

DIE METAMORPHOSE IN DER URANINITFAMILIE

PAUL RAMDOHR

RAMDOHR, PAUL, 1986: Die Metamorphose in der Uraninitfamilie. *Bull. Geol. Soc. Finland* 58, Part 1, 263—269.

Die Uraninitfamilie wird im wesentlichen in zwei Untergruppen (Ausbildungsformen) mit gleichen Pulverdiagrammen gegliedert: der deutlich kubisch kristallisierte Uraninit und die traubig-nierige Pechblende, auch Uranpecherz oder Nasturan genannt.

Beispiele der Metamorphose in der Uraninitfamilie werden aus Europa (Norditalien, Schweiz und Bayern), Canada und Südafrika beschrieben und mittels Mikrophotographien illustriert. Aus allen Metamorphosebeobachtungen ist zu sehen, dass von der »Pronto-Reaktion« (Uraninit + Rutil = Brannerit) abgesehen, das Resultat der Veränderungen von Pechblenden immer ein fein- bis grobkörniger Uraninit ist — wie es ja eigentlich auch bei der Stabilität des Fluoritgitters von Uraninit zu erwarten ist.

Abstract

The uraninite family is subdivided into two subforms with identical powder patterns: a clearly cubic uraninite and a botryoidal-reniform »pitchblende« (nasturan).

Examples of metamorphism of uraninite from various occurrences in Europe (northern Italy, Switzerland and Bavaria), Canada and South-Africa are described and illustrated by photomicrographs. All observations on metamorphism show that, with the exception of the »pronto-reaction« (uraninite + rutile = brannerite), the endproduct of the transformations of the pitchblende always is a fine to coarse grained uraninite. This is, as a matter of fact, to be expected in view of the stability of the fluorite lattice of uraninite.

Key words: uraninite, pitchblende, metamorphism.

Paul Ramdohr, *1. 1. 1890 — †8. 3. 1985. The University of Heidelberg.

Einleitung

Die Uraninitfamilie wird mannigfach und zum Teil kompliziert untergegliedert. Im wesentlichen werden unterschieden: der deutlich kubisch kristallisierte Uraninit (z.B. der Pegmatite) und die typisch traubig-nierige Form der Pechblende, auch Uranpecherz oder Pecherz genannt, die

von F. v. Kobell den Namen Nasturan (nach $\nu\alpha\sigma\tau\acute{o}\zeta$ = dicht, derb) erhielt. Der lange vergessene Name ist neuerdings wieder belebt worden, vorwiegend im russischen Schrifttum. Das äussere Aussehen beider Hauptformen ist in der Tat so verschieden, dass zwei Benennungen durchaus berechtigt erscheinen. Im Pulverdiagramm sind beide aber völlig gleich, auch wenn die

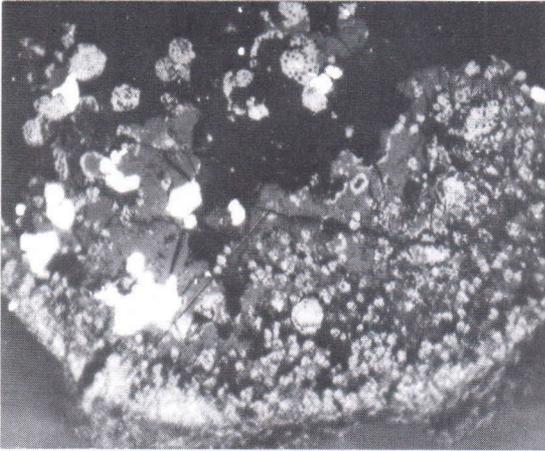


Fig. 1. Kolloidale Fällung von Pechblende in noch teilweise feinsttraubigem Zustand, durchwachsen mit Pyrit und vielleicht (gleichaussehend) Linnéit, Bocenago, Val Rendena, Norditalien 600 x.



Fig. 2. In Uraninit vererzter Stengel einer Binse (Schrägschnitt). — Der eigentliche Kontakt zum Adamello-Granit ist hier noch erheblich weiter entfernt als in Alm Bos. Val Daone, Norditalien 70 x.

chemische Zusammensetzung zwischen UO_2 und $UO_{2.7}$ etwa schwanken kann. Von kleinen Beimengungen, wie ThO_2 , mit dem bei hohen Temperaturen völlige Mischbarkeit besteht, CeO_2 und einigen seltenen Erdoxyden sei hier abgesehen. Der Versuch, die lange Kette UO_2 — $UO_{2.7}$ zu unterteilen, z.B. »Nasturan I« bis »Nasturan IV«, ist von Russen gemacht worden, wie es Verf. in seinem Buch (Ramdohr 1980, Abb. 601) ganz gut zeigt. In der Tat bestehen im Reflexionsvermögen recht deutliche Unterschiede, die aber im einzelnen nach ihren Ursachen nicht geklärt sind. Bisher sind diese Dinge besonders am »Nasturan« untersucht worden, obwohl auch bei wohlkristallinem »Uraninit« sehr starke Unterschiede im Verhältnis U : O bestehen, wie schon starker — nicht durch Th oder Ce-Gehalte bedingter Zonenbau bei beiden Varietäten zeigt.

Früher hat man der deutlich kristallinen Form meist hohe, der traubigen niedrige Bildungstemperatur zugeschrieben, was sicher roh stimmt, aber viele Ausnahmen hat. So sind z.B. in sonst völlig gleichartigen Paragenesen »Pechblendens« neben wohlkristallinem »Uraninit« oft beobachtet und es sind neuerdings in kanadischen Vorkommen wohlkristalline Würfelchen in grosser

Menge gleichalterig neben sicher niedrig temperiertem Millerit ($< 150^\circ C$) beschrieben worden. Dieser Uraninit hat in völlig frischem Zustand fast U_3O_7 (oder $UO_{2.33}$). Dass gerade er meist deutlich aufgespaltene Pulverdiagrammlinien zeigt, die bestenfalls tetragonal, vielleicht nur noch niedriger symmetrisch deutbar sind, ist noch nicht recht verständlich. Dieser Uraninit ist meist deutlich anisotrop.

Beispiele von verschiedenen Arten der Metamorphose

Wie sich diese »Varietäten« verhalten, wenn sie den verschiedenen Arten der Metamorphose unterworfen wurden, ist recht wenig systematisch untersucht. Tatsächlich ist da ja eine grosse Gruppe von Uranlagerstätten, z.B. die weltgrösste vom »Colorado-Plateau-Typ« — im Colorado-Plateau selbst, Argentinien, mehrorts in der Sowjetunion, u.s.w. — auch die sehr alten des Gabuntyps und ebenso alle die berühmten Gangvorkommen wenig oder garnicht metamorphosiert. Über ein lokales Vorkommen allein, die alpinen Vorkommen, die letzten Endes dem permischen Vulkanismus, wie z.B. dem Bozener Quarzporphyr und seinen Tuffen entstam-



Fig. 3. Dicke Wolken fein-kristalliner Uraninit-Kristalle entstanden aus Uranpecherzschlamm. Pamparato-Grube, nördlich Genua 250 x, Imm.

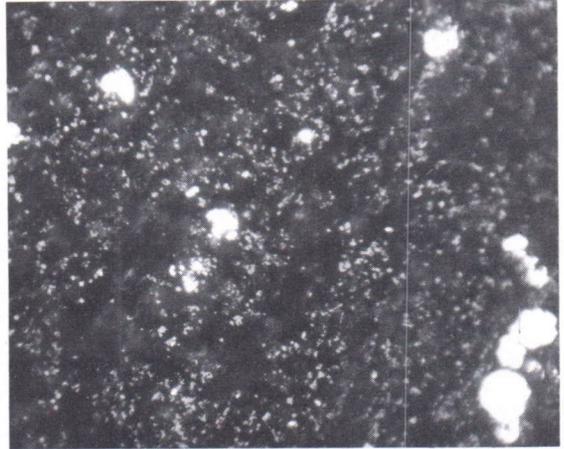


Fig. 4. Staub von feinen Uraninit-Kristallen (Würfelchen), die im Quarzphyllit aus feinstem Pechblendestaub entstanden sind. Preit, nördlich Genua 600x.

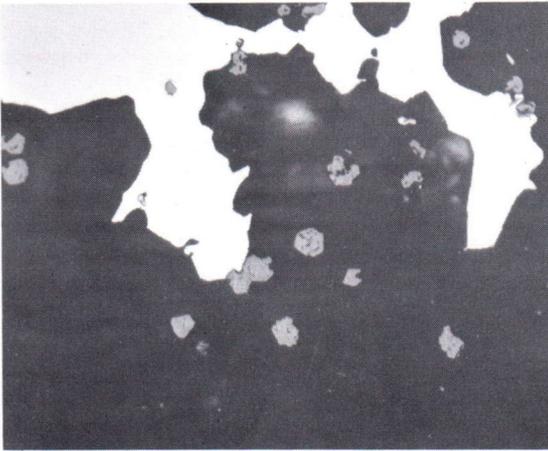


Fig. 5. Uraninit, deutliche Kristalle, die erheblich grösser als in Abb. 4 geworden sind. Sonst Gangart (schwarz) und Linnéit (weiss). Isérables, Wallis, Schweiz 250 x, Imm.

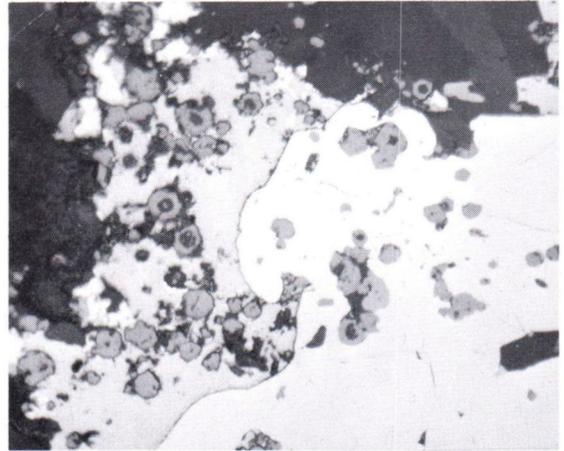


Fig. 6. Uraninit, z.T. deutliche Kristalle, teilweise rundlich mit zentralen Löchern. Im Kupferkies (grauweiss), neben Linnéit (reinweiss) und Gangarten (sehr dunkelgrau). Isérables, Wallis, Schweiz 300 x.

men und die verschiedenstufiger alpiner Metamorphose und der Kontaktmetamorphose des Adamello-Granits unterlegen sind, ist einiges gearbeitet und soll den Anfang meiner Darlegungen bilden. Sie haben z.B. aus Imprägnationen von erdigen Pechblenden im Gebiet von Preit und Pamparato (nördlich Genua) aus Quarzporphyrtuffen Quarzschiefer mit feinen Imprägnationen sehr feinkörnigen, aber stets sehr deut-

lich kristallinen Uraninit entstehen lassen (Abb. 3, 4). In der Epi- bis Mesozonalen Metamorphose der Penninischen Decken im schweizerischen Wallis (z.B. bei Isérables), sind bei sonst ähnlichen Verhältnissen die Uraninite schon deutlich grösser, aber immerhin noch im wesentlichen mikroskopische Objekte (Abb. 5, 6). Ähnliches gilt für Gesteine der nordwestlichen Umgebung von Chur.

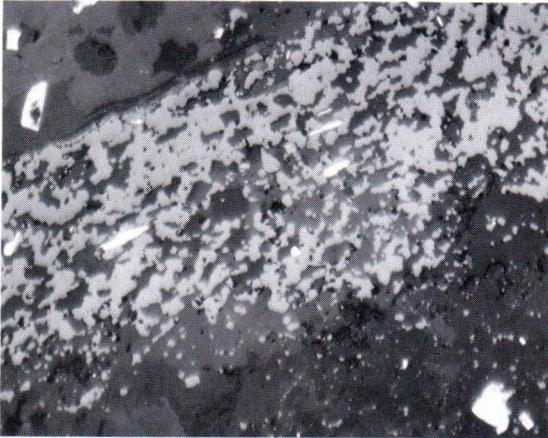


Fig. 7. Aggregat von vererztem Holz. Der Uraninit sitzt — wie schon am ganz unveränderten Erz — bevorzugt auf der Oberfläche des Holzes, dessen Grenze noch deutlich erkennbar ist. — Die Si-Gangartminerale sind z.T. noch unbestimmte V-haltige Silikate (rechts oder oben). Alm Bos, 150 x.

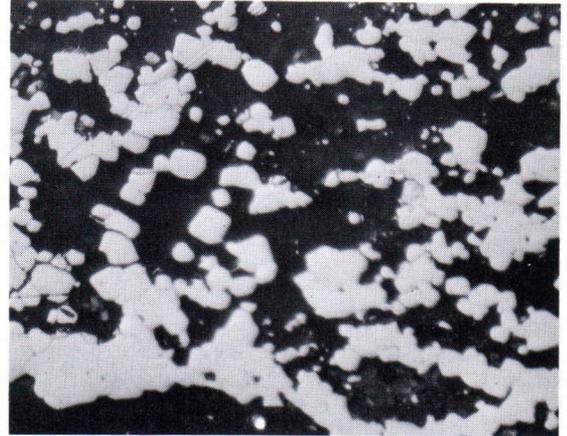


Fig. 8. Einzelheit aus dem Bild der vererzten Binse. Die Uraninit-Kristalle zeigen ausser dem Würfel z.T. auch das Oktaeder. Val Daone, Norditalien 250 x, Imm.

Wie sich Gesteine, die noch in dem Bozener Quarzporphyr im nahe gelegenen Val Judicaria bei Bocenago praktisch unverändert den Colorado-Plateautyp zeigen (Abb. 1, 2) mit Reduktion und Fällung des Urangeltes auf Pflanzenhäcksel, Binsenresten und Holzstückchen verhalten, wenn sie in den Kontakthof des ganz jungen Tonalegranits bei der Alm Bos gelangen (Ramdohr op. cit. Lit), (Abb. 7, 8, 9) konnte Verf. mit G. Cevalas vor kurzem zeigen. Die kompakten Pechblenden sind wieder in hier recht grobkörnigen Uraninit verwandelt, wobei aber z.B. Pflanzenreste, z.B. Binsen noch gut erkennbar sind. Interessant sind gerade hier die Reaktionen einiger Begleitelemente, wie Vanadin, Kobalt und Nickel. Dass auch bei der höchsten Metamorphose die »Stöchiometrie« UO_2 noch nicht erreicht ist, scheint die auch hier noch bestehende Anisotropie zu zeigen.

Eine ganz überraschende Metamorphosereaktion zeigt nun eine neuerdings erkannte Paragenese. In der Gegend von Poppenreuth (in der Bayer. Oberpfalz) kommen uralte, wohl assynthetische Uranerze vor, die vielleicht einem »Colorado-Plateau-Typ« entsprechen. Das Material ist irgendwie hydrothermal umgelagert und

hat kleine Vorkommen von wohlentwickeltem traubigem Uranpecherz geliefert. Erneute Durchbewegung liess diese Bildungen zerbrechen in eine Erz-Nebengesteinsbreccie, in der mit freiem Auge (Abb. 10, nat. Grösse) die traubigen Pecherzmassen noch ohne weiteres erkennbar sind. Bei mikroskopischer Untersuchung ergeben sich eigentümliche Verhältnisse: Partien, die nicht stark gedrückt, sondern eher gedehnt waren, behalten einigermaßen den alten Charakter. Sie können sogar (Abb. 11) aufgelockert erscheinen. Sind sie dagegen gepresst, so setzt eine feinkörnige Rekrystallisation ein, die ein ganz gleichmässiges Aggregat rundlich polygonaler Uraninitkörnchen liefert (Abb. 12). Wenn die Aggregate ganz leichter beginnender Verwitterung ausgesetzt waren, so sind, ohne jede Rücksicht auf die alten, wie gesagt, makroskopisch noch gut erkennbaren Strukturen, die Einzelkörnchen zonar etwas angewittert mit leicht wechselndem Reflexionsvermögen. Jedenfalls ist die feinkörnige Rekrystallisation auch so ganz augenfällig gemacht (Abb. 12). Noch spätere Beanspruchung kann die Aggregate der feinen Körnchen etwas zerreiben oder verteilen, wobei Silikatminerale und Sulfide einwandern (Abb. 13).

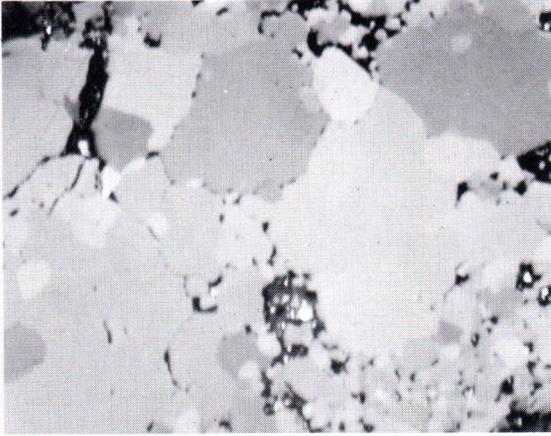


Fig. 9. Der durch Kontakt metamorphosierte Uraninit zeigt neben gelegentlich guten Kristallen auch sehr deutliche Anisotropie. Alm Bos, Val Camonica, 325 x, Imm., Nic. fast gekreuzt.

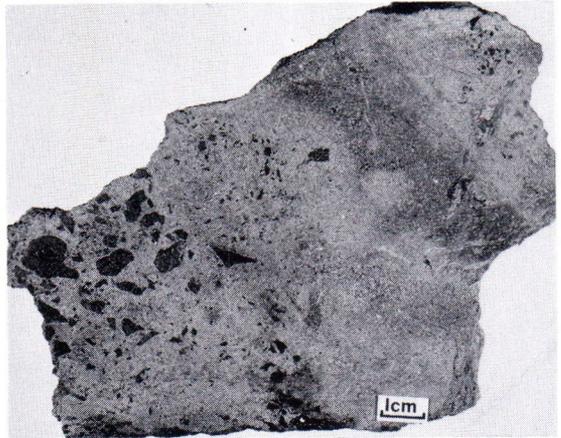


Fig. 10. Umgelagerte, stark zerbrochene, traubige Pechblende, schwarz, in ebenfalls zerriebenem Nebengestein. Natürliche Grösse. Höhenstein-Grube b. Poppenreuth, Bayern.

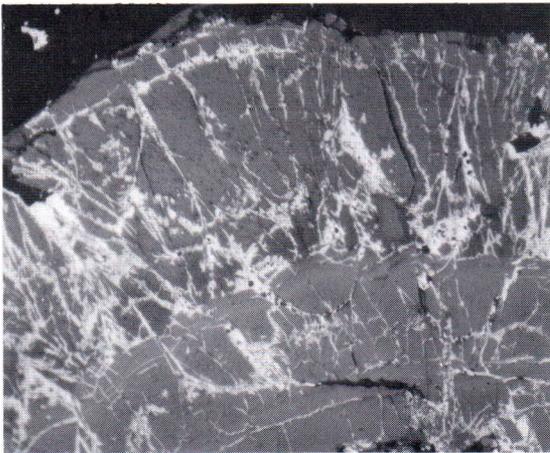


Fig. 11. Traubig-schalige Pechblende in der Längsrichtung etwas gezerrt. Hier nichts von Rekristallisation erkennbar, feine Durchäderung mit Kupferkies. Höhenstein b. Poppenreuth, Bayern 180 x.

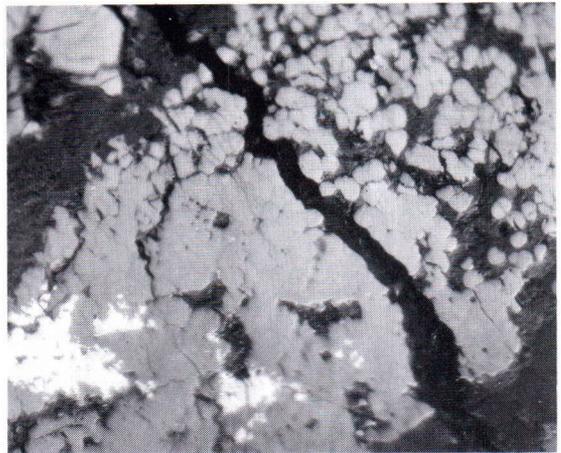


Fig. 12. Pechblende, feinkörnig, zu Uraninit rekristallisiert. Hier nicht verwittert, so dass Korngrenzen in kompakten Partien unsichtbar sind. Höhenstein-Grube b. Poppenreuth, Bayern 180 x.

Da die komplizierten Voraussetzungen für diese Bildungen recht selten gegeben sind, ist dieses Rekristalliat wohl als recht ungewöhnlich anzusehen und wird zudem leicht übersehen.

Die Reaktion Uraninit + Rutil = Brannerit

Nicht erwähnt war bisher die »Pronto-Reaktion«, die durch anscheinend einfache Über-

lagerungsmetamorphose bedingte Reaktion Uraninit + Rutil zu Brannerit ($\text{UO}_2 + 2\text{TiO}_2 = \text{UTi}_2\text{O}_6$), einen Vorgang, den man in geschmolzenem NaCl bei rund 800°C ausgezeichnet in 24 Stunden zu einem wohlkristallinen Produkt nachahmen kann, der aber in polynären Chlorschmelzen schon bei viel niedriger Temperatur (vielleicht 300°C), allerdings erheblich lang-

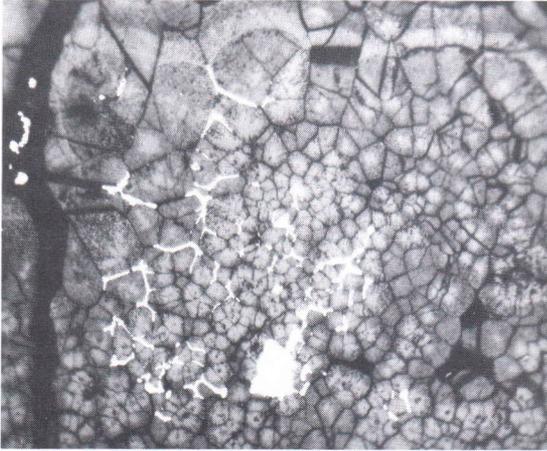


Fig. 13. Pechblende, durch Druck feinkörnig rekristallisiert, randlich noch Andeutung der traubigen Struktur erkennbar. Dieses Rekristallizat ist leicht durch Anwitterung erkennbar. — Kontraste photographisch betont. Stellenweise Durchhäderung mit Kupferkies. Höhenstein-Grube b. Poppenreuth, Bayern 300 x.



Fig. 14. Uraninitkorn, das zur Hälfte (oben) in Brannerit verwandelt ist, zur Hälfte (unten links) noch intakt ist mit guter Spaltbarkeit // (111). Schwarz ist Quarz, dunkelgrau andere Gangarten. Pronto Mine, nö. Huron Lake, Canada 450 x, Imm.



Fig. 15. Pseudomorphosen nach Ilmenit, rechts im wesentlichen Aggregat von Rutil, links Aggregat von Brannerit. Afrikander-Mine, Dominion Reef, Südafrika 200 x, Imm.

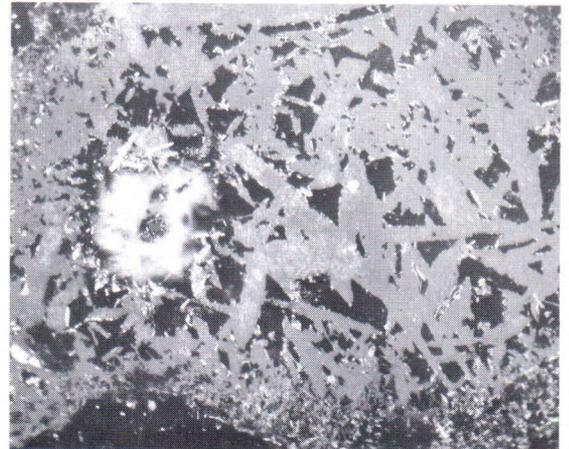


Fig. 16. Brannerit-Kristalle, entstanden durch Wechselreaktion des ehemaligen Ilmenitskeletts (davon Struktur) mit Uraninit. Kleinkörniger Staub von Anatas, vereinzelt Lamellen von dünn tafeligem Pyrrhotin. Pronto-mine, Canada 300 x, Imm.

samer, zu erreichen ist. — Da nun aber Uraninit und Rutil paragenetisch gar nicht zusammen gehören, sondern nur in uralten Schwermineralseifen (placers) zusammentreffen, ist diese Reaktion nur auf die Paragenesen Witwatersrand — Blind River — Elliot-Lake u.ä. beschränkt (Abb. 14, 15, 16, 17, 18).

Wenn die Reaktion sich vollzogen hat, setzt mit zunehmendem Uranzerfall eine Ausscheidung von feinkörnigem Anatas ein, da ja dann in der Branneritform nicht alles Ti mehr seinen Uranpartner besitzt. Man könnte — es ist bisher noch nie versucht worden — aus dem Anatasgehalt des Brannerits den Zeitpunkt der »Pronto-Reaktion«



Fig. 17. Ein ehemaliger Titanomagnetit ist über Rutil in Nadeln von Brannerit verwandelt. Bramley Mine, Dominion Reef, Südafrika 250 x, Imm.

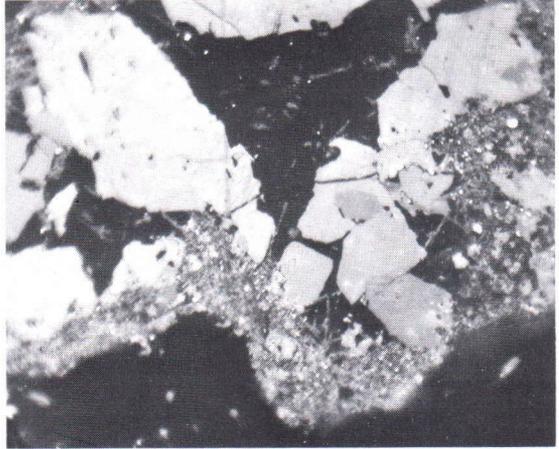


Fig. 18. Feine Nadelchen von Brannerit verdrängen recht grobkörnigen Rutil. Afrikander Mine, Dominion Reef, Südafrika. 600 x, Imm.

feststellen. Zurückbildung von Rutil statt Anatas ist nie beobachtet worden.

Schlusswort

Insgesamt ist aus allen Metamorphosebeobachtungen zu sehen, dass von der weltweiten, besondere Voraussetzungen verlangenden »Pronto-Reaktion« abgesehen, das Resultat der Verände-

rung von »Pechblenden« immer ein fein- bis grobkörniger Uraninit ist — wie es ja eigentlich auch bei der Stabilität des Fluoritgitters von Uraninit zu erwarten ist.

Literatur

Ramdohr, P., 1980. *The Ore Minerals and Their Inter-growths*. Pergamon Press Oxford und Akademie-Verlag, Berlin. 1207 p.