

**Zeitschrift:** Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen = Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie  
**Band:** 77 (1997)  
**Heft:** 2  
  
**Artikel:** Senait, ein weiteres Vorkommen in einer alpinen Zerrkluft = Senaite, a new occurrence in an Alpine fissure  
**Autor:** Oberholzer, W.F. / Graeser, S. / Reusser, E.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-58482>

### **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:** 13.01.2026

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

## Senait, ein weiteres Vorkommen in einer alpinen Zerrkluft

### Senait, a new occurrence in an Alpine fissure

von W.F. Oberholzer<sup>1</sup>, S. Graeser<sup>2</sup> und E. Reusser<sup>3</sup>

Professor Ernst Niggli zum 80. Geburtstag gewidmet

#### Abstract

A new occurrence of a mineral of the crichtonite-group from an Alpine fissure in the Oberaar-area (Bernese Oberland) has been investigated by electron microprobe, single crystal X-ray diffraction and morphologically by a reflecting goniometer. The mineral is a senait with the formula  $[\text{Pb}_{0.48}\text{Sr}_{0.38}\text{La}_{0.05}\text{Ce}_{0.08}\text{Ca}_{0.06}]\Sigma_{1.05} [\text{Ti}_{13.87}\text{Fe}_{3.62}^{2+}\text{Fe}_{2.70}^{2+}\text{Y}_{0.33}\text{Mn}_{0.33}\text{Zn}_{0.15}]\Sigma_{21}\text{O}_{38}$ , with  $a = 10.398(5)\text{\AA}$ ,  $c = 20.92(2)\text{\AA}$  and a complex morphology.

**Keywords:** Senait, Crichtonite-group, chemical composition, lattice parameters, morphologic forms.

#### Einleitung

1994 wurden in der «Gneis-Schiefer-Zwischenzone» (zwischen Grimselgranodiorit und Südlichem Aaregranit) im mittleren Aarmassiv, an der Oberaar, Grimsel BE in einer alpinen Zerrkluft von Anton Ruef, Oberried am Brienersee, schwarze, metallischglänzende, relativ tafelige Kristalle gefunden, die bereits von N. MEISSER (Universität Lausanne) auf Grund einer semi-quantitativen EDS-Analyse als wahrscheinliche Senait bestimmt wurden (Notiz in LAPIS, 4/95, Jg. 20, p. 6). Für weitere genauere Untersuchungen, vor allem morphologischer Art, wurden einem von uns (WFO) mehrere Kristalle zwischen 3–5 mm zur Verfügung gestellt. Es zeigte sich, dass die Morphologie der Kristalle ohne weitere Untersuchungen nur schwer zu bestimmen war. Das Material wurde daher zusätzlich von E. Reusser auf der Mikrosonde und S. Graeser mit Einkristall- und Pulver-Röntgenmethoden untersucht; S. Graeser beteiligte sich ausserdem massgeblich an der morphologischen Auswertung.

Senait gehört zu den komplexen Ti-Fe-Oxiden

der Crichtonit-Gruppe, eher seltene Mineralien, von denen in den Schweizer Alpen bis heute erst ein halbes Dutzend Vorkommen bekannt sind. In der Literatur wurden die Geschichte der Entdeckung und die verschiedenen Fundorte bereits eingehend beschrieben (vergleiche z.B. STALDER und BÜHLER, 1986). In dieser Arbeit werden vor allem neue Resultate, welche die grosse kristallchemische und morphologische Variabilität der Crichtonit-Mischkristallreihe belegen, vorgelegt. Es handelt sich auch um die erste ausführliche Beschreibung eines Minerals dieser Mischkristallreihe aus dem Aarmassiv, aus welchem bis anhin nur ein einziger kleiner Fund vom Baltschiedertal bekannt war (Coll. Edm. von Fellenberg, Fund ca. 1890, qualitative Bestimmung von M. SOOM, 1986, zitiert in STALDER und BÜHLER, 1987).

#### Geochemische Untersuchungen

Die geochemischen Untersuchungen erfolgten mit der Elektronen-Mikrosonde (CAMECA SX50 mit 5 WDS-Spektrometern) des Instituts für

<sup>1</sup> Postfach 6, CH-8833 Samstagern.

<sup>2</sup> Naturhistorisches Museum, CH-4001 Basel. Mineralogisch-Petrographisches Institut, Universität, Bernoullistrasse 30, CH-4056 Basel.

<sup>3</sup> Institut für Mineralogie und Petrographie, Eidgenössische Technische Hochschule, ETH-Zentrum, CH-8092 Zürich.

Tab. 1 Mikrosondenanalyse eines Senaits von der Oberaar (Mittelwerte aus 6 Messungen).

La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	UO <sub>2</sub>	CaO	CeO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	ZnO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	PbO	SrO	total
0.43	0.00	0.19	0.77	59.20	0.65	26.94	1.26	1.99	5.72	2.08	99.22

Mineralogie und Petrographie der Eidg. Technischen Hochschule in Zürich (siehe Tab. 1)

U war unter der Nachweisgrenze. Zusätzlich zu den in der Tabelle aufgeführten Elementen wurden noch Nb, Re, Sc, V, Al, Ba und K gemessen, diese Elemente waren aber höchstens im Bereich der Nachweisgrenzen der Mikrosonde vorhanden. Der gemessene Kristall, der für das Vorkommen als typisch gelten kann, ist homogen und zeigt keinerlei Zonenbildung. Dies ist wichtig für die nachfolgenden morphologischen Betrachtungen.

Vergleicht man mit früheren Bestimmungen an Mineralien dieser Mischkristallreihe (STALDER und BÜHLER, 1987), stellt man fest, dass der Senait der Oberaar den höchsten bis anhin gefundenen Gehalt an Pb, trotzdem viel Sr und überdurchschnittlich viel Ca enthält. Auf der Position A im Kristallgitter dürften daher keine Leerstellen, auf den Gitterplätzen M relativ viel Zn, aber kein U, V und Al vorhanden sein. Die Gehalte an Ti, Fe, Mn und Y entsprechen den früheren Befunden.

Die Analyse wurde auf  $\Sigma \text{Ti} + \text{Fe} + \text{Y} + \text{Mn} + \text{Zn} = 21$  normiert und ergab die Formel  $[\text{Pb}_{0.48} \text{Sr}_{0.38} \text{La}_{0.05} \text{Ce}_{0.08} \text{Ca}_{0.06}] \Sigma_{1.05} [\text{Ti}_{13.87} \text{Fe}_{3.62}^{3+} \text{Fe}_{2.70}^{2+} \text{Y}_{0.33} \text{Mn}_{0.33} \text{Zn}_{0.15}] \Sigma_{21} \text{O}_{38}$ , sie entspricht einem uranfreien Senait. Das Verhältnis von  $\text{Fe}^{2+}$  und  $\text{Fe}^{3+}$

wurde mit der Ladungsbilanz ( $\Sigma \text{Lad} = 76$ ) bestimmt.

### Röntgenographische Bestimmungen

Ein winziger Splitter eines Senaitkristalles wurde röntgenographisch (Einkristall-Verfahren mittels Weissenberg- und Precession-Kameras) untersucht, um abzuklären, ob es sich um Einkristalle oder um verzwillingte Exemplare handle. Ohne auf strukturelle Einzelheiten einzugehen, wie sie etwa von ARMBRUSTER und KUNZ (1990) an Mineralien der Crichtonit-Reihe vom Pizzo Cervandone (Italien) beschrieben wurden, darf man davon ausgehen, dass die Senaitkristalle tatsächlich in unverzwillingtem Zustand vorliegen. Die Precession-Aufnahme lässt sehr schön die trigonal/hexagonale Symmetrie des Kristalles erkennen (siehe Fig. 1). Die Kristallklasse  $\bar{3}$  und die Raumgruppe  $R\bar{3}$  entsprechen den Mineralien der Crichtonit-Gruppe.

Ausserdem wurde ein Pulverdiagramm mittels Debye-Scherrer-Kamera aufgenommen und daraus die Gitterparameter berechnet (Computer refinement).

Die relativ grossen Gitterkonstanten deuten wie die chemischen Analysen auf Senait hin.

### Morphologische Untersuchungen

Es gibt relativ viele Arbeiten über chemische Analysen und Strukturbestimmungen an Crichtonit-Mineralien, in der Literatur belegte genaue morphologische Untersuchungen sind dagegen eine ausgesprochene Rarität. Die ersten wurden von J.L. DE BOURNON 1813 über die von ihm 1788 in der Nähe von Bourg-d'Oisans, Isère, Frankreich gefundenen Kristalle publiziert (nach HEY et al., 1969). Ebenfalls in HEY et al. (1969) ist die goniometrische Vermessung der drei Crichtonit-Kristalle in der Sammlung des «British Museum Natural History», London (heute «The Natural History Museum», London) erwähnt. Bei allen bisher erwähnten Kristallen dominiert ein steiles Rhomboeder, das ihnen einen fast stengeligen Habitus verleiht. Im Gegensatz zu diesem ursprünglichen Vorkommen liegen von den neuen Funden der Schweizer Alpen bis heute lediglich allgemein gehaltene Formbeschreibungen vor

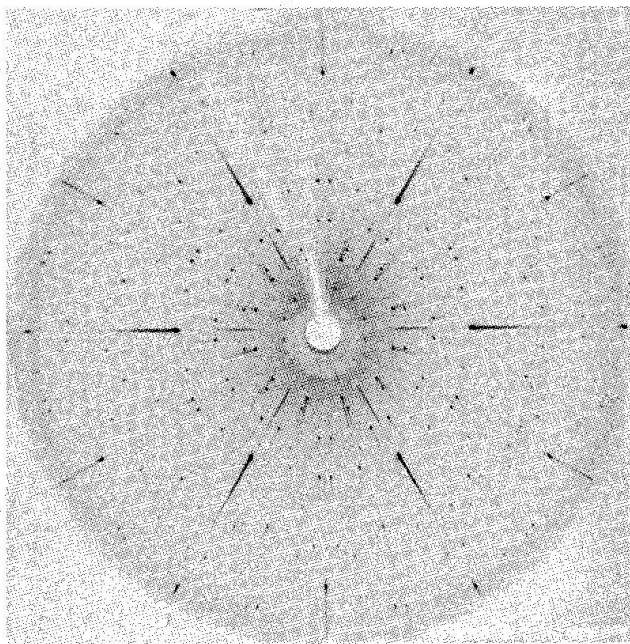


Abb. 1 Senait Oberaar: Einkristallaufnahme (Precession-Aufnahme).

Tab. 2 Senait Oberaar: Pulveraufnahme (Debye-Scherrer).

h k l	d <sub>obs</sub>	d <sub>calc</sub>	I/I <sub>1</sub>
2 1 0	3.41	3.41	80
2 1 3	3.059	3.059	50
3 0 0	2.993	3.001	20
1 1 6	2.898	2.896	80
1 0 7	2.838	2.837	40
3 0 3	2.751	2.757	30
2 1 5	2.635	2.640	30
3 1 1	2.482	2.480	50
3 1 2	2.424	2.429	40
2 0 8	2.253	2.262	80
4 0 0		2.251	
3 1 5	2.141	2.145	90
3 1 7	1.9176	1.9165	20
3 1 8	1.8040	1.8062	50
4 1 6	1.7156	1.7119	40
1 3 10	1.6032	1.6038	60
3 3 6	1.5524	1.5519	30
3 1 11	1.5139	1.5132	40
5 2 0	1.4420	1.4420	100

Debye-Scherrer-Kamera 90 mm  $\phi$ , Fe-K $\alpha$ -Strahlung  
Gitterkonstanten, verfeinert aus Pulverdaten:

a = 10.398 (5) Å

c = 20.92 (2) Å

c/a = 2.012

V = 1959 (2) Å<sup>3</sup>

I/I<sub>1</sub> visuell geschätzt

(STALDER und BÜHLER, 1987). Manchmal ist das Basispinakoid vorherrschend, zusammen mit einem steilen Rhomboeder führt dies zu tafeligen bis isometrischen Kristallen (Selva, GR, Collonges, VS). Bei den Crichtonit-Mineralien vom Pizzo Cervandone (I) und vom Wannigletscher, VS fehlt das Basispinakoid fast völlig, es herrscht ein

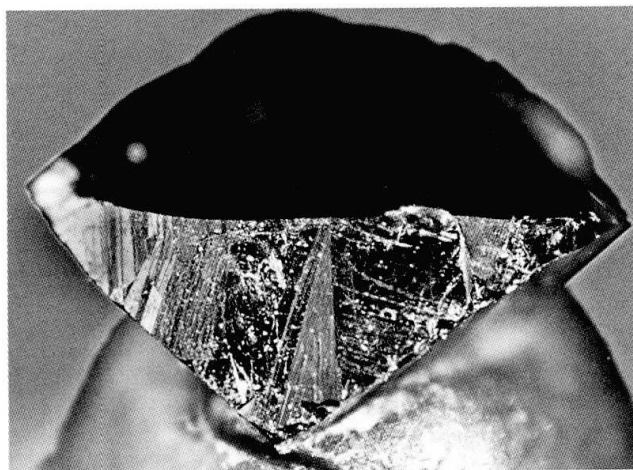


Abb. 2 Senait Oberaar: vermessenes Exemplar. Durchmesser 4 mm. Foto U. Gerber.

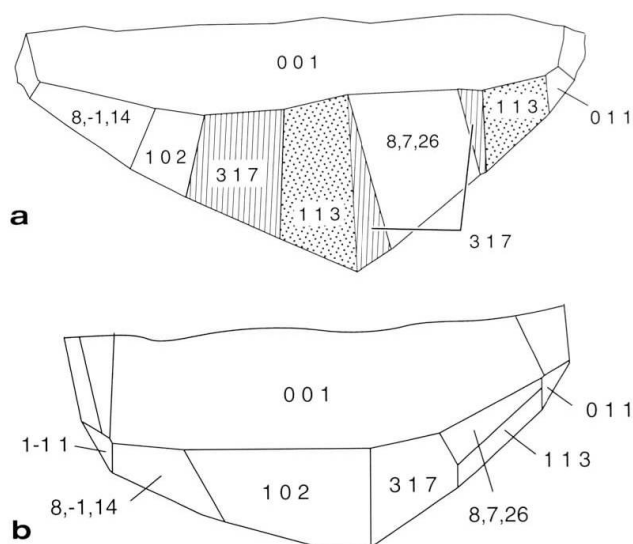


Abb. 3 (a) Unmassstäbliche Teilzeichnung (Kopfbild) des vermessenen Senaitkristalls; zu beachten sind die alternierenden Flächen (113) und (317), die zu einspringenden Winkeln führen. (b) Idealisierte Teilzeichnung (Kopfbild der Computerauswertung). Die Flächen (113) und (8, 7, 26) bilden beim Realkristall (Fig. 3a) keine gemeinsame Kante.

Rhomboeder vor, das die Kristalle würfelig erscheinen lässt.

An der Oberaar, BE, herrscht dagegen ein tafeliger Habitus, wie er von den Senait-Crichtonit-Mischkristallen vom Baltschiedertal (dünntafelig) beschrieben wird, vor. Die Kristalle der Oberaar sind durch ein relativ grosses Basispinakoid und eine Reihe relativ flacher Rhomboeder gekennzeichnet. Das relativ ebene Basispinakoid weist lediglich schwache Vizinalen (Wachstumsakzessorien) auf. Die Rhomboederflächen sind komplexer aufgebaut. Man findet hier einspringende Winkel und z.T. intensive Streifung, was zu Beginn der Untersuchungen eine polysynthetische Verzwilligung vermuten liess (siehe Fig. 2).

Beim Vermessen der Senaitkristalle auf dem zweikreisigen Goniometer fiel das vollständige

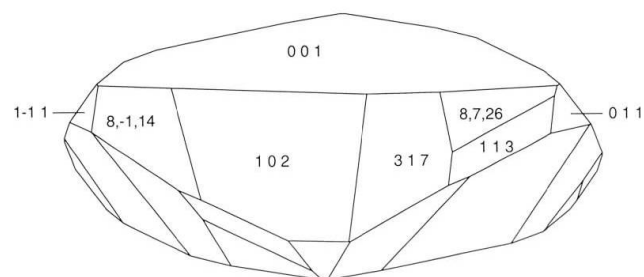


Abb. 4 Computerzeichnung des Oberaar-Senait (Mittelwerte aus 6 Messungen).

Tab. 3 Formen des Senaits von der Oberaar.

Indizes	Form	Besonderheit
{001}	Basispinakoid	schwache Vizinalen
{011}	Rhomboeder I. St.	nur einmal gefundene kleine Fläche
{113}	Rhomboeder II. St.	alternierende Flächen
{102}	Rhomboeder I. St.	
{8,1,14}	Rhomboeder III. St.	grobe Streifung
{8,7,26}	Rhomboeder III. St.	
{317}	Rhomboeder III. St.	«Scheinfläche». Streifung durch 2 verschiedene Formen bedingt. Alternierende Flächen

Fehlen des hexagonalen Prismas auf, die Kristalle mussten mit Hilfe des Basispinakoides justiert werden. Eine Überraschung war das 2- bis 3fache Alternieren einiger Rhomboederflächen mit gleichen Indizes (siehe auch Fig. 3a), unterbrochen von andern Rhomboederflächen. Aus diesem Alternieren resultieren die einspringenden Winkel. Während die meisten Rhomboederflächen relativ gute Messsignale liefern, ist es fast unmöglich, die gestreiften Flächen zu messen, sie ergeben meist zwei sich kreuzende Linien, die sich über einen Bogen von 30° erstrecken. Einen Anhaltspunkt über die Position dieser Scheinflächen liefert höchstens das Einmessen des maximalen Flächenreflexes.

Gefunden wurden 7 verschiedene Formen (Scheinfläche eingeschlossen), einzelne davon nur als sehr kleine Flächen, z.B. {011}. Relativ schwierig war die Wahl der Einheitsfläche. Die einzige gefundene Fläche mit  $\rho = 67.1^\circ$  ergab als Einheitsfläche ein Achsenverhältnis von 1 : 2.050 in guter Übereinstimmung mit dem röntgenographischen Achsenverhältnis. Eine Zusammenstellung der an den Senaitkristallen von der Oberaar gefundenen Formen und ihrer Eigenschaften ist in Tabelle 3 aufgeführt.

Es ist leicht ersichtlich, dass sich mit aufgeteilten Flächen keine Kristallzeichnungen mit einem Computerprogramm, wie z.B. SHAPE, herstellen lassen. Dies illustrieren die beiden Kopfbilder der Figur 3. Figur 3a ist das Kopfbild eines Realkristalls, unmasstäblich für das Messprotokoll gezeichnet. Figur 3b zeigt das Kopfbild mit Hilfe von SHAPE erzeugt. Figur 4 zeigt die Computerzeichnung des gleichen Senaitkristalls, aber ohne die Aufteilung der Flächen, in der Natur wurden bisher Senaitkristalle in dieser Ausbildung nicht gefunden.

### Zusammenfassung

Das komplexe Wachstum der Senaitkristalle von diesem Fundort lässt sich nur schwer erklären. Erstens fehlen genaue Angaben über die Morphologie der Crichtonitminerale aus den andern, bereits erwähnten Vorkommen. Wie weit strukturelle Eigenheiten, wie sie z.B. von ARMBRUSTER und KUNZ (1990) vom Pizzo Cervandone beschrieben wurden, in unserem Falle eine Rolle spielen, kann nicht mit Sicherheit entschieden werden, da wir keine strukturellen Untersuchungen durchführten. Denkbar wäre auch ein Einfluss durch die physikalischen und chemischen Bedingungen während des Wachstums, aber auch dazu fehlen uns genauere Angaben, da die Fundstelle bis heute nicht wissenschaftlich erfasst wurde.

### Verdankungen

Die Autoren danken dem Finder Herrn A. Ruef, Oberried, für die Überlassung des Untersuchungsmaterials. Prof. H.-A. Stalder danken wir für die kritische Durchsicht des Manuskripts. U. Gerber verdanken wir die Fotografie des vermessenen Senaitkristalls.

### Literaturverzeichnis

- ARMBRUSTER, T. und KUNZ, M. (1990): Cation arrangement in a unusual uranium-rich senaite: crystal structure study at 130 K. *Eur. J. Mineral.*, 2, 163–170.
- HEY, M.H., EMBREY, P.G. und FEJER, E.E., (1969): Crichtonite, a distinct species. *Mineral. Mag.*, 37/287, 349–356.
- SHAPE for crystal morphology, V. 4.0. Shape Software, Kingsport, TN, USA.
- STALDER, H.A. und BÜHLER, CH. (1987): Geochemische Untersuchungen an Mineralien der Crichtonit-Gruppe aus alpinen Zerrklüften. *Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt.* 67, 93–102.
- (Für weiterführende Literaturangaben verweisen wir vor allem auf STALDER und BÜHLER, 1987.)

Manuskript erhalten 16. April 1997; überarbeitetes Manuskript angenommen 20. Mai 1997.