

Die Benitoite Gem Mine im San Benito County

von John Veevaert

*Ins Deutsche
übertragen von
Günther Neumeyer,
Michael Huber,
Stefan Weiß*

Benitoit ist dieses einzigartige blaue Mineral, das jeder Mineraliensammler gerne in seiner Sammlung haben möchte. Neben einigen unbedeutenden kleineren Vorkommen ist die Benitoite Gem Mine die einzige, die seit ihrer Entdeckung im Jahr 1907 Benitoit und Neptunit in Edelsteinqualität oder als hervorragende Sammlerstufen geliefert hat.

Das Verfahren, mit dem der Natrolith chemisch gelöst wird (er umschließt die Benitoitkristalle), ist aufwendig und zeitraubend. Aber es lohnt sich, um das mineralogische Erbe dieses Vorkommens zu bewahren, das weltweit einzigartig ist. Der Staat Kalifornien hat die

Bedeutung dieses unverwechselbaren Minerals erkannt und es am 1. Oktober 1994 per Gesetz zum offiziellen Edelstein des Staates Kalifornien ernannt. Jeder der etwas von Benitoit versteht, kann mit dem Gesetzestext zufrieden sein. Abschnitt 425.3 der Verordnung formuliert es ganz klar: Benitoit ist der offizielle Edelstein des Staates Kalifornien.

Das Vorkommen

Die Benitoite Gem Mine, auch bekannt als Dallas Gem Mine, befindet an der Südspitze des San Benito-County, rund 30 km nordwestlich der Stadt Coalinga. Die Stadt King City liegt etwa 45 km westlich der Mine. Kurz gesagt befindet sich die Mine ungefähr auf halbem Weg zwischen San Francisco und Los Angeles. Endlose Strände und jede Menge Menschen gelten als typisches Klischee für Kalifornien. Das gilt aber nicht für diesen Landstrich. Denn diese Gegend ist unvorstellbar einsam. Im Umkreis von 30 km findet man nur sehr wenige Straßen und Annehmlichkeiten, an die man sich eigentlich gewöhnt hat. Die einzige Route, die in die Nähe der Mine führt, ist neben einer asphaltierten Privatstraße eine holprige Schotterpiste mit einigen unbefestigten Flußquerungen. Im Winter wird die Strecke durch Schnee und rutschige Schlammrinnen nahezu unpassierbar. Die Mine befindet sich knapp oberhalb des Flusses San Benito in 1.380 Metern Höhe.

Kalifornien mit Kennzeichnung der Lage der Benitoite Gem Mine (rot).
© Depositphotos.com/Pavlo Kurylo, bearbeitet von Tobias Weise

Stilleben aus mehreren Benitoit- und Neptunitstufen. Sammlung Dona & Wayne Leicht (Kristalle), Foto: Harold & Erika van Pelt





UNIVERSITY OF CALIFORNIA PUBLICATION
BULLETIN OF THE DEPARTMENT OF
GEOLOGY
VOLUME 9, PP. 149-153

BENITOITE, A NEW
GEM

WALTER G. M.

Rechts:
Minenarbeiter am
Eingang der Benitoite
Gem Mine, um 1910.
Foto: Archiv der Dallas
Mining Company

Links:
Mr. Dallas (links)
und seine Hütte im
Bachbett unterhalb
der Benitoit-Mine.
Foto: Ralph W. Dietz,
Archiv Bill Larson

Das Küstengebirge zwischen San Francisco und Los Angeles ist ausgedehnt und selbst heute noch weitgehend ohne menschliche Ansiedlungen, außer etlichen Farmen und einigen wenigen Ortschaften.

Man kann sich vorstellen, wie schwierig der Zugang erst im Jahre 1907 gewesen sein muss – dem Jahr, in dem der Benitoit entdeckt wurde: Keine Straßen ... die einzige Möglichkeit, vorwärtszukommen, war zu Fuß. Die Vegetation, ein dichtes Unterholz aus Kreosotbüschen, ist nahezu undurchdringlich. Das waren die Voraussetzungen, die James Couch vorfand, als er sich in den ersten Februartagen des Jahres 1907 von Coalinga im südlichen San Benito County auf den Weg machte – auf der Suche nach Quecksilbervorkommen.

Die Geschichte des Vorkommens

Den Prospektor James Marshall Couch hatten Roderick Dallas und Thomas Sanders mit Ausrüstung im Wert von 50 \$ und einem Pferd ausgerüstet. Couch machte sich zur Wintersonnwend auf den Weg zur Quelle des Flusses San Benito – zu einer Zeit, in der er mit winterlichem Wetter rechnen musste. Er ging auf die Suche nach Mineralien, die aus den nahegelegenen Hügeln herausgewittert waren. Aus verschiedenen Aufzeichnungen ist bekannt, dass er nach mehreren Wochen Prospektion sein Lager in einer Waldlichtung

an einem kleinen Fluss aufschlug. Die Stelle bot ihm Futter für sein Pferd und ausreichend Brennholz, um sich in den langen kalten Nächten warmzuhalten.

In Berichten über die Entdeckung des Benitoits ist nachzulesen, dass Couch am 22. Februar den Hügel gegenüber seinem Lagers erklimmte, um sich dort interessant erscheinende Stellen genauer anzusehen. Dabei kam er an einer Stelle vorbei, die mit Abertausenden kleinen, dunkelblauen Kristallen übersät war. Anfänglich hielt er die Kristalle für Diamant oder wegen der blauen Farbe für Saphir. Er sammelte eine Anzahl Kristalle auf und machte sich schnell auf den Rückweg nach Coalinga, um seine Entdeckung bekannt zu geben. Es ist durchaus möglich, dass die amerikanischen Ureinwohner dieser Gegend dieses Vorkommen während der Jagd irgendwann in vergangenen Zeiten durchstreift hatten, doch soweit Couch erkennen konnte, war noch nie jemand an dieser Stelle gewesen. Man muss sich nur vorstellen, dass das Vorkommen über Jahrtausende unberührt brachliegt und man ist der Erste, der diese Anreicherung des dunkelblauen Minerals zu Gesicht bekommt ...



Eine Reihe von Personen nahm die Entdeckung für sich in Anspruch, allen voran Roderick Dallas und ein weiterer Mann namens Leland Hawkins. Doch wenn man sich durch die historischen Unterlagen wälzt, wird klar, dass Couch der alleinige Entdecker des Vorkommens war.

Es dauerte nicht lange, bis die ersten Claims abgesteckt waren, um den Abbau zu beginnen. In Anerkennung der finanziellen Unterstützung des Unternehmens durch Roderick Dallas wurde der Name Dallas Gem Mine gewählt. Interessant ist, dass keiner der Beteiligten wusste, was sie abbauten. Spekulationen über die Kristalle reichten von Saphir über Spinell bis zu einer Art vulkanischen Glas. Später im Jahr 1907 fanden einige Stücke ihren Weg zu Dr. George Louderback, Mineralogieprofessor an der Universität von Kalifornien in Berkeley. Dieser erkannte rasch, dass es sich um ein neues Mineral handeln musste. Er vermutete, dass das schwarze Begleitmineral ebenfalls ein neues Mineral sein dürfte. Im Juli 1907 publizierte er einen Zwischenbericht über das neue Mineral und gab ihm den vorläufigen Namen Benitoit, nach dem San Benito County und dem gleichnamigen Fluss. Für das unbekannte schwarze Mineral schlug er den Namen Carlosit vor, benannt nach dem nahegelegenen Berg San Carlos. Noch im gleichen Jahr erkannte Louderback, dass sein „Carlosit“ eigentlich das bereits bekannte Mineral Neptunit war – eine Mineralart, die bereits 1893 in Grönland gefunden wurde.

Louderback verfeinerte seine Beschreibung des neuen Minerals Benitoit, nachdem er weitere Stücke zur Verfügung hatte und die Mine selbst besuchen konnte. Louderbacks Abhandlung über den Benitoit halten viele als die beste Beschreibung eines neuen Minerals, die jemals verfasst wurde. Sie wurde im Jahr 1909 veröffentlicht – mit chemischen Analysen, vorgenommen von Walter Blasdale. Alle Exemplare dieser Publikation mit ihren handkolorierten Abbildungen verbreiteten sich rasch an Universitäten und Mineralogen auf der ganzen Welt (und sind heute gesuchte Raritäten, A.d.Ü.),

Um den Benitoit aus dem Natrolith zu lösen, wurde das Muttergestein zuerst mit Vorschlaghämmern bearbeitet, um die Edelstein-führenden Knollen und Drusen zu finden. Durch diese gewaltsame Methode sind

vermutlich Hunderte, wenn nicht Tausende guter Stufen verloren gegangen.

Es dauerte nicht lange, bis die Bergleute herausfanden, dass Natrolith durch verschiedene Säuren gelöst werden kann. Der Anblick hunderter Kilo an Benitoit-führendem Natrolith in Säure muss ziemlich beeindruckend gewesen sein. Noch heute werden verschiedene Chemikalien und Reagenzien verwendet, um Stufen zu präparieren und rohes Schleifmaterial zu gewinnen. Zur Präparation ästhetischer Stufen ist es heute wichtiger, überschüssige Matrix zu entfernen und Teile des Natroliths vor der Säure zu schützen. Dieser bildet einen guten Kontrast sowohl zum Benitoit als auch zum Neptunit.

Roderick Dallas betrieb die Mine bis 1910, als der Abbau eingestellt und die Mine aufgegeben wurde. Allerdings behielt Dallas die Rechte und konnte so die Kontrolle über den Claim behalten. Von diesem Zeitpunkt an bis in die 1960er Jahre verpachtete die Familie Dallas den Claim an verschiedene Betreiber, die weiterhin Stufen und rohes Schleifmaterial förderten. Die wohl erwähnenswertesten Pächter waren Peter Bancroft und Ed Swoboda, die die Mine zwischen 1935 und 1938 mehrfach besuchten und Tausende von Stufen bargen. Selbst in den 1930er Jahren war es noch eine Herausforderung, zu dem entlegenen Vorkommen zu gelangen. Im Jahr 1935 beschlossen Peter und Ed, dem Vorkommen einen Besuch abzustatten, nachdem ihnen ihr Lehrer Frank Gulick, der im Jahr zuvor dort gesammelt hatte, den Weg dorthin gezeigt hatte.

Peter Bancroft
1938 mit einem
ganzen Haufen voller
Benitoit Kristalle vor
der Dallas Gem Mine

Foto: Archiv der
Familie Swoboda





Eine ganze Handvoll Edelsteinkonzentrat. Einzelne Benitoitkristalle sind gut zu erkennen.

Eine erste Begutachtung des Materials findet bereits auf dem Förderband statt.

Blick auf die Abbaue der Benitoite Gem Mine.

Alle Fotos: Collector's Edge



Von den 1940er Jahren bis 1967 war das Vorkommen an verschiedene Interessenten mit unterschiedlichsten Produktionsmengen verpachtet. Die wichtigsten sind Miller Hotchkiss (1952), Clarence Cole (1953-1967) und Josephine Scripps, an die Cole das Vorkommen im Jahr 1966 unterverpachtete. Insgesamt betrachtet war die Produktion allerdings eher bescheiden.

Im Jahr 1967 pachteten Elvis „Buzz“ Gray und Bill Forrest das Vorkommen. Beide hatten Bergbau Erfahrung und machten sich daran, das Vorkommen wieder aufzuwältigen und ein sinnvolles Konzept für den Abbau zu erstellen. Ihre Bemühungen wurden mit Tausenden von guten Stufen und einer beachtlichen Menge an Schleifmaterial belohnt. Es ist auch ihr Verdienst, den Benitoit als Edelstein zu vermarkten und das Bewusstsein zu schaffen, das schließlich dazu führte, dass der Staat Kalifornien im Jahr 1985 den Benitoit zu seinem offiziellen Edelstein erhob. Buzz und Bill kauften die Mine im Jahr 1987 von der Familie Dallas und betrieben sie bis zum Jahr 2000. Ein häufiger Gast an der Mine war Deputy-Sheriff Bob Kahl aus Fresno County, der nicht nur für etwas Sicherheit sorgte, sondern auch mit Hand anlegte, wenn es notwendig war.

Im Jahr 2001 verkauften die beiden die Mine an die Firma The Collector's Edge Minerals Inc. aus Golden, Colorado. Ihr Besitzer Bryan Lees leitete den vollständigen und gründlichen Abbau des Vorkommens. Sein Team legte das ursprüngliche Gangsystem frei und stellte dabei fest, dass es vollständig abgebaut war. Der gesamte Abraum wurde über ein eigens angefertigtes System aus Schütteltischen geleitet, um Schleifmaterial abzutrennen. Anschließend wurde das gesamte junge Sediment und das Schwemmland durchgearbeitet, das sich in Jahrtausende während der Erosion angesammelt hat. Größere Brocken wurden aussortiert und auf mögliche Benitoitführung untersucht. Diese Abbaumethode brachte mehrere Tonnen Material für Stufen und Tausende Karat Rohmaterial für Schleifer ans Tageslicht. Nach Ende des Abbaus im Jahr 2004 wurde das gesamte Vorkommen gemäß den Bestimmungen des *Surface Mining and Reclamation Act* rekultiviert.

Im gleichen Jahr verkaufte Bryan Lees die Rechte an Dave Schreiner aus Coalinga. Dave wollte das Vorkommen für Hobbysammler gegen eine



Riesig!
Einer der besten existierenden
Benitoitkristalle auf Matrix.
Durchmesser des Kristalls 3,5 cm.
Sammlung The Arkenstone,
Foto: Joe Budd

Sammlergebühr öffnen. Der Plan scheiterte allerdings an Umweltschutzbestimmungen der Environmental Protection Agency und dem Bureau of Land Management wegen des hier natürlich vorkommenden Asbests. Darüber hinaus treten enorme Probleme mit der Erosion auf, die unter anderem durch rücksichtslose Fahrer von Geländemotorrädern und Geländewagen in den letzten 50 Jahren verursacht wurden. Die Behörden entschieden deshalb, das gesamte Gebiet für den Verkehr zu sperren und erlauben nur noch Grundbesitzern und den Inhabern der Bergrechte den Zugang.

In den letzten Jahren hat Dave das Material per LKW in den Stadtpark von Los Gatos außerhalb von Coalinga verfrachtet, wo nach Stufen und Schleifware gesucht werden kann. Es besteht allerdings derzeit keine Möglichkeit, Stufen oder Schleifware zu finden, es sei denn, Gruppen erhalten einen Zugang über die oben genannte asphaltierte Privatstraße. Aber selbst dann ist die Fundwahrscheinlichkeit gering. Ein kleiner Rest an höffigem Material ist allerdings trotz des sehr gründlichen Abbaus durch Collector's Edge übriggeblieben. Der

Oben rechts:
Allseitig auskristall-
lisierter Benitoit-
Schwimmerkristall mit
1,7 cm Durchmesser

Mitte:
Freistehender dreisei-
tiger Kristall (1,2 cm)
in Edelsteinqualität
auf Matrix

Unten rechts:
Benitoit mit Neptunit,
2 cm hoch. Der
Neptunit steckt
zwischen zwei
perfekten Benitoit-
Kristallen!

Unten links: 7,5 cm
hohe Benitoit Stufe
mit Neptunit

Alle Fotos auf dieser
Seite Sammlung und
Foto: John Veevaert



Lehm, der dem Material anhaftet, ist zäh und nahezu unmöglich zu entfernen. Um ihn trotzdem wegzubekommen, sind wiederholte Durchfeuchtung und Abspritzen notwendig. Dieser Lehm ist die Ursache, dass beachtliche Mengen an Material trotz aufwendiger Wäsche unentdeckt geblieben sind. Sie sollten später als Füll- und Abdeckmaterial verwendet werden. Deshalb wird auch in Zukunft Benitoit-führendes Material zu finden sein, das durch Regen und Grabungen von Mineraliensammlern freigelegt wird. Das Vorkommen selbst wird allerdings niemals wieder in großem Stil abgebaut werden.

Im Jahr 2008 verhandelte der Verfasser John Veevaert aus Weaverville, Kalifornien und Steve Perry aus Davis, Kalifornien mit The Collector's Edge Minerals, Inc. über den Ankauf des gesamten, rund neun Tonnen umfassenden Materials, das während deren Operation gefördert wurde: Benitoitstufen und das teilweise aufbereitete oder unaufbereitete Fördermaterial. Unbearbeitetes Rohmaterial wurde an Sammler verkauft, die ihre eigene Erfahrung in der Reinigung und Präparation von Stufen machen wollten. Auch Perry und

Veevaert bereiten Material für Stufen und Rohware auf.

Blauschiefer im Diablo Range

Die Benitoite Gem Mine befindet sich im New Idria-Revier am südlichen Ende der Diablo Range. In diesem Gebiet wurde seit den frühen 1850er Jahren auf Gold, Quecksilber, Chrom und Asbest aber auch auf Mineralstufen prospektiert. Ein großer Serpentinikörper wurde während der Jurazeit durch tektonische Kräfte in die umgebenden Sedimente und metamorphen Gesteine hochgeschoben. Eine nachfolgende Plattenkollision drückte den Serpentinikörper nach unten. Durch die geringere Dichte des Serpentin lösten sich Teile des Körpers ab und bewegten sich nach oben durch überlagernde Gesteinsschichten. Diese abgetrennten Serpentinikörper durchliefen eine Niedrigtemperatur- und Hochdruck-Metamorphose der Blauschiefer Fazies. Im mittleren Miozän drangen kleine magmatische Körper meist syenitischer Zusammensetzung



„Twin Peaks“:
Benitoit-Stufe
mit bis zu 2,5 cm
großen Kristallen
auf natrolith-reicher
Gesteinsmatrix.
Sammlung
Bill Larson,
Foto: Mia Dixon



Benitoit-Stufe,
9,1 cm hoch.
Sammlung Randy
Parnegian,
Foto: Jeff Scovil

Hochglänzender Benitoit-
Kristall auf Natrolith-
Matrix. Höhe 2,4 cm.
Sammlung Irv Brown.
Foto: Jeff Scovil



The „Sushi Plate“:
Einzigartig ist diese
4 cm breite Natrolith-
platte mit dreieckigen
blauen Benitoit-
Kristallen, säuligen
schwarzen Neptunit-
Doppelendern und
orangefarbenen
Joaquinit-Zwillings-
kristallen, Sammlung
John Veevaert,
Foto: Jeff Scovil

Seite gegenüber:
Benitoit-Kristall
(3,5 cm groß) mit
doppelendigem
Neptunit. Sammlung
John Veevaert, Foto:
Jessie Fisher



Perfekt: 2,4 cm
hohe Benitoit-
Stufe, Sammlung
J. Gajowniczek,
Foto: Jeff Scovil



„Spitzen“-Kristall:
4,6 cm große
Benitoit-Stufe, Samm-
lung Irv Brown.
Foto: Jeff Scovil

Rechts: 2,5 cm breite
Benitoit-Stufe mit Nep-
tunit, Sammlung Marty
Zinn, Foto: Jeff Scovil



18 cm breit: Die berühmte Benitoit-Stufe von Josie Scripps. Sammlung Bill Larson, Foto: Mia Dixon



Mitte: Verzwillingte Benitoit-Kristalle bis 3.3 cm Größe. Sammlung B. Gray, Foto: Jeff Scovil

Unten: Dunkelblaue Benitoit-Kristalle mit einem facettierten Stein (1.43 ct). Stücke von Collector's Edge, Foto: Jeff Scovil



Benitoit-Kristalle in unterschiedlicher Form und Transparenz. Kristallgröße bis 4,5 cm. Sammlung B. Gray, Foto: Jeff Scovil



in dieses Gebiet ein. Dabei entstanden im Blauschiefer zahlreiche Kalksilikat-Gangsysteme. In eines davon setzte sich die Mineralisation der Benitoite Gem Mine ab.

Wie entstand der Benitoit?

Es wird angenommen, dass die Elemente, die im Benitoit eingebaut sind, aus dem Muttergestein gelöst und in einem späten Stadium der Abkühlung hydrothermaler Lösungen in den Kalksilikat-Gängen, die das Nebengestein aus Blauschiefern durchsetzen, angereichert wurden. Andere Benitoitvorkommen in der Nähe mit einem ähnlichen Aufbau unterstützen diese Theorie.

Bisher durchgeführte geologische Untersuchungen haben gezeigt, dass die Benitoit-Mineralisation nach der Blauschiefer-Bildung erfolgt ist. Demnach liegt das Alter der Blauschiefer zwischen 100 und 160 Millionen Jahren und der Benitoit, der in den Kalksilikat-Gängen auftritt, ist nur rund 12 Millionen Jahre alt. Der Benitoit im Bereich der Benitoite Gem Mine ist eng auf diejenigen Bereiche im Blauschiefer begrenzt, die durch hydrothermale Lösungen umgewandelt wurden. Die letzte Phase der Mineralisation bildet ein Natrolith-Schub innerhalb des Gangsystems. Der Natrolith, der die Gänge und Adern ausfüllt, umschließt die meisten – aber nicht alle – früher gebildeten Mineralien. Im oberen Bereich der Benitoite Gem Mine finden sich zahlreiche Albit-Adern – aber kein milchigweißem Albit, gefunden.

Die Natrolith-Adern sind meist weniger als 2 cm dick. Die abbauwürdigen Mineralien sind an diese Adern gebunden und häufig an ihren beiden Wänden angewachsen. Dies führt zu einem offensichtlichen Problem bei der Präparation. Eine Seite der Ader muss mechanisch entfernt werden, um den Kristall freizulegen und eine Stufe herauszuarbeiten. Obwohl der untere Bereich des Gangsystems typischerweise mit Natrolith ausgefüllt ist, sind manche Drusen unbeschädigt. In diesen Hohlräumen finden sich meist blockige Natrolithkristalle und in einigen Fällen sind Neptunit- und Benitoitkristalle noch sichtbar. Die Drusen sind meist ziemlich klein, selten



Tiefblauer Benitoit mit Natrolithsaum.
5 cm breite Stufe von Heritage Auctions (ha.com), Foto: Mark Mauthner

Mitte: 5,6 cm breite Benitoitstufe mit Neptunit. Sammlung Anton Watzl, Foto: Albert Russ.

Unten: Facettierte edle Benitoite bis 5,53 ct Gewicht. Sammlung B. Gray, Foto: Jeff Scovil



größer als 2 cm. Wie bereits erwähnt, sind die oberen Bereiche Natrolith-frei. Alle Mineralien, die in dieser Zone gefunden werden, sind von Tonmineralien überzogen, die einfach mit Wasser abgewaschen werden können. Obwohl die Bereiche mit den Drusen immer noch klein waren und die Mineralisation in der oberen Zone viel geringer war, ist die Qualität der Benitoit- und Joaquitinkristalle hier viel besser, weil sie nicht den Natrolith-führenden Lösungen ausgesetzt waren.

Die Mineralien der Benitoite Gem Mine

Benitoit [TL] – $\text{BaTi}[\text{Si}_3\text{O}_9]$

Dem Benitoit gilt das Hauptinteresse in diesem Vorkommen. Benitoit ist ein Ringsilikat, das im hexagonalen Kristallsystem kristallisiert. In der Frühzeit der Entwicklung der Kristallographie wurde darüber spekuliert, dass es im hexagonalen Kristallsystem eine eigene Klasse gibt, die Kristalle mit trigonaler Form bildet. Mit der Entdeckung des Benitoits hatte die Welt erstmals ein Beispiel für ein Mineral, das der ditrigonal-bipyramidalen Klasse des hexagonalen Kristallsystems angehört. Diese Klasse wird von Dana als „Benitoit-Typ“ bezeichnet. Benitoit-Zwillinge entstehen durch eine 180° -Drehung um die c -Achse (0001). Gleichmäßig verzwilligte Kristalle werden auf Grund ihrer perfekten sechseitigen Symmetrie als „Davidstern“ bezeichnet. Benitoitzwillinge treten nur auf, wenn die Kristalle Crossiteinschlüsse aufweisen. Vollständige Zwillingkristalle sind allerdings sehr selten.

Benitoit wurde in zwei verschiedenen Habiti gefunden.

(1) Gut entwickelte Schwimmerkristalle mit zahlreichen Einschlüssen von Mineralien der Amphibolgruppe (im allgemeinen als „Rockies“ bezeichnet) und

(2) Kristalle, die fest mit den Wänden der Natrolith-Adern verwachsen sind.

Die besten Edelsteinkristalle kommen aus der letzten Gruppe.

Die Kristallflächen des Benitoit wurden während der „Natrolith-Phase“ der Mineralbildung selektiv angeätzt. Es gibt einige seltene Exemplare mit hochglänzenden Flächen. Allerdings sind

bei den meisten Kristallen die c -Flächen und die Prismenflächen glänzend, während die Pyramidenflächen durch die Ätzung während der Ablagerung des Natroliths matt sind.

Die Durchschnittsgröße der Benitoitkristalle ohne Einschlüsse liegt zwischen 0,5 und 1 cm. Kristalle über 2 cm gelten als „groß“, über 3 cm als „sehr groß“. Benitoitkristalle mit Crossiteinschlüssen können jedoch bis zu 6 cm groß werden; meist liegt ihre Größe bei 2-3 cm. Nicht alle Benitoitkristalle haben dieselbe Farbe. Die wohl bekannteste Farbe ist ein sattes Saphirblau mit einem Hauch von Violett. Benitoit kann aber auch farblos, weiß, rosa, rötlich-braun oder grünlich-grau sein. Der Grund für die unterschiedlichen Farben des Benitoits ist noch nicht abschließend geklärt. Weil die Kristallstruktur Spuren von Eisen enthalten kann, wurde angenommen, dass die Farbursache aufgrund eines Valenzausgleichs von $\text{Fe}^{2+} \leftrightarrow \text{Ti}^{4+}$ oder $\text{Fe}^{2+} \leftrightarrow \text{Fe}^{3+}$ erfolgt. Nach Untersuchungen von Joan Mamarella (*pers. Mitt.* 1997) könnten die blauen Bereiche durch paramagnetisches Titan verursacht sein, während Titan in den weißen Bereichen diamagnetisch ist. Darüber hinaus werden häufig graue bis grünliche Kristalle mit großen Mengen an Crossiteinschlüssen gefunden. Ein großer Teil davon sind Schwimmerkristalle mit perfekten Endflächen. Einige Kristalle erscheinen rot bis rötlich braun durch winzige Neptuniteneinschlüsse. Rosafarbene Benitoitkristalle wurden in der Numero Uno Mine gefunden, die mehrere Kilometer von der Benitoite Gem Mine entfernt ist. Die Farbursache dieser Kristalle ist allerdings noch völlig ungeklärt.

Benitoit hat einen ausgeprägten zweifarbigem (dichromatischen) Charakter. Er kann je nach Orientierung des Kristalls farblos, blau oder satt violett-blau aussehen. Benitoit hat eine hohe Doppelbrechung, höher als Diamant. Deshalb erhalten geschliffene Steine ein besonderes „Feuer“ durch die Lichtbrechung. Die blaue Farbe des Benitoits reagiert nicht auf irgendwelche Einflüsse wie Strahlung oder Hitze. Allerdings wurde der farblose Bereich eines Benitoitkristalls durch Hitzebehandlung orange (Bill Forrest, *pers. Mitt.* 2002).

Benitoit fluoresziert unter kurzwelligem ultraviolettem Licht in einem sehr hellen, milchigen Himmelblau. Die Fluoreszenz von Kristallen mit Crossiteinschlüssen erscheint stärker als die von Kristallen in Edelsteinqualität. Einige Kristalle fluoreszieren matt rötlich-

orange unter langwelligem UV-Licht. Die ausgeprägte Fluoreszenz unter kurzwelligem UV-Licht ist sehr nützlich bei der Suche und der Prospektion nach Benitoit. Die natürliche Tageslichtfluoreszenz ist ebenfalls von Bedeutung, weil sie dem geschliffenen Stein im Sonnenlicht eine besondere Brillanz verleiht.

Benitoit ist überwiegend als Sammlermineral und als Schleifmaterial von Bedeutung. Obwohl nicht besonders für die Verarbeitung in Ringen geeignet — seine Mohs-Härte beträgt $6\frac{1}{2}$ — sieht Benitoit in Anhängern, Ohringen und Halsketten blendend aus. Die meisten geschliffenen Steine wiegen weniger als 0,5 Karat. Steine über einem Karat sind selten und oberhalb von 2 Karat sehr selten. Dave Schreiner fand den größten jemals entdeckten Rohkristall, kurz nachdem er die Mine von The Collector's Edge Minerals Inc. erworben hatte. Er hatte ein Gewicht von 34 Karat. Daraus wurden ein 8-Karäter und mehrere kleine Steine geschliffen. Der größte geschliffene Benitoit wiegt 15,42 Karat und befindet sich in der Sammlung von Michael Scott. Die Preise für geschliffene Stein haben sich in den letzten Jahren dramatisch nach oben entwickelt. Der Edelstein Benitoit ist um Größenordnungen seltener als Diamant, Smaragd oder Rubin. Für Einkaräter hoher Qualität und hoher Reinheit sind auf dem Markt leicht 3.000 Dollar oder mehr erzielbar. Steine mit 2 Karat Gewicht kosten schnell 8.000 bis 10.000 Dollar. Der Wert wird wohl in Zukunft weiter steigen, weil das Angebot begrenzt und eine weitere Förderung unwahrscheinlich ist.

Es ist schwierig, die besten Stufen zu bewerten, die im Lauf der Zeit gefördert wurden. Zwei Stufen in der Sammlung des *Natural History Museum of Los Angeles County* zählen sicherlich zu den besten: Ein 3 cm großer Kristall mit drei Endflächen und ein fantastischer „Ring“ aus miteinander verbundenen Benitoitkristallen. Eine kleinere Stufe mit den drei Mineralien Benitoit, Neptunit und Joaquitin, die sich in der Sammlung des Verfassers befindet, wird als eine der schönsten eingeschätzt. Bryan Lees von Collector's Edge gab der Stufe den Spitznamen „Sushiteller“.

Die meisten Mineralien, die in den letzten Jahrzehnten entdeckt wurden, sind über spezielle Einkristall-Röntgenaufnahmen identifiziert worden. Andere sind so klein, dass sie nur unter einem Elektronenmikroskop zu sehen sind. Benitoit dagegen war eine Sensation mit

seinen perfekten Kristallen, begleitet von ebenso attraktivem Neptunit und Joaquitin. Es gibt nur wenige Beispiele in der Entdeckungsgeschichte neuer Mineralien, wo eine neue Spezies in derart gut ausgebildeten Kristallen vorkommt.

Neptunit – $\text{KNa}_2\text{Li}(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg}, \text{Mn}^{2+})_2\text{Ti}_2^{4+}[\text{O}|\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2$

Die wohl weltbesten Neptunitkristalle kommen aus der Benitoite Gem Mine. Neptunit ist neben Natrolith das häufigste Mineral des Vorkommens – mit einem Verhältnis von Neptunit zu Benitoit von etwa 10 zu 1. Die Kristalle sind meist gestreckt. Es sind aber auch gedrungene Formen bekannt. Makroskopisch sichtbare Kristalle erscheinen rabenschwarz. Seine eigentliche Farbe ist tiefrot. Diese ist

Schwarzglänzender Neptunit mit Natrolith. Höhe 3,4 cm. Sammlung Tom Gressman, Foto: Jeff Scovil



gut erkennbar, wenn große Kristalle unter einem bestimmten Winkel betrachtet werden oder an Mikrokristallen im Durchlicht. Mit zahlreichen Crossiteinschlüssen erscheint die Farbe rotbraun. Neptunit kann auf zwei Arten verzwillingt sein. Die am weitesten verbreitete Verzwillingung ist nach (301), die seltenere Verzwillingung ist nach (001). Von letzterer Art sind vermutlich nur acht oder neun Exemplare bekannt. Die Größe der Neptunitkristalle variiert von Mikrokristallen bis hin zu 3 cm, wobei Kristalle bis 10 cm gefunden wurden. Man kennt enorme Platten bis Meterbreite, die reich mit Neptunitkristallen besetzt sind. Sie wurden aus Natrolith herausgelöst.

Joaquinit-(Ce) [TL] – $\text{NaBa}_2\text{Fe}^{2+}\text{Ce}_2(\text{Ti,Nb})_2[(\text{O,OH,F})_3(\text{Si}_4\text{O}_{12})_2] \cdot \text{H}_2\text{O}$

Der erste jemals gefundene Joaquinit stammt aus der Benitoite Gem Mine. Geochemisch gesehen ist das Mineral bei weitem das komplexeste. Zwei weitere Arten, Strontiojoaquinit und Barium-Orthojoaquinit konnten abgeleitet werden, wobei bei diesen beiden Niob und Cer fehlt. Über das Strontium/Barium Verhältnis wird bestimmt, um welchen Joaquinit es sich handelt. Die meisten Joaquinitkristalle aus diesem Vorkommen sind rund 3 mm groß. Aber es sind auch Exemplare bekannt, die 4 mm oder größer sind. Die Kristalle sind honig- bis zimtfarben. Joaquinit ist monoklin. Ursprünglich wurde angenommen, dass das Mineral orthorhombisch ist – bis man später herausgefunden hat, dass eine Verzwillingung nach (001) eine orthorhombische Kristallform erzeugt.

Jonesit [TL] – $(\text{K,Na})_{<1}\text{Ba}_2\text{Ti}_2[(\text{Si,Al})_3\text{O}_9]_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$
Jonesit wurde im Jahr 1957 von Francis Stone entdeckt und 1977 als neue Mineralart beschrieben. Es ist bei weitem das seltenste Mineral des Vorkommens. Jonesit kristallisiert im orthorhombischen System und bildet farblose Kristalle bis 3 mm, meist sind sie aber kleiner. In älterer Literatur wurde die Meinung vertreten, dass Jonesit nicht *in situ* mit Benitoit vorkommt, sondern dass er sich als Zersetzungsprodukt von Benitoit bildet. Beide Arten enthalten schließlich Barium, Titan und $[\text{SiO}_9]$ -Gruppen. Dem Verfasser jedoch liegen mehrere Stufen vor, auf denen Benitoit zusammen mit Jonesit vorkommt. Dies belegt, dass beide Mineralien zur gleichen Zeit entstanden sind.

Modellmäßiger
Joaquinit-Kristall mit
0,9 mm Kantenlänge.
Sammlung und Foto:
Christian Rewitzer

Natrolith – $\text{Na}_2[\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$

Natrolith ist fast im gesamten Vorkommen allgegenwärtig. Er wurde im letzten Stadium der Gangmineralisation abgelagert und kommt nur ganz selten in Kristallen vor. Nur dort, wo die Gänge nicht vollständig mit derbem Natrolith gefüllt sind, treten gedrungene prismatische Kristalle auf. Diese Kristalle sind dann ausnahmslos milchig opak. Durch zahlreiche Aktinolith- oder Crossiteinschlüsse grau oder grünlich gefärbter Natrolith kommt ebenfalls vor. Der größte Anteil an gut kristallisiertem Natrolith aus der Benitoite Gem Mine, den man heute in Sammlungen findet, stammt tatsächlich nicht aus diesem Abbau, sondern aus verschiedenen Nachbarvorkommen.

Andere Mineralien

Die Kupfersulfide Djurleit und Chalkosin sind neben den oben beschriebenen Mineralarten die häufigsten Begleiter in der Benitoite Gem Mine. Hinzu treten Apatit, Albit, Manganoxide sowie Quarz-Pseudomorphosen, vermutlich nach Serandit und Analcim. Einige Kuriositäten sind ebenfalls gefunden worden, darunter das seltene Barium/Titan-Mineral Mineral Baotit und zwei einzigartige Stufen in der Sammlung des Verfassers: eine Stufe mit Drahtsilber, entmischt aus einem Djurleitkristall, und eine Stufe mit Delindeit, umgeben von Benitoit.

Zur Präparation des Benitoits

Wie bereits oben gesagt, waren die meisten der



früheren Bemühungen, Benitoit aus der Matrix zu lösen, mechanischer Natur. Das primäre Ziel war die Produktion von Rohmaterial zum Schleifen. Das führte natürlich dazu, dass viele tausend Stufen zerstört wurden und damit nicht für die Aufnahme in Mineralsammlungen zur Verfügung standen. Erst als sich die Verwendung von Säure zur Entfernung des Natrolith durchgesetzt hat, stieg die Qualität der Stufen exponentiell an.

Was muss man nun machen, um eine Benitoit- und/oder Neptunitstufe zu säubern? Attraktive Stufen aus diesem besonderen Material kommen nun mal nicht einfach so vor, sozusagen fertig für die Vitrine – sie sind das Ergebnis eines viele Stunden dauernden Prozesses, um den Natrolith zu entfernen und eine ästhetische Stufe zu erhalten. Der Arbeitsablauf besteht aus mehrstufigen Vorgängen, die alle sehr zeitaufwendig sind und eine gewisse künstlerische Begabung erfordern. Eine Sache darf man nicht aus dem Auge verlieren, wenn man die Matrix wegpräpariert: Das Entfernen des Natroliths lässt sich nicht rückgängig machen. Zu viel davon zu entfernen ist genauso schädlich, wie zu wenig zu entfernen. Mehrere Arbeitsschritte, einschließlich der Anwendung eines Ätzhemmers, Säurebäder und gründliche Spülungen sind notwendig, um gerade soviel Natrolith zu entfernen, dass eine attraktive und ästhetische Stufe dabei herauskommt. Weitere Informationen zur Reinigung von Stufen aus diesen Vorkommen finden sich im Internet unter [www.benitoite.com].

Noch ein letztes Wort zum Benitoit aus der Benitoite Gem Mine. Ich schätze, dass 98% aller Benitoitkristalle einen matten Glanz aufweisen. Die Pinakoid- und Prismenflächen sind fast immer hochglänzend, während die Pyramidenflächen nicht glänzen. Mutter Natur hat das nun mal so geschaffen. Vollständig glänzende Kristalle sind selten. Der andere Punkt ist, wenn etwas für Jahrtausende im Gestein eingeschlossen ist, treten sehr wahrscheinlich Risse auf. Ein großer Teil der Benitoitkristalle zeigt Risse, die durch lange zurückliegende geologische Prozesse verursacht wurden. Deshalb erzielen auch die wenigen Benitoitstufen der höchsten Qualität hohe Preise – sie sind schließlich die Ausnahme zur Regel.



Benitoit-Kristallgruppe, 2.9 cm hoch. Sammlung Len Piscioti, Foto: Jeff Scovil



Benitoit-Kristalle, teilweise freige-löst aus Natrolith. 6 cm hohe Stufe von Brett Keller, Foto: Jeff Scovil