

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

**Band:** 28 (1948)

**Heft:** 1: Festschrift P. Niggli zu seinem 60. Geburtstag den 26. Juni 1948

**Artikel:** Chemische Untersuchungen an Steinwerkzeugen

**Autor:** Hügi, Th.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-23030>

#### **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:** 14.02.2026

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

## Chemische Untersuchungen an Steinwerkzeugen

Von *Th. Hügi*, Bern

Bei der petrographischen Bearbeitung von steinzeitlichem Fundmaterial des Bieler- und Burgäschisees erschien es wünschenswert, die erzielten Ergebnisse durch chemische Daten zu ergänzen. Im Nachstehenden werden Analysenresultate von Steinbeilen und von einem diesen analogen Gestein aus dem Saaser-Tal mitgeteilt<sup>1)</sup>.

Als um die Jahrhundertwende Steinwerkzeuge aus Jadeitit und Nephritit als aus Asien importiert angesehen wurden, waren Fundstellen von solchen Gesteinsarten in Europa, insbesondere in den Alpen, kaum bekannt. Gegen die von H. FISCHER (3) vertretene „Importtheorie“ sprachen aber Befunde von A. B. MEYER (10), BODMER-BEDER (2) und L. HEZNER (6). Diese Autoren postulierten oder bewiesen weitgehend die schweizerische Herkunft des zur Herstellung von Steinwerkzeugen verwendeten Rohmaterials. Durch eine Reihe von Nephrititfunden in den Schweizeralpen (vgl. hierzu 7, S. 418) wurde die Annahme, dass der Pfahlbauhandwerker, abgesehen vielleicht von vereinzelten Ausnahmen<sup>2)</sup>, nur einheimische Gesteine zu Werkzeugen verarbeitet habe, immer mehr zur Gewissheit.

Nach erfolgter Durchsicht einer grösseren Zahl von Steinwerkzeugen und von zugehörigen Schliffen schweizerischer Pfahlbausta-

<sup>1)</sup> Der „Stiftung zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung an der bernischen Hochschule“ bin ich für finanzielle Unterstützung der Untersuchung und Herrn Prof. Dr. O. TSCHUMI (Vorsteher der ur- und frühgeschichtlichen Abteilung des Bernischen Historischen Museums) für die Überlassung von Untersuchungsmaterial zu aufrichtigem Dank verpflichtet.

<sup>2)</sup> Wenn überhaupt Rohmaterial für die Herstellung von Steinwerkzeugen z. B. im Tauschhandel aus dem Auslande bezogen wurde, so könnte dies nach meinen Beobachtungen nur für den kleineren Teil des schweizerischen Fundmaterials zutreffen. Für die Station Burgäschisee Ost sind, abgesehen von einem wahrscheinlich aus dem Hegau stammenden Beil und event. von einzelnen Silices-Typen, alles aus schweizerischen Gesteinen gefertigte Werkzeuge (vgl. 8).

tionen (vgl. 7 und 8) ergab sich folgendes: die einheimische Herkunft der aus Jadeitit, Chloromelanitit oder der aus diesen nahe verwandten Gesteinsarten angefertigten Steinbeile könnte u. U. heute noch bezweifelt werden. Trotz der intensiven geologischen Durchforschung unserer Alpen sind wir über das Auftreten von derartigen vom Pfahlbauer besonders begehrten und daher in den Pfahlbaustationen reichlich vertretenen Gesteinsarten sehr mangelhaft orientiert. So wurden bis heute meines Wissens keine schweizerischen Vorkommen von anstehendem Jadeitit beschrieben. Hingegen haben FRANCHI und NOVARESE (4) unweit der Landesgrenze in der Monte Rosagruppe und im Ollomont-Tal (nahe dem Col de Fenêtre) Jadeitite als band-, linsen- und knollenartige Einlagerungen in Prasiniten anstehend gefunden. In der zitierten Arbeit sind leider von den neu bekannt gewordenen Gesteinen keine Analysen aufgeführt.

Hingegen verfügen wir über eine Anzahl Analysen von Steinwerkzeugen und Rohstücken, welche als Jadeitit und Chloromelanitit beschrieben worden sind. Es wurde mehrfach und teilweise auch mit Erfolg versucht, ein Werkzeug mit einem in der Nähe des Pfahlbaues gefundenen Rohstück, oder mit einem Handstück aus dem Einzugsgebiet des diluvialen Rhonegletschers zu identifizieren. Die  $\text{Na}_2\text{O}$ -Werte solcher Analysen lassen sich um die Werte 5 % oder 10 % gruppieren. Analysen von Werkzeugen mit rund 10 %  $\text{Na}_2\text{O}$  weichen vielfach in ihren übrigen Gewichtsprozentzahlen wenig von denen eines Jadeites ab.

Es zeigte sich sodann, dass einige Steinbeile und Rohstücke vom Bieler- und Burgäschisee makroskopisch und mikroskopisch mit einem „Saussurit-Gabbro“-Handstück, das von einem Block bei Saas-Almagel stammt, übereinstimmen. Dieser fragliche „Saussurit-Gabbro“ (Handstück Nr. 4,369) weist intensiv grünen Smaragdit auf. Letzterer ist in einer splittrig brechenden, feinkörnigen Masse von weiss-grünlicher Farbe eingelagert. Weiter erkennt man rötlichen feinkörnigen Granat. Weder die nähere makroskopische noch die mikroskopische Untersuchung liefern Anhaltspunkte für die Anwesenheit von „Saussurit“ (= zersetzte Feldspatsubstanz). Das spez. Gewicht der Probe ist auffallend hoch, d. h. 3,31.

In Schliffen von Steinwerkzeugen, welche mit dem „Saussurit-Gabbro“ übereinstimmen, lassen sich folgende Beobachtungen machen: dem äusserst feinfilzigen Pyroxengewebe sind als Porphyroblasten in wechselnden Mengen farblos erscheinende Granatkörner eingestreut. Weiter erkennt man Rutil und Smaragdit. Letzterer bildet grössere, meist kristallographisch schlecht begrenzte Indi-

viduen oder oft auch kleine, unregelmässig fetzige Gebilde. Die grosse Härte und Zähigkeit der Werkzeuge erklärt sich aus dem wirrfilzigen Aufbau der Hauptmasse (= Grundgewebe) des Gesteins. Die kleinen, innig miteinander verzahnten, farblosen Prismen und die gelegentlich etwas grösseren, dem Grundgewebe eingestreuten Individuen zeigen Auslöschungsschälen von  $c/n_y$  von  $30-40^\circ$ . In einzelnen Schliffen erkennt man länglich-linsige Nester mit grobkristallinem Pyroxen. Zwischen Grundgewebe und derartigen Pyroxennestern findet sich oft ein Ring von farblosen Granatidioblasten. Solche Beilchen weisen zudem reichlich Granat auf, der in gewundenen, perl schnurartigen Ketten das Grundgewebe durchzieht. Granat übernimmt vielfach die Rolle eines Hauptgemengteiles. Nach der von L. HEZNER (6, S. 138 u. ff.) für jadeitartige „Saussurite“ gegebenen Beschreibung stimmen diese mit unseren Beilen Nr. 4034, 4037 und mit dem „Saussurit-Gabbro“ in auffallender Weise überein. Die ermittelten Werte für das spez. Gewicht sind ähnlich hohe: 3,40 (Beilchen von Schaffis) bzw. 3,36 (für unser Beil Nr. 4037).

Durch chemische Analysen sollte nun überprüft werden, inwie weit das Steinbeil Nr. 4037 und der „Saussurit-Gabbro“ (Nr. 4,369) stofflich miteinander übereinstimmen. Vergleichsweise sind an dem Steinbeil Nr. 4034 die Alkalien bestimmt worden. Die untenstehenden Analysen führte Herr W. LERGIER in verdankenswerter Weise unter meiner Anleitung und Aufsicht im Mineralchemischen Laboratorium des Mineralogisch-Petrograph. Instituts der Universität Bern aus.

Ein Vergleich der Analysen Nr. 1 und 2 zeigt, dass Steinbeil und Blockmaterial analogen Chemismus aufweisen. Der Vollständigkeit halber sind die NIGGLI-Werte angeführt worden. Da Jadeitite und Chloromelanitite kaum mehr primär magmatischen Chemismus aufweisen, wurde von der Zuordnung zu einem Magmentyp abgesehen (vgl. 1, S. 128). Immerhin sei bemerkt, dass die Analysenwerte mit dem Variationsdiagramm alpiner Ophiolithe (vgl. 1, Fig. 43, S. 129) in Einklang stehen. Die Alkaliwerte der Teilanalyse stimmen mit denjenigen der beiden ersterwähnten Analysen gut überein. In Anbetracht der mikroskopischen und chemischen Übereinstimmung von Probe Nr. 4037 mit Nr. 4,369 spricht nichts mehr dagegen, für das Rohmaterial solcher Steinwerkzeuge das Wallis, insbesondere das Saaser-Tal, als ursprüngliche Heimat anzusehen. Das Auftreten und die Petrologie von Gesteinen, die der bei Saas-Almagel erratisch gefundenen Probe Nr. 4,369 entsprechen, müssten aber noch studiert werden.

	Analyse Nr. 1 Gew. %	Analyse Nr. 2 Gew. %	Teilanalyse Gew. %
SiO <sub>2</sub>	47,17	47,52	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	24,54	25,86	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,15	0,72	
FeO	5,79	4,61	
MnO	0,08	0,05	
MgO	4,79	5,10	
CaO	11,75	11,26	
Na <sub>2</sub> O	3,42	4,35	4,16
K <sub>2</sub> O	0,24	0,11	0,15
H <sub>2</sub> O + 110°	0,17	0,39	
H <sub>2</sub> O - 110°	0,12	0,10	
TiO <sub>2</sub>	0,72	0,43	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,08	0,05	
	100,02	100,55	
Spez. Gew.	3,36	3,31	
si	109	109	
al	33	35	
fm	30	27	
c	29	28	
alk	8	10	
k	0,05	0,01	
mg	0,58	0,63	
ti	1,2	0,74	

Analyse Nr. 1: Steinbeil, Vinelz (Bielersee), Handstück Nr. 4037.

Analyse Nr. 2: „Saussurit-Gabbro“, Block bei Saas-Almagel (Kt. Wallis), Handstück Nr. 4, 369.

Teilanalyse: Steinbeil, Vinelz, Handstück Nr. 4034.

In dem besonders zu Vergleichszwecken geeigneten Q-L-M-Dreieck sind die neuen sowie eine Anzahl weiterer Gesteins- und Mineralanalysen eingetragen worden<sup>3)</sup>. Die Betrachtung der Fig. 1 ergibt, dass die darstellenden Punkte des von L. HEZNER beschriebenen und analysierten Beilchens von Schaffis (6, S. 141) sowie diejenigen der Analysen Nr. 4, 5 und 6 in den unmittelbaren Bereich unserer Analysen Nr. 1 und 2 zu liegen kommen (Dreieck RFL).

Nach P. NIGGLI (11) weist der Idealjadeit die Formel  $[Si_{16}O_{48} | Al_8] Na_8 (Q=25, L=75, M=0)$  auf. Jadeit kann gewissermassen als das Endglied der Reihe gewöhnlicher Pyroxen →

<sup>3)</sup> Von einer Wiedergabe der benutzten Analysen wurde abgesehen. Durch eine jeder Analyse in der Legende zu Fig. 1 beigefügten Klammerangabe wird auf die Quelle der betr. Analyse verwiesen (vgl. Literaturverzeichnis).

omphacitartiger Pyroxen → Jadeit aufgefasst werden. Formelmässig lässt sich ein typisches Glied der Omphacitreihe wie folgt kennzeichnen:  $[\text{Si}_{16}\text{O}_{48} | \text{Al}_4(\text{Mg, Fe})_4] \text{Ca}_4\text{Na}_4$  ( $Q=25, L=37,5, M=37,5$ ) (vgl. Fig. 1). Nach der bereits von L. HEZNER (lit. cit. S. 134) vertretenen Auffassung besteht zwischen Eklogit (mit Omphacit als Gemengteil) und Jadeitit eine kontinuierliche Übergangsreihe. Angewendet auf unsere untersuchten Steinwerkzeuge heisst das, dass deren Pyroxene verschiedene Ca-, Mg-, Fe-, Al- und Na-Gehalte aufweisen können. Der Pyroxen der an  $\text{Na}_2\text{O}$ -reicherem Steinwerkzeuge dürfte dem Idealjadeit näher stehen als beispielsweise der Pyroxen in den an  $\text{Na}_2\text{O}$ -ärmeren, aber an  $\text{CaO}$ -reicherem Werkzeugen.

Wenn wir nun die von A. LACROIX (9) mitgeteilten Jadeit-Analysen zum Vergleich mit heranziehen, so zeigt es sich, dass sie z. T. deutlich vom Idealjadeit abweichen (vgl. Analysen Nr. 13, 14 in Fig. 1). So steht die Analyse Nr. 14 z. B. in viel engerer Beziehung

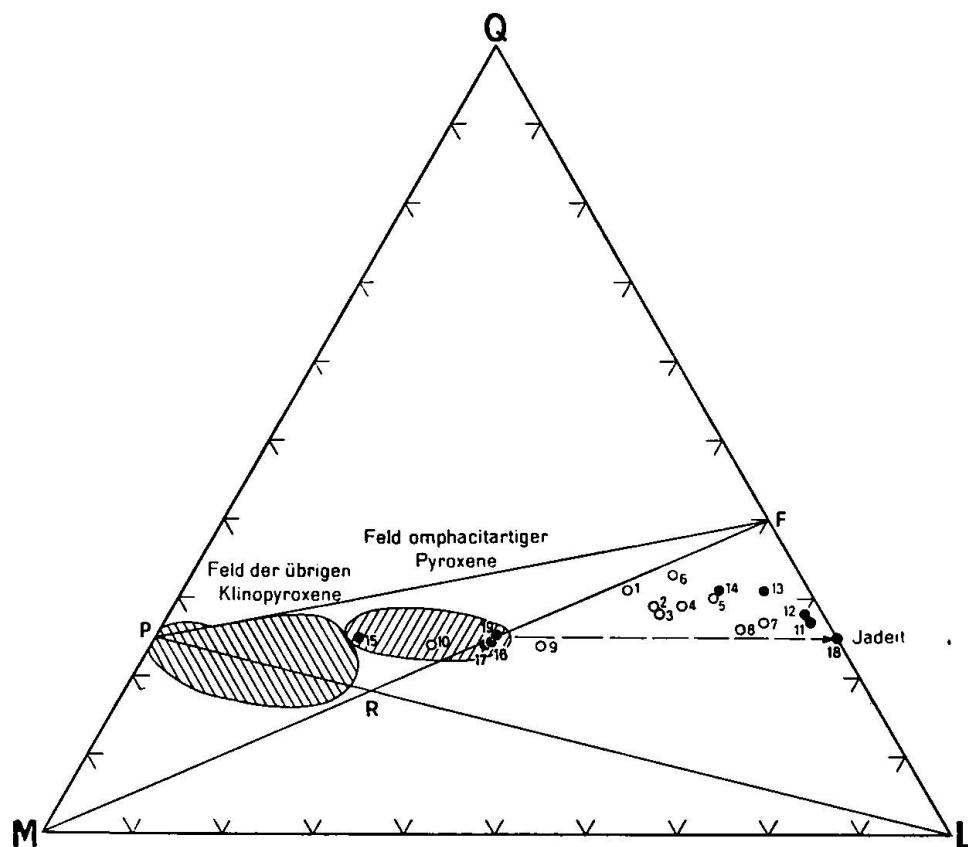


Fig. 1. Projektionswerte (Q—L—M) von Steinwerkzeuganalysen aus Jadeitit und Chloromelanitit, verglichen mit Werten von analogen Pyroxeniten und Pyroxenen

zu den Gesteinsanalysen 1—6 als zu Jadeiten s. str. (Analysen Nr. 11, 12). Die LACROIX'schen Analysen sprechen meiner Ansicht nach für folgendes: in Burma ist die Mineralart Jadeit durch den Idealjadeit nahestehende Glieder und durch solche vertreten, die formelmässig Übergangsglieder zum Omphacit darstellen. Den besprochenen Steinwerkzeugen und Rohmaterialien liegen zwar nicht monomineralische Gesteine zugrunde, aber sie enthalten alle zur Haupt-

### Legende zu Fig. 1

#### G e s t e i n s a n a l y s e n

Nr.	Q	L	M	
1	31	49	20	Steinbeil, Vinelz am Bielersee (Hdst. u. Schliff Nr. 4037).
2	29	53	18	„Saussurit-Gabbro“, von Block bei Saas-Almagel (Hdst. u. Schliff Nr. 4,369).
3	28	54	18	Beilchen, Schaffis am Bielersee (6, S. 141).
4	29	56	15	Rohstück gef. von Herrn MESSIKOMER bei Neuenburg (10, S. 7).
5	30	59	11	Rohstück gef. von Herrn BECK bei Neuenburg (10, S. 7).
6	33	53	14	„Saussurit-Rohmaterial“, Saastal (2, Anal, III <sup>8</sup> , S. 194).
7	27	66	7	Jadeitit-Beilchen, Mörigen am Bielersee (5, S. 122, Anal. Nr. 2).
8	26	64	10	Jadeitit-Beilchen, Bauschanze, Zürich (5, S. 122, Anal. Nr. 3).
9	24	43	33	Chloromelanitit, erratisch, Mörigen am Bielersee (5, S. 132, Anal. Nr. 1).
10	24	31	45	Chloromelanitit aus den Moränen von Rivoli (5, S. 132, Anal. Nr. 2).

#### M i n e r a l a n a l y s e n

11	27	71	2	Jadeit, Tawmaw, Burma (5, S. 122, Anal. Nr. 1).
12	28	70	2	Weisser Jadeit, Tawmaw, Burma (9, S. 225, Anal. d).
13	31	64	5	Weisser Jadeit, Tawmaw, Burma (9, S. 225, Anal. e).
14	31	59	10	Apfelgrüner Jadeit, Geschiebe von Sietuang (9, S. 225, Anal f).
15	25	22,6	52,3	Diopsidjadeit aus Eklogit, Nordfjord, Norwegen (11, S. 559, Nr. 78).
16	24,4	37,7	37,9	Diopsidjadeit aus Statue (11, S. 559, Nr. 80).
17	24,3	37	38,3	Chloromelanit aus Eklogit, Vanelvsdal, Norwegen (11, S. 559, Nr. 84).
18	25	75	0	Idealjadeit (11, S. 545).
19	25	37,5	37,5	Typ. Omphacit (11, S. 545).

sache Pyroxen. Ein Jadeitit würde vorliegen, wenn Analysenwerte von vorwiegend pyroxenführendem Material zu Q-L-M-Werten führen, die denjenigen der Analysen Nr. 11, 12 und 18 entsprechen. Da wohl ausser Zweifel steht, dass der Alkaligehalt z. B. der Analysen Nr. 1—6 im Pyroxen dieser Gesteine fixiert ist, so könnten letztere zunächst als *jadeititische Gesteine* bezeichnet werden. Damit soll zum Ausdruck gebracht werden, dass das Gestein zwar dem Jadeitit nahe steht, dessen Pyroxen aber in seiner Zusammensetzung mehr einem Zwischenglied der Reihe Omphacit → Jadeit entspricht. Damit darf aber nicht der Eindruck entstehen, dass zwischen Jadeititen und jadeititischen Gesteinen scharfe Grenzen gezogen werden könnten. Unter den auf schweizerischen Pfahlbauten gefundenen Steinmaterialien scheinen nach unseren Beobachtungen die jadeititischen Gesteine gegenüber den Jadeititen, d. h. den ausgesprochen  $\text{Na}_2\text{O}$ -reichen ( $\text{Na}_2\text{O}$  meist  $> 10\%$ ) Gesteinen, vorzuwiegen.

Schliesslich sei noch erwähnt: für Gesteine, die in der Hauptsache jadeitischen Pyroxen, aber keinen „Saussurit“ führen, sind Bezeichnungen wie „Saussurit-Gabbro“ (vgl. Gestein Nr. 4,369, Anal. 2) oder „jadeitärmer Saussurit“ (vgl. BODMER, lit. cit., S. 194) als unzutreffend zu vermeiden.

Die in der Fig. 1 vergleichsweise eingetragenen Chloromelanititanalysen fallen ganz oder angenähert mit dem Feld der omphacitartigen Pyroxene zusammen (Feldbegrenzung nach P. NIGGLI, siehe Fig. 6 in 11).

Es war beabsichtigt, in der vorliegenden Notiz kurz die Befunde chemisch untersuchter Steinwerkzeuge mitzuteilen und einige Vergleiche mit bereits analysierten Materialien anzustellen. Durch die chemische Analyse wurde nachgewiesen, dass Steinbeile von Vinelz und das Handstück eines erratischen Blockes bei Saas-Almagel (Kt. Wallis), der den in unmittelbarer Nähe anstehenden Ophiolithen entstammen dürfte, miteinander übereinstimmen. Es handelt sich durchwegs um jadeititische Gesteine. An der schweizerischen Herkunft der genannten Steinbeile von Vinelz kann nicht gezweifelt werden.

Ich wage nicht zur Frage der Jadeit- bzw. Jadeitit-Genese Stellung zu nehmen, solange mir die Verbandsverhältnisse jadeititischer Gesteine im Wallis nicht durch eigene Geländebeobachtungen bekannt geworden sind. Über die besonders in Burma gewonnenen Anschauungen der Jadeitbildung berichten C. BURRI und P. NIGGLI (1, S. 576) in ihrem kürzlich erschienenen Werk über die jungen Eruptivgesteine des mediterranen Orogens, worauf hier ausdrücklich verwiesen sei.

## Literatur

1. BURRI, C. u. NIGGLI, P., Die jungen Eruptivgesteine des mediterranen Orogen, Erster Hauptteil. Zürich (1945).
2. BODMER-BEDER, A., Petrographische Untersuchungen von Steinwerkzeugen und ihren Rohmaterialien aus schweizerischen Pfahlbaustätten. Neues Jahrb. f. Min. Geol. u. Pal. Beil. Bd. XVI (1902) 166—198.
3. FISCHER, H., Nephrit und Jadeit nach ihren mineralogischen Eigenschaften sowie nach ihrer urgeschichtlichen und ethnographischen Bedeutung. Stuttgart (1875).
4. FRANCHI, S., NOVARESE, V. e STELLA, A., Nuovi giacimenti di rocce giadeitiche in Piemonte (4 comunicazioni). Boll. Soc. geol. Italiana XXII, fasc. I (1903) 130—142.
5. GRUBENMANN, U., Die Kristallinen Schiefer II. Spez. Teil. Berlin (1907).
6. HEZNER, LAURA, Über einige in schweizerischen Pfahlbauten gefundene Steinwerkzeuge. Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. Beil. Bd. XX (1904) 133—148.
7. HÜGI, TH., Beobachtungen an Steinwerkzeugen. Eclogae geol. Helv. 38 (1945) 417—421.
8. — Petrographische Untersuchungen an Steinwerkzeugen des Pfahlbaues Burgäschli Ost. Jahrb. f. Solothurnische Geschichte. 20 (1947) 108—115.
9. LACROIX, A., La jadéite de Birmanie: les roches qu'elle constitue ou qui l'accompagnent. Composition et origine. Bull. Soc. française de Minéralogie, LIII (1930) 216—254.
10. MEYER, A. B., Ein weiterer Beitrag zur Nephritfrage. Mitt. der Anthropologischen Ges. in Wien. XV (1885).
11. NIGGLI, P., Gesteinschemismus und Mineralchemismus. II. Die Pyroxene der magmatischen Erstarrung. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 23 (1943) 538—607.

Mineralchemisches Laboratorium des Mineralogisch-Petrogr.  
Instituts der Universität Bern.

Eingegangen: 18. Dezember 1947.