

**Industrielle Keramik**  
**Erster Band**

# Industrielle Keramik

Von

**Felix Singer † und Sonja S. Singer**

Dr. phil., Dr.-Ing., M. I. Chem. E.,  
F. I. Ceram.

M. A., B. Sc.

Übersetzt von

**Kurt Zimmermann**

Dr. rer. nat.

Erster Band

Die Rohstoffe

Eigenschaften, Vorkommen, Gewinnung  
und Untersuchung

Mit 121 Abbildungen



**Springer-Verlag**

Berlin / Göttingen / Heidelberg / New York

1964

Titel der Originalausgabe :  
Industrial Ceramics  
by Felix Singer and Sonja S. Singer  
Chapman & Hall Ltd., London 1963

ISBN-13: 978-3-642-49044-6      e-ISBN-13: 978-3-642-92892-5  
DOI: 10.1007/978-3-642-92892-5

Alle Rechte vorbehalten

Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages ist es auch nicht gestattet,  
dieses Buch oder Teile daraus auf photomechanischem Wege  
(Photokopie, Mikrokopie) oder auf andere Art zu vervielfältigen  
© by Springer-Verlag, Berlin / Göttingen / Heidelberg 1964  
Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1964  
Library of Congress Catalog Card Number: 64-24536

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw.  
in diesem Buche berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der An-  
nahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz- Gesetz-  
gebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften

Titel Nr. 1214

## Aus dem Vorwort zur englischen Ausgabe

Obwohl in den letzten Jahren viele neue Bücher erschienen sind, die sich ausführlich mit Teilgebieten der Keramik befassen, empfanden wir das Bedürfnis, die verschiedenen Fäden miteinander zu verknüpfen und die Keramik von möglichst viel Gesichtspunkten aus in einem Buch zu behandeln.

Das Wort „Keramik“, das sich vom Griechischen „Keramos“, „der Töpfer“ ableitet, wird gegenwärtig für eine Anzahl recht unvollkommen definierter Dinge gebraucht. In unserem Buch soll deshalb eine genaue Definition am Anfang stehen, die folgendermaßen lautet:

Unter den Begriff „Keramik“ fallen Produkte, die aus anorganischen Stoffen hergestellt und bei der Herstellung zu erst geformt und dann im Feuer gehärtet sind.

Diese Definition schließt den in Europa üblichen Gebrauch des Wortes ein, nach dem Produkte gemeint sind, die unter Verwendung von Ton hergestellt werden. Hierbei können auch neue, unter Einführung von nicht tonigen Stoffen entwickelte Massen einbezogen werden, während die ihrem chemischen Charakter nach verwandten Stoffe wie Glas, Emaille und Zement, die in den USA zur Keramik zählen, ausgeschlossen sind.

Das Wort „industrielle“ im Titel des Buches ist so zu verstehen, daß damit alle in Fabrikbetrieben hergestellten Waren gemeint sind, die ja meist in beträchtlichen Mengen gefertigt werden. Die handwerkliche Herstellung von Einzelstücken durch Künstler ist nicht einbegriffen, obwohl einige der Abbildungen vielleicht Grenzfälle darstellen.

In diesem Buch hat eine lange praktische Erfahrung meines Vaters als Berater für keramische Fragen ihren Niederschlag gefunden. Es ist tragisch, daß er nach so vielen Jahren des Sammels und Auswählens des zu behandelnden Stoffes die Vollendung des Manuskriptes nicht mehr erleben durfte. Ich kann aber den Lesern, die sich seiner noch gut erinnern, versichern, daß er die Auswahl zum größten Teil noch selbst getroffen und persönlich den Umfang des Textes gebilligt hat.

Die Verantwortung für irgendwelche Irrtümer, die nicht verbessert worden sind, übernehme ich dagegen selbst. Daß sie stehen geblieben sind, ist durch meinen Wunsch, das Buch im Gedenken an meinen Vater so schnell wie möglich erscheinen zu lassen, zu erklären.

Es wäre unmöglich, hier die vielen Personen und Firmen aufzuzählen, die uns dadurch halfen, daß sie uns gestatteten, ihre Arbeiten zu zitieren, uns Auskünfte gaben oder Abbildungen zur Verfügung stellten. Ihre Namen finden sich in dem Literaturverzeichnis, das alphabetisch geordnet und so mit dem Autorenverzeichnis kombiniert ist.

Es konnten nicht alle Maschinen, Apparate oder Produkte beschrieben oder abgebildet werden, wir hoffen aber, eine gute Auswahl getroffen zu haben. Was an Auskünften zur Verfügung stand, hat oft die Aufnahme in dieses Buch bestimmt.

South Croydon, im März 1960

**Sonja S. Singer**

### **Anmerkung des Übersetzers**

Dies Buch ist eine Übersetzung und keine Bearbeitung.

Wie es bei einem derartigen Buch nicht anders sein kann, ist die Literatur nur bis zu einem bestimmten Zeitpunkt berücksichtigt. Bis dahin sind die Literaturhinweise aber außerordentlich reichhaltig und vollständig. Ich meine, daß gerade darin eines der besonderen Verdienste des Buches liegt.

Das Literatur- und Namenverzeichnis für alle drei Bände befindet sich im Band I.

In der deutschen Ausgabe sind nur die Einheiten des metrischen Systems verwendet, Temperaturen sind stets in °C angegeben.

Höhr-Grenzhausen, im Frühjahr 1964

**Kurt Zimmermann**

# Inhaltsverzeichnis

Einführung . . . . .	Seite XI
----------------------	-------------

## Kapitel I. Die Rohstoffe

(S. 1—170)

Einführung in die Silikatchemie . . . . .	1
Plastische Rohstoffe — Tone . . . . .	8
Einführung, Mineralogie . . . . .	8
Klassifikation, die verschiedenen Tonsorten . . . . .	19
Tabellen mit Analysen verschiedener Tone . . . . .	28
Eigenschaften von Tonen . . . . .	45
Das Brennen von Ton . . . . .	72
Beziehungen zwischen Eigenschaften, Mineralgehalt und Korngröße bei Tonen . . . . .	79
Nichttonige plastische Rohstoffe — Talk . . . . .	83
Die unplastischen Rohstoffe . . . . .	91
Kieselsäure . . . . .	91
Feldspäte . . . . .	97
Knochenasche, Apatit, Trikalziumphosphat . . . . .	104
Andere $Al_2O_3$ - und $SiO_2$ -haltige Rohstoffe . . . . .	106
Quellen für CaO und MgO . . . . .	112
Andere Flußmittel . . . . .	119
Weitere feuerfeste und spezielle Rohstoffe . . . . .	132
Trübungsmittel . . . . .	140
Färbende Stoffe . . . . .	144
Hilfsrohstoffe (Wasser S. 150, Entflocker S. 154, Flocker und Binder S. 155) . . . . .	150
Schmiermittel und Antiklebemittel . . . . .	157
Hilfsmittel zum Trocknen (Gips) . . . . .	159
Stahl für Maschinenteile . . . . .	167

## Kapitel II. Verhalten der keramischen Rohstoffe beim Erhitzen

(S. 170—249)

Änderungen und Reaktionen in festem Zustand . . . . .	170
Schmelzen, Kristallisation und Glasbildung . . . . .	206
Allgemeines . . . . .	206
Die Struktur von Gläsern und Glasuren . . . . .	210
Phasendiagramme . . . . .	224
Thermische Spannungen, Ermüdungserscheinungen, thermischer Schock . . . . .	234
Farbe . . . . .	239

**Kapitel III. Gewinnung und Reinigung von Tonen**

(S. 249—280)

	Seite
China clay und Kaolin . . . . .	251
Tone auf sekundärer Lagerstätte . . . . .	268
Maschinen für die Tongewinnung . . . . .	275
Behandlung von Tonen . . . . .	279

**Kapitel IV. Das keramische Laboratorium**

(S. 280—428)

Analyse. . . . .	281
Chemische Analyse. . . . .	281
Kolorimetrische Analyse . . . . .	282
Spektro-photometrische Analyse. . . . .	284
Elektrolytische Analyse . . . . .	291
Physikalische Prüfungen . . . . .	292
Feuchtigkeitsgehalt, Spezifisches Gewicht, Verhalten beim Schmelzen . . . . .	292
Korngrößenbestimmung . . . . .	295
Optische Methoden . . . . .	308
Oberflächenfaktor . . . . .	311
Untersuchung von Tonen . . . . .	315
Grundsätzliches . . . . .	315
Bemusterung und Korngrößenbestimmung. . . . .	317
Chemische Analyse . . . . .	319
Methoden zur Bestimmung des Mineralgehalts . . . . .	323
Bestimmung des Kationenaustauschvermögens. . . . .	341
Keramische Eigenschaften von Tonen und Massen . . . . .	343
Verhalten beim Brennen . . . . .	363
Untersuchung der Eigenschaften gebrannter Produkte . . . . .	365
Allgemeines . . . . .	365
Farben . . . . .	367
Format und Untersuchung mit Röntgenstrahlen . . . . .	368
Dichte und Porosität . . . . .	369
Mechanische Eigenschaften . . . . .	373
Thermische Eigenschaften . . . . .	380
Chemische Eigenschaften . . . . .	391
Elektrische Eigenschaften . . . . .	394
Prüfung von Glasuren . . . . .	400
Glasurschlicker. . . . .	401
Glasuren an sich . . . . .	402
Viskosität . . . . .	402
Fließvermögen . . . . .	404
Löslichkeit . . . . .	405
Glasuren in situ . . . . .	407
Mikroskopische Untersuchung . . . . .	407
Glasursitz . . . . .	408
Physikalische Eigenschaften . . . . .	409
Härteprüfungen . . . . .	411
Dauerhaftigkeit von Aufglasurdekors . . . . .	412

## Inhaltsverzeichnis

IX

	Seite
Betriebskontrolle . . . . .	415
Rohstoffe . . . . .	415
Betriebskontrolle in der feinkeramischen Industrie . . . . .	420
Betriebskontrolle im Feuerfest-Betrieb . . . . .	422
Prüfung von Brennstoffen . . . . .	427

### Anhang

(S. 429—453)

Das periodische System der Elemente . . . . .	429
Vergleich der Normensiebe . . . . .	430
Gehalt an Wasser und festen Stoffen in Schlickern von bestimmtem Raumgewicht . . . . .	432
Meß- und Registriergeräte für Temperaturen . . . . .	433
Britische Normen . . . . .	439
Französische Normen . . . . .	442
Deutsche Industrie-Normen . . . . .	444
Normen der Amerikanischen Gesellschaft für Materialprüfungen . . . . .	449
<b>Literatur und Namenverzeichnis zu den Bänden I bis III . . . . .</b>	<b>454</b>
<b>Sachverzeichnis . . . . .</b>	<b>535</b>



## Einführung

Das Wort Keramik wird hier für alle die Artikel gebraucht, die aus anorganischen Stoffen zuerst geformt und dann im Feuer gehärtet worden sind. Früher bedeutete dies Wort nur Artikel, die aus Ton hergestellt waren. In unserem Jahrhundert hat man entdeckt, daß man keramische Fabrikationsmethoden bei einer Anzahl physikalisch und chemisch unterschiedlicher Substanzen anwenden kann. Doch beruht die keramische Industrie immer noch auf einer genauen Kenntnis der Arbeitsmethoden für Tone.

Chemisch gesehen sind die klassischen Rohstoffe, Tone, Quarze, Flint und Feldspäte Verbindungen der Kieselsäure. Die Eigenschaften, die sie für die Keramik brauchbar machen, sind gerade die, durch die sie sich von anderen Stoffen unterscheiden. Es ist deshalb sehr der Mühe wert, die allgemeine Struktur und die Eigenschaften der Silikate zu betrachten, ehe man sich den Rohstoffen selbst zuwendet.