

Sonderdruck aus Heft 1/2 der

„Zeitschrift der Deutschen Gemmologischen Gesellschaft“

**Untersuchungen an Titanit,
einem für Sri Lanka neuen Edelstein**

H. A. Hänni und M. Gunawardene

Untersuchungen an Titanit, einem für Sri Lanka neuen Edelstein

H. A. HÄNNI, Basel, und M. GUNAWARDENE, Idar-Oberstein

Zusammenfassung

Vergleichende Untersuchungen an Titaniten verschiedener Herkunft zeigen nur geringe Unterschiede in den Konzentrationen der chemischen Hauptkomponenten. Gewisse Möglichkeiten der Differenzierung scheinen in den optischen Größen zu liegen. Das braune bis gelblich-grüne neue Material aus Sri Lanka läßt sich mit gemmologischen Mitteln vorerst höchstens aufgrund der Einschlüsse als lokaltypisch erkennen.

Abstract

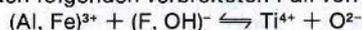
When sphenes from various sources are compared, they do not show significant differences in their concentration of mayor elements. However, it may be possible to distinguish between sphenes of different origins on the basis of optical constants. The recently found brown to yellowish-green material from Sri Lanka may possess distinctive inclusions which are characteristic for this source.

Einleitung

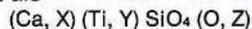
Bis vor etwa 20 Jahren kam schleifwürdiger Titanit (auch Sphen genannt) fast ausschließlich aus den Alpen. Dieses Monopol wurde nach und nach durch neue Funde in Mexico und Brasilien gebrochen. Aber auch die Vereinigten Staaten, Madagaskar, Pakistan, Burma und Indien liefern heute von diesem eher seltenen Edelstein (POUGH, 1966; CASSEDANNE & CASSEDANNE, 1971; AREM, 1977). Neuerdings steuert auch die Schatzkammer der Erde — Sri Lanka — aus einem Vorkommen im Süden des Landes schleifwürdigen Titanit den Sammlungen seltener Edelsteine bei (ZWAAN & ARPS, 1980; GUNAWARDENE & HÄNNI, 1981). Da mit gelegentlichem Auftreten dieser Steine zu rechnen ist, werden ihre Eigenschaften in der Folge dargestellt.

Chemische Zusammensetzung

Obwohl die allgemeine chemische Formel von Titanit einfach CaTiSiO_5 lautet, zeigen die meisten Kristalle unterschiedlich starke isomorphen Ersatz der Hauptelemente (DEER et al., 1967; RIBBE, 1980). Die Substitution kann durch Ionen gleicher oder anderer Wertigkeit erfolgen, im zweiten Fall wird ein gekoppelter Ersatz notwendig. Als Beispiel für den Austausch von Ti^{4+} durch dreiwertige Ionen stellen HIGGINS & RIBBE (1976) den folgenden verbreiteten Fall vor:



Auch die Ca-Position kann von verschiedenen anderen Elementen eingenommen werden. Daher wird die Formel für Titanite nach ZABAVNIKOVA, (1957) besser dargestellt als



wobei X = Seltene Erden, Na, Mn, Sr, Ba, K, Pb

Y = Al, Fe, Mg, Nb, Ta, V, Cr, Zr

Z = OH, F, Cl

bedeuten können.

In Titanit werden typischerweise Spuren von Yttrium und von Seltenen-Erden-Elementen gefunden, als häufigstes tritt Cer auf. Von Nd und Pr ist bekannt, daß sie eine Gruppe feiner Absorptionslinien im gelben Bereich des Spektrums verursachen (Didymium-Linien).

Chemische Analysen

Nahezu gleichzeitig aber unabhängig von einander bearbeiteten GUNAWARDENE & HÄNNI (1981) sowie ZWAAN & ARPS (1980) das neue Material von Sri Lanka. Aus den beiden Arbeiten wurden sechs Proben ausgewählt (Tab. 1), welche die Unterschiede und Gemeinsamkeiten der verschiedenen Titanite aufzeigen sollen. Die chemischen Analysen dieser Muster wurden mit der Mikrosonde durchgeführt, die Ergebnisse sind in Tab. 2 dargestellt.

Tabelle 1: Probenbeschreibung

- Nr. 1 Gelbgrüner facettierter Titanit von Madagaskar, 0,49 ct
- Nr. 2 Grünes Kristallbruchstück, Kriegalp, Binntal, Schweiz
- Nr. 3 Smaragdgrüner Kristall von Baja California, Mexico, 4,99 ct
- Nr. 4 Dunkelbrauner facettierter Titanit von Süd-Sri Lanka, 4,48 ct
- Nr. 5 Bräunlich gelber facettierter Titanit von Tissamaharama, Sri Lanka, 4,94 ct (ZWAAN & ARPS, 1980; RGM 151 854)
- Nr. 6 Gelblichbrauner facettierter Titanit von Capelinha, Brasilien, 4,61 ct (ZWAAN & ARPS, 1980; RGM 151 801)

Tabelle 2: Mikrosonden-Analysen von Titaniten (in Gewichts-%)

	1 Madagaskar	2 Schweiz	3 Mexico	4 Sri Lanka	5 Sri Lanka	6 Brasilien
SiO ₂	29,87	29,72	29,92	29,92	30,4	30,4
TiO ₂	37,63	38,39	38,39	38,61	38,4	38,5
Al ₂ O ₃	1,21	1,06	0,82	0,85	1,25	1,00
Fe ₂ O ₃	0,60	0,69	0,26	0,45	0,70	0,66
Cr ₂ O ₃	0,21	0,16	0,38	0,00	0,015	0,045
MnO	0,23	0,00	0,00	0,00	0,07	0,04
MgO	0,09	0,00	0,06	0,17	—	—
CaO	28,63	28,78	28,97	28,53	28,4	28,7
Na ₂ O	0,02	0,00	0,00	0,40	—	—
K ₂ O	0,03	0,02	0,03	0,03	—	—
Total	98,52	98,82	98,83	98,96	99,2	99,4

Analysen 1—4 aus GUNAWARDENE & HÄNNI (1981), 5—6 aus ZWAAN & ARPS (1980)

Alle Steine sind sich in ihren Hauptbestandteilen sehr ähnlich. In den Nebenbestandteilen unterscheiden sie sich in geringem Maße. Bei Probe Nr. 4 konnte z. B. ein Niobgehalt von etwa 0,5% Nb geschätzt werden. Die Konzentrationen der Spurenelemente sind zu gering, um mit der Mikrosonde zerstörungsfrei bestimmt zu werden. Ihre Zusammensetzung würde aber aufgrund der verschiedenen Genesen der Titanite deutliche Unterschiede erwarten lassen. Die dunkelbraune Farbe von Probe Nr. 4 ist nicht mit dem totalen Gehalt an Eisen in Verbindung zu sehen. Möglicherweise liegt bei den helleren Proben ein Teil des Eisens als FeO vor. Einer Literaturangabe zufolge (DEER et al., 1967) genügt 1% Fe₂O₃, um einen Stein dunkelbraun zu färben. Obwohl die Proben Nr. 1, 2, 5 und 6 mehr Eisen enthalten als Nr. 4, sind sie doch heller.

Optische Eigenschaften

Die schönsten Titanite sind von hellem Gelb oder Grün und zeigen ein kräftiges „Feuer“, das auf der starken Dispersion (0,051) des Minerals beruht. Bei dunklen Steinen kann diese geschätzte Eigenschaft vollständig von der Farbe des Minerals überdeckt werden. Da Titanite eine sehr hohe Lichtbrechung besitzen, mußten Spezialrefraktometer für die Ermittlung dieser Größen verwendet werden (z. B. Riplus). Die gemessenen Werte sind in Tab. 3 zusammengestellt, Nr. 2 war zu klein für eine Ablesung.

Tabelle 3: Physikalische Daten einiger Titanite

	1	3	4	5*	6*
n_{α}	1,910	1,908	1,909	1,912	1,911
n_{γ}	2,070	2,080	2,099	—	—
Δn	0,160	0,181	0,190	—	—
D [g/cm ³]	3,52	3,53	3,52	3,535	3,533

* nach ZWAAN & ARPS (1980)

Bei der optischen Untersuchung mit dem Mikroskop fallen die sehr starke Doppelbrechung und der starke Pleochroismus auf. Die Einschlüsse bestehen hauptsächlich aus scheibenförmigen Spannungsrissen (Abb. 1), ähnlich wie bei metamikten Zirkonen von Sri Lanka (GÜBELIN, 1968). Sie treten in Schwärmen auf und sind parallel zueinander angeordnet. In einem Los brauner Titanite, das von einem der Autoren (M. G.) im September 1981 in Sri Lanka untersucht wurde, zeigten die meisten Steine solche Einschlüsse. Auch verheilte Risse und Flüssigkeitseinschlüsse sind beschrieben worden (ZWAAN & ARPS, 1980), kommen aber offenbar in ähnlicher Art in brasilianischen Titaniten auch vor (Abb. 2).

Das Absorptionsspektrum der Titanite von Sri Lanka entspricht im Wesentlichen den bekannten Spektren der gelben und grünen Titanite mit dem Didymiumlinien. Grüne Steine aus Mexiko zeigen noch zusätzlich die Chrombanden und -linien. Weitere Linien

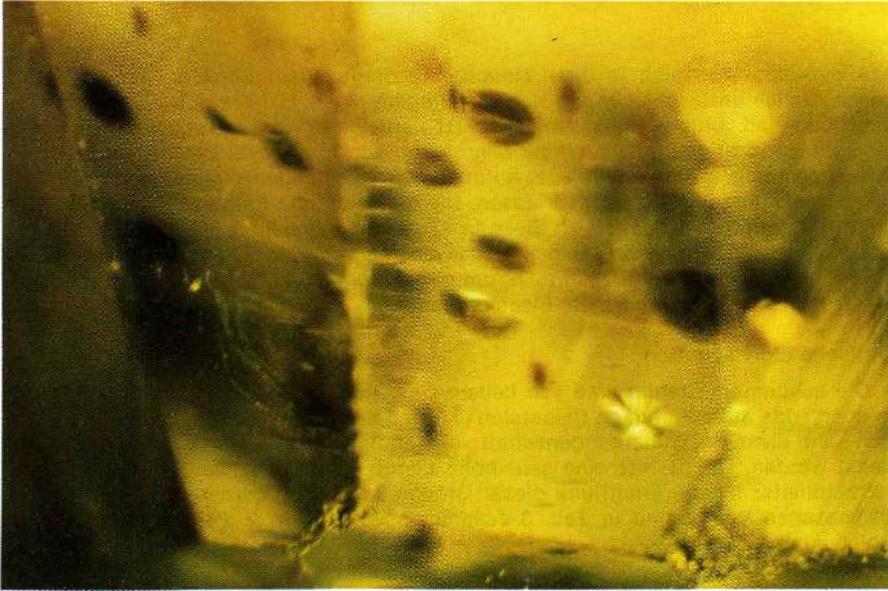


Abb. 1: Ein Schwarm scheibchenförmiger Spannungsrisse in Titanit von Sri Lanka; 20 x .

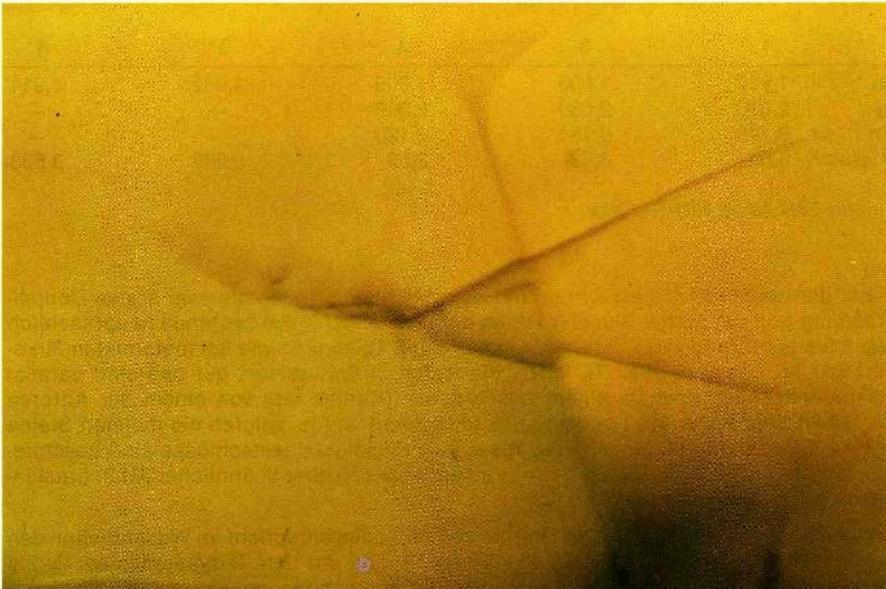


Abb. 2: Verheilte Riß mit sehr kleinen Flüssigkeitströpfchen in Titanit von Sri Lanka; 20 x .

Photos: M. Gunawardene

wurden im Handspektroskop nicht bemerkt. Tab. 4 zeigt die Absorptionen, die mit einem UV-Spektral-Photometer (Pye-Unicam SP 8—100) ermittelt wurden. Die Angaben der Wellenlängen sind mit einem Fehler von $\pm 0,5$ nm behaftet. Allgemeine Absorption setzt für den dunkel-rotbraunen Strahl unterhalb etwa 470 nm ein, für den helleren grünlich-braunen Strahl bei etwa 440 nm. Die Lage der Absorptionslinien ist nicht empfindlich von den Orientierungen des Kristalls abhängig, wohl aber deren Intensität.

Tabelle 4: Absorptionsspektrum von Titanit aus Sri Lanka

Das Spektrum besteht aus vier Gruppen von Linien:

	Int. nm		Int. nm		Int. nm		Int. nm
Gruppe 1	m 820	Gruppe 2	ss 779	Gruppe 3	ss 596	Gruppe 4	ss 536
	ss 813		ss 776		ss 593		ss 533
	st 806		ss 771		s 590		s 528
	m 799		s 764		ss 587		ss 524
	m 795		st 751		m 586		s 512
	ss 789		ss 746		s 582		
			ss 744		s 579		
			ss 741		ss 575		
			s 739		ss 573		
			m 732		s 569		

Intensitäten: st = stark, m = mittel, s = schwach, ss = sehr schwach

Vorkommen

Titanit tritt akzessorisch als gesteinsbildendes Mineral in magmatischen und metamorphen Gesteinen auf. Klufftitanite in Silikatgesteinen sind als Edelsteine besonders geeignet. In Sri Lanka wurde Titanit in Wollastonit-führenden Gneisen beschrieben (GUNARATNE, 1980; HERATH, 1980), die sich von Ambalangoda nach Galle und bis gegen das zentrale Hügelland erstrecken. Obwohl diese gesteinsbildenden Titanite nicht schleifbare Größe erreichen ist es interessant, daß die in dieser Arbeit erwähnten Stücke aus dem Bereich der Gneise stammen können. GUNAWARDENE & HÄNNLI (1981) erwähnen einen abgelegenen Ort bei Galle, ZWAAN & ARPS (1981) weisen auf die Gegend von Tissamaharama hin, das auch nicht fern von Galle liegt.

Verdankungen

Wir möchten Herrn Prof. H. Schwander (Mineralogisches Institut der Universität Basel) für die Analysen danken, sowie Herrn G. Bosshart, (Schweizerische Stiftung für Edelsteinforschung, Zürich) für die spektroskopischen Daten. Dank gilt auch den Herren Prof. H. A. Stalder (Naturhistorisches Museum Bern) und E. Uhl (Zürich) für die Vergleichsproben.

Literatur

- AREM, J. E. (1977): Color encyclopedia of gemstones. — New York, Van Nostrand Reinhold Company.
CASSEDANNE, J. & CASSEDANNE, J. (1974): Mineral collecting localities from Capelinha-Malacachera area (State of Minas Gerais, Brazil). — *Min. Record* 5, 224—32.
DEER, W. A., HOWIE, R. A. & ZUSSMAN, J. (1967): Rock forming minerals Vol. 1, Ortho and ring silicates. — London, Longmans.
GÜBELIN, E. (1968): Die Edelsteine der Insel Ceylon. — Luzern, Gübelin.
GUNARATNE, H. S. (1980): Persönliche Mitteilung.
GUNAWARDENE, M. & HÄNNI, H. A. (1981): First occurrence of gem sphene in Sri Lanka, *J. Gemmol.* 17, 381—385.
HERATH, J. K. (1980): Mineral resources of Sri Lanka. — Geological Survey Dept., Sri Lanka.
HIGGINS, J. P. & RIBBE, P. H. (1976): The crystal chemistry and space groups of natural and synthetic titanites. — *Am. Mineral.* 61, 878—888.
POUGH, F. H. (1966): Rare faceting minerals. — *Lapidary Journal* 22, 854—857.
RIBBE, P. H. (1980): Orthosilicates. — *Reviews in Mineralogy* 5, 143, *Min. Soc. America*.
WEBSTER, R. (1975): *Gems* 3rd edition. — London, Newnes-Butterworth.
ZABAVNIKOVA, I. I. (1957): Diadochic substitution in sphene. — *Geochemistry* 3, 271—278.
ZWAAN, P. C. (1981): Sphene, another gem mineral from Sri Lanka. — *J. Gemmol.* 17, 624—635.
ZWAAN, P. C. & ARPS, C. E. S. (1980): Sphene, Sri Lankas newest gemstone. — *Scripta Geologica* 58, Leiden.

Bei der Schriftleitung eingegangen am 30. Januar 1982

Anschriften der Verfasser

Dr. Henry A. Hännli, Mineralogisches Institut der Universität Basel, Bernoullistrasse 30, Ch-4056 Basel, Schweiz.
Mahinda Gunawardene FGA, Deutsche Gemmologische Gesellschaft, Postfach 2260, D-6580 Idar-Oberstein.