube Meskani, Bezirk Anarak im Iran. Typische Umsetzung von Rotnickelkies (grau) in Rammelsbergit* (weiss) von Klüften aus. Beginnendes Verwitterungsstadium. Aufnahme wurde kontrastreich kopiert. Vergr. 250×, Ölimmersion.



NiAs

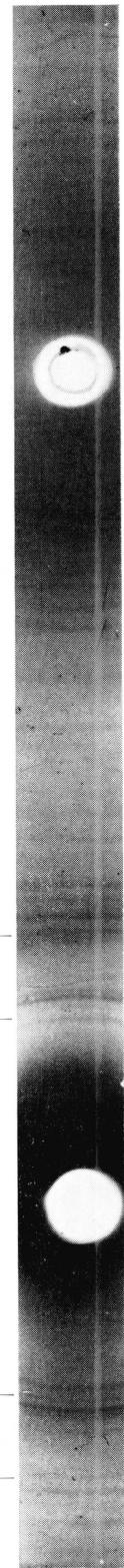


Fig. 4



Fig. 5

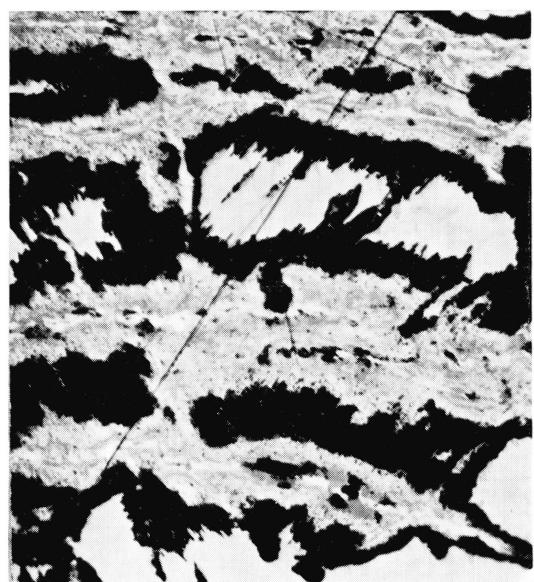


Fig. 7

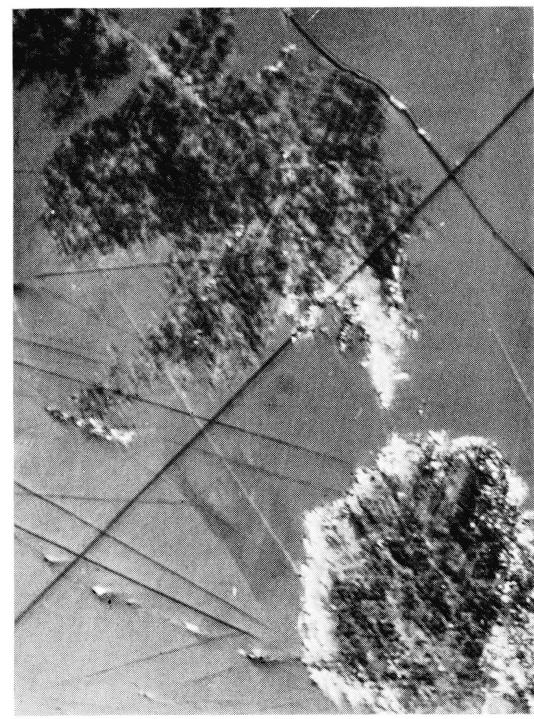


Fig. 6

Zusammenhang mit der Bildung von Markasit bzw. dem Auftreten des sogenannten „Zwischenproduktes“ (RAMDOHR, 1960; FRENZEL, 1957) und der Birds-eye-Strukturen von FeS her kennen, wiederholt sich bei NiAs unter ähnlichen, wenn auch anderen chemischen Voraussetzungen. Nur ist Rotnickelkies gegenüber der atmosphärischen Verwitterung nicht ganz so empfindlich wie Magnetkies, und demzufolge sind typische Verdrängungsbilder weniger häufig.

Zu Beginn des Verwitterungsprozesses entstehen neben unregelmässig geformten Sprüngen bevorzugt feine Risse nach (0001), welche der natürlichen Basisspaltbarkeit von Rotnickelkies entsprechen. Untergeordnet kommt auch solche nach (1120) vor, und gelegentlich ist auch scheinbare Spaltbarkeit nach (1011) zu registrieren. Letztere beruht jedoch auf feinen Druckzwillingslamellen, welche den lösenden Kräften der Verwitterung geringeren Widerstand als die kompakten Partien entgegensetzen. Typische Bilder zeigt RAMDOHR (1960). Ähnliches wurde vom Verfasser mehrfach in Ni-Erzen aus dem Rücken des Mansfelder Kupferschiefers beobachtet. Gleichzeitig oder im unmittelbar anschliessenden Verwitterungsverlauf stellen sich an den Kornrändern und auf den neu gebildeten Klüften chemische Veränderungen ein. Es bilden sich streng parallel der Basis ausgerichtete feinnadelige bis -faserige Aggregate eines weiss reflektierenden, stark anisotropen Minerals (Fig. 1, 2 und 3). Zum Teil sind es regelrechte Bärte, die vom Kornrand parallel (0001) in den Rotnickelkies hineinwuchern. Diese Gebilde sind vom noch gesunden Nickelin des öfteren abgesetzt (Fig. 1, 2 und 7), in sich sperrig und bröckelig und schwer zu schleifen. Farbeindruck in Luft und Öl

Legenden zu nebenstehenden Figuren:

Fig. 4. Pulveraufnahme nach der asymmetrischen Methode von Rammelsbergit*. Geringfügige Verunreinigung durch miterfasstes NiAs. Meskani, Bezirk Anarak (Persien). $Fe_{K\alpha}$ — 30 kV — 8 mA — 9,5 Std.

Fig. 5. Aufnahme von Rammelsbergit. Schnepfenbuschschacht bei Bauhaus (Kreis Rotenburg a. d. Fulda). Kurhess. Kupferschieferbergbau GmbH. Sontra. $Fe_{K\alpha}$ — 30 kV — 8 mA — 2 Std. d-Werte siehe Tab. 1.

Fig. 6. Grube Meskani, Bezirk Anarak im Iran. Rotnickelkies (1010) [1210] || Rammelsbergit* (001) [100]. Schnitt etwas schief zur Basis. + Nicols. Vergr. 560× (Nachvergrösserung einer 250×-Aufnahme), Ölimmersion.

Fig. 7. Fundort fraglich, vielleicht Andreasberg im Harz. Rotnickelkies wird von Rammelsbergit* (weiss) und Vaesit (grau) verdrängt. Charakteristisch ist die Zähnelung der Rotnickelkies-Relikte parallel (0001) und das kluftartige Absetzen des Zersetzungspproduktes vom NiAs. Vergr. 250×, Ölimmersion.

weiss. Das Reflexionsvermögen entspricht etwa dem von normalem Rammelsbergit, liegt aber meist eine Nuance niedriger. Das hängt mit den zahlreichen Sprüngen und Löchern zusammen, die teils primär vorliegen, grossenteils aber durch das leichte Ausbrechen der Komponente bei der Anschliff-Herstellung bedingt sind. Hinzu kommt mitunter eine feine Durchwachsung mit Vaesit, die gleichfalls das Reflexionsvermögen drückt. Schwache Bireflexion. Stark anisotrop bei \times Nicols; besonders bläuliche Farbtöne in der Diagonalstellung; gerade Auslöschnung bei entsprechender Schnittlage. Das Zerfallsprodukt ist wenig härter als Rotnickelkies.

Die Überprüfung der chemischen Zusammensetzung der fraglichen Komponente, die an dem relativ günstigen Material von der Grube Meskani (Anarak, Iran) mit der Röntgenfluoreszenz-Analysenapparatur der Fa. Siemens von Frau Dr. Weber durchgeführt wurde, ergab die Formel NiAs_2 , wobei etwas Ni durch Co und Fe ersetzt wird²⁾.

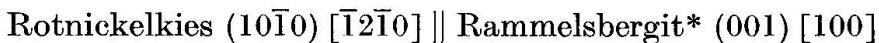
Auf Grund dieses Ergebnisses und der erzmikroskopischen Untersuchung war die Diagnose „Rammelsbergit“ naheliegend. Pararammelsbergit ist wegen des Reflexionsverhaltens, insbesondere der Anisotropiefarben bei \times Nicols, wenig wahrscheinlich. Zwecks röntgenographischer Bestimmung wurde aus dem Anschliff „Meskani“ mit besonderer Sorgfalt eine winzige Probe isoliert und mit Raupenleim auf einem Glasfaden befestigt, wobei sich eine schwache Verunreinigung durch NiAs nicht vermeiden liess. Weitere Daten: asymmetrische Pulveraufnahme, $\text{Fe}_{\text{K}\alpha}$ -Strahlung, Kammerdurchmesser $\sim 57,3$ mm. Zum Vergleich wurde ein entsprechendes Röntgendiagramm von Rammelsbergit angefertigt. Lokalität: Schnepfenbuschschacht bei Bauhaus, Kreis Rotenburg a. d. Fulda — Kurhess. Kupferschieferbergbau GmbH. Sontra. Bei der Auswertung des Films wurde die Hadding-Korrektur berücksichtigt. Die d-Werte von PEACOCK und DADSON (1940) sowie von MICHEJEW (1957) sind vergleichsweise angeführt. Es zeigte sich, dass das fragliche Abbauprodukt von Rotnickelkies eine mit Rammelsbergit fast übereinstimmende, aber nicht völlig identische Linienabfolge aufweist. Siehe Tab. 1 sowie Fig. 4 und 5. So bestehen merkliche Unterschiede bei den letzten Interferenzen.

Da es sich nicht um Pararammelsbergit handelt, was auch röntgenographisch sichergestellt ist, und der Chemismus der Komponente keine bemerkenswerten Abweichungen von der Formel NiAs_2 erkennen lässt,

²⁾ Als Vergleichsmineral wurde Pararammelsbergit mit ganz geringfügigem Fe-Gehalt von Neualpe b. Schladming (Hohentauern) verwendet.

bleibt die Annahme, dass ein kleiner struktureller Unterschied zu Rammelsbergit vorliegt³⁾. Das zur Verfügung stehende Material erlaubte keine weiteren diesbezüglichen Untersuchungen. Daher soll das weisse, anisotrope Zerfallsprodukt von Rotnickelkies vorläufig — bis zur weiteren Klärung der Verhältnisse — Rammelsbergit* bezeichnet werden.

Die orientierten Verwachsungen von Nickelin und Rammelsbergit*, die sich besonders gut in Basisschnitten von ersterem studieren lassen (Fig. 6), entsprechen praktisch denen von Magnetkies und Markasit (siehe 1 und 10). Offensichtlich gilt also:



Unter Zugrundelegung der für Nickelin und Rammelsbergit bekannten Abmessungen der Elementarzelle ist folgende Interpretation wahrscheinlich:

Rotnickelkies: in $(10\bar{1}0)$ Ni- bzw. As-Ebenen mit

$$a_0 = 3,58 \text{ \AA} \quad c_0 = 5,11 \text{ \AA}$$

Rammelsbergit: in (001) Ni- bzw. As-Ebenen mit

$$a_0 = 3,54 \text{ \AA} \quad b_0 = 4,79 \text{ \AA}$$

Birds-eye-Strukturen kommen vor. Gegenüber den von der Magnetkies-Verwitterung her bekannten Bildern sind sie aber weniger typisch. Sie sind im wesentlichen aus feinfaserigem Rammelsbergit* aufgebaut.

Genetisch ist Rammelsbergit* eine jugendliche Bildung, die hauptsächlich auf Verwitterungsvorgänge zurückgeht. Dadurch und zufolge seines völlig anderen Auftretens unterscheidet sich diese Komponente unter dem Mikroskop von aszendenden Rammelsbergit-Verdrängungen, die in Rotnickelkies-Paragenesen verbreitet sind. Hierbei handelt es sich um mittel-, nicht selten aber um feinkörnige polygonale Aggregate, welche von der bei Rammelsbergit häufigen lamellaren Zwillingsbildung des öfteren wenig erkennen lassen. Bei engem Nebeneinander von hypogenem Rammelsbergit und supergenem Rammelsbergit* können an der Altersfolge Zweifel entstehen, zumal man letzteren — scheinbar unmotiviert — auf Haarrissen auch im Korninneren von Nickelin, umkrustet von aszendem Rammelsbergit, vorfindet.

Eine besondere Note erhalten die Verdrängungsstrukturen dort, wo sich Vaesit in kleineren oder grösseren Mengen hinzugesellt (Farbein-

³⁾ Wahrscheinlich bedingen periodisch geartete Störungen im Kristallgitter von Rammelsbergit* die selektive Herabsetzung einzelner Interferenzintensitäten und das gänzliche Verschwinden einiger der letzten Linien im Pulverdiagramm gegenüber normalem Rammelsbergit.

druck neben NiAs und den stark reflektierenden weissen Kiesen in Luft und Öl grau, isotrop). In den beobachteten Fällen wird Rammelsbergit* innig von Vaesit durchwachsen (Fig. 7), wobei dieser bis in die allerfeinsten Basis-Sprünge von Rotnickelkies vordringt. Dabei scheinen Rammelsbergit* und Vaesit praktisch gleich alt zu sein. Nicht selten kommen aber feine Vaesitgängchen vor, welche die im verwitternden Rotnickelkies von Rammelsbergit* eingenommenen Spalten regelrecht durchkreuzen, also jünger sein müssen. Der Inhalt der Vaesitgängchen ist teils kolloidal, teils idiomorph ausgeschieden bei rhythmischer bis zonarer Durchwachsung mit Pyrit. Auch hier handelt es sich wie bei Rammelsbergit* um Bildungen, die bei ganz niedrigen Temperaturen unter Mitwirkung schwefelsaurer Tageswässer zustandekommen und grossenteils direkt oder indirekt auf Zersetzung von Nickelin, Rammelsbergit, Chloanthit und anderen Nickelmineralien zurückgehen.

Fundortverzeichnis

1. 23. Flötzberg b. Hettstedt, Eisleben. Typ. Erz vom „Rücken“ im Kupferschiefer. Rotnickelkies mit mannigfaltigen Verdrängungsscheinungen: sowohl aszendente Rammelsbergit-Bildungen wie auch typische Verwitterung unter Entstehung von Rammelsbergit*. Schwache Andeutungen von Birds eyes. Vereinzelt auf Sprüngen im Erz findet man Pyrit, Markasit und Vaesit.
2. Sangerhausen, Thüringen. Rotnickelkies mit Druckzwillingslamellierung. Entlang dieser oder von unregelmässig geformten Rissen ausgehend sind deszendente Zersetzungsscheinungen häufig: feinfaserige, parallel der Basis von NiAs ausgerichtete Büschel von Rammelsbergit*.
3. Anlage Schnepfenbuschschacht b. Bauhaus, Kreis Rotenburg a. d. Fulda. Kurhess. Kupferschieferbergbau GmbH. Sontra. „Weissnickelkiese“ bei weitem vorherrschend: Rammelsbergit, Chloanthit und Safflorit.
Rotnickelkies u. a. auf Klüften, zeigt nicht selten leicht wellig deformierte Basisspaltbarkeit. Auf Sprüngen im NiAs Ausheilungen durch aszendente Rammelsbergit. Des öfteren charakteristische Verdrängung durch Rammelsbergit*.
4. Fundort fraglich, vielleicht Andreasberg im Harz. Rotnickelkies-Aggregat mit hübschen Druckzwillingslamellen. Entlang diesen und von unregelmässig verlaufenden Sprüngen ausgehend charakteristische Umbildungsscheinungen: Entwicklung feiner Basisspaltisse; Rammelsbergit* — hier innig mit Vaesit verwachsen (Fig. 7) — in parallel (0001) von NiAs orientierten feinnadeligen Gebilden. Grössere Mengen von aszendentem Rammelsbergit, Safflorit und Chloanthit. Das jüngste Glied vorliegender Paragenese ist Vaesit, der teils in kolloidal-kugeligen, rhythmisch mit Pyrit durchsetzten Lagen, teils in idiomorphen Würfeln den ju-

gendlichen Safflorit überkrustet, Klüfte verheilt oder eng mit Rammelsbergit bzw. Rammelsbergit* vergesellschaftet ist.

5. Grube Meskani, Bezirk Anarak im Iran. Vielseitige Mineralvergesellschaftung mit Chloanthit (zонар), Rammelsbergit, Rotnickelkies, Pararammelsbergit, Safflorit (in jungen Krusten), Wismut, Wismutglanz, Pyrit (z. T. filigranartig in Gangart), Vaesit u. a.

Rammelsbergit (aszendent): gegenüber dem Normalfall liegt geringeres Reflexionsvermögen vor. Polysynthetische Zwillingsslamellierung und Zonarbau sind vorhanden.

Der verzahnt aggregierte Rotnickelkies zeigt die verwitterungsbedingte Bildung von Rammelsbergit* besonders ausgeprägt (Fig. 2, 3 und 6). Dieser besitzt hier stärkeres Reflexionsvermögen als der hypogene Rammelsbergit (sonst ist es umgekehrt!). Ganz vereinzelt Vaesit.

Tabelle 1

1. Rammelsbergit*. Geringfügige Verunreinigung durch NiAs. Meskani, Bezirk Anarak (Iran). $Fe_{K\alpha}$. Vgl. Text.
2. Rammelsbergit. Schnepfenbuschschacht b. Bauhaus (Kreis Rotenburg). Kurhess. Kupferschieferbergbau GmbH. Sontra. $Fe_{K\alpha}$. Vgl. Text.
3. Rammelsbergit, Eisleben. Cu-Strahlung. Vgl. PEACOCK and DADSON (1940).
4. Rammelsbergit, Eisleben. Cu-Strahlung. Vgl. MICHEJEW (1957), Nr. 143a.
5. Rotnickelkies, ohne Fundortsangabe. Cu-Strahlung. Vgl. MICHEJEW (1957), Nr. 94. Nur die drei stärksten Linien wurden berücksichtigt.

hkl	1		2		3		4		5		
	I	d (Å)	I	d (Å)	I	d (Å)	I	d (Å)	hkil	I	d (Å)
011					m	3,68	4	3,67			
101					vw	3,02	4	2,99			
002							2	2,89			
110	st	2,822	st	2,822	s	2,85	8	2,81			
	ss	2,651							10 $\bar{1}$ 1	10	2,652
111	st/sst	2,537	st	2,537	s	2,56	10	2,53			
012	s/m	2,454	st	2,468	s	2,47	10	2,46			
020			ss	2,376	vw	2,40	4	2,38			
021	s	2,295	ss	2,191	w	2,21	4	2,21			
			ss	2,050?			2	2,07			
112	ss	1,998	ss/s	2,020	w	2,02	4	2,02			
	s	1,952							10 $\bar{1}$ 2	10	1,958
121	m/st breit	1,855	sst	1,868	s	1,871	8	1,88			

hkl	1		2		3		4		5		
	I	d (Å)	I	d (Å)	I	d (Å)	I	d (Å)	hkil	I	d (Å)
022			ss	1,836							
013	ss/s	1,802	s	1,788	w	1,796	6	1,80	11 $\bar{2}$ 0	8	1,806
200	ss/s	1,765	s	1,762	m	1,763	6	1,76			
103	m	1,708	st	1,692	m	1,690	7	1,69			
122	ss/s	1,636	m	1,629	m	1,635	6	1,63			
113	ss/s	1,571	m	1,591	m	1,593	6	1,593			
211											
031	s	1,518	m	1,529	m	1,530	2	1,534			
202							2	1,504			
130							4	1,451			
212	s	1,442	m/st	1,435	s	1,439	6	1,432			
131							4	1,411			
123					vw	1,373	4	1,379			
221											
114			ss	1,294			4	1,300			
222			ss	1,274			2	1,278			
213			ss	1,252			2	1,258			
024	ss diffus	1,236	st/m	1,237	m	1,236	6	1,239			
040			ss	1,191							
231	ss breit	1,154	st	1,155	m	1,157	6	1,159			
301											
223			s	1,142			2	1,144			
311			s/ss diffus	1,125	w	1,121	4	1,123			
204			s/ss diffus	1,118							
105			s/ss diffus	1,101			4	1,105			
232	m/st	1,092	s/ss diffus	1,091	w	1,096	4	1,095			
214											
115	m/s	1,070	st	1,072	w	1,071					
034											
312			ss	1,063							

hkl	1 I d (Å)	2 I d (Å)	3 I d (Å)	4 I d (Å)	5 hkil I d (Å)
142	s 1,054	st/m diffus	1,051	w 1,052	
321	verschwommen angedeutete, nicht einmessbare Linien	st/m diffus	1,037	w 1,037	
134		st breit	1,024	m 1,024	
224		st breit	1,012	m 1,011	
233					
303	m/s breit diffus	s/ss diffus	1,005		
313				vw 0,988 und weitere Linien	

Kennzeichnung der Intensität

Ad 1 und 2: sst = sehr stark, st = stark, m = mittel, s = schwach, ss = sehr schwach.

Ad 3: s = strong, m = middle, w = weak, vw = very weak.

Ad 4 und 5: 1—10 = sehr schwach bis sehr stark.

Literatur

- FRENZEL, G. (1955): Das Arsenkiesvorkommen von Erlenbach bei Lindenfels im Odenwald. Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch. 83, 257—266.
- (1957): Deszendente Umbildungsstrukturen von Magnetkies. Fortschr. Min. 35, 23—25.
- (1959): Idait und „blaubleibender Covellin“. Neues Jb. Miner., Abh. 93, 87—132.
- MICHEJEW, W. J. (1957): Röntgenometrische Identifizierung von Mineralien (russisch), Moskau.
- PEACOCK, M. A. and DADSON, A. S. (1940): On rammelsbergite and pararammelsbergite: distinct forms of nickel diarsenide. Amer. Min. 25, 561—577.
- RAMDOHR, P. (1960): Die Erzmineralien und ihre Verwachsungen. 3. Aufl. Akademie Verlag, Berlin.

- SAKSELA, M. (1947): Über eine antimonreiche Paragenese in Ylöjärvi, SW-Finnland. C. R. Soc. geol. Finlande 20; Bull. Comm. geol. Finlande, 140, 199—222.
- (1951a): Über einige in Ostfinnland angetroffene Kieserzgeschiebe. C. R. Soc. geol. Finlande 24; Bull. Comm. geol. Finlande, 154, 137—156.
- (1951b): Zur Mineralogie und Entstehung der Pitkäranta-Erze. C. R. Soc. geol. Finlande 24; Bull. Comm. geol. Finlande, 154, 181—231.
- v. VULTÉE, J. (1952): Die orientierten Verwachsungen der Mineralien. Fortschr. Mineral. 29/30, 297—370.

Manuskript eingegangen am 4. Januar 1961.