

Talk nimmt in vielen Bereichen der Keramik einen wichtigen Rang ein – und doch wird er in der Fachliteratur nicht sehr oft behandelt. Nicht nur die Cordierit-Brennhilfsmittel, auch die Schnellbrandmassen haben den

Talk in den letzten Jahren verstärkt ins Gespräch gebracht. Der größte Talkproduzent der Welt (500 000 t/Jahr) gibt im folgenden viele Ansatzpunkte für den Praktiker.

## Talk – der vielseitige keramische Rohstoff

J. P. GRANGE, Toulouse, Frankreich, W. SCHOBER, Graz, Österreich\*

### Talk – der vielseitige keramische Rohstoff

Talk wird in seinen Erscheinungsformen beschrieben. Die Eigenschaften beim Erhitzen leiten über zum Einsatz in verschiedenen Massetypen. Dabei erhält das Steingut in seinen verschiedenen Variationen eine besondere Würdigung. Weiter werden dichtgebrannte Massen, Brennhilfsmittel, Glasuren und Ofenkachelmassen behandelt.

Keram. Z. 36 (1984) [3] 127

### Talc – The Versatile Ceramic Raw Material

The author describes the various forms of talc. He moves from the characteristics during heating to its application in different types of body. Special attention is given to earthenware in its different forms. Furthermore vitrified bodies, kiln furniture, glazes and bodies for stove tiles are treated.

### Le talc – matière première à usages multiples

Le talc est décrit à l'état tel qu'il apparaît. Son utilisation dans différents types de pâtes découle de ses propriétés à la chauffe. En l'occurrence, les faïences aux différentes variations sont l'objet d'une attention particulière. De plus, l'étude intéresse les pâtes vitrifiées, matériels d'enfournement, glaçures et pâtes à carreau de poêle de faïence.

Talk ist ein natürliches Mineral: Magnesium-Silicat-Hydrat. Es ist ein weiches, bröckeliges Gestein, das in einigen seltenen Lagerstätten, die auf der ganzen Welt verstreut sind, abgebaut wird. Reiner Talk ( $\text{Si}_4\text{O}_{10}\text{Mg}_3(\text{OH})_2$ ) ist ein Schichtsilicat und besteht aus Paketen von einzelnen Plättchen (Bild 1). Jedes Plättchen ist charakterisiert durch eine oktaedrische Brucit-Schicht ( $\text{Mg}_3(\text{OH})_2$ )<sup>4+</sup> zwischen zwei tetraedrische Silicat-Schichten ( $\text{SiO}_4$ )<sup>4-</sup>.

Das Wort Talk steht aber auch für polyminerale Gesteine, die neben der Hauptkomponente Talk auch noch andere Mineralien enthalten.

Reiner Talk wird sehr oft von Chlorit begleitet, dessen Struktur ebenfalls lamellar ist. Allerdings bringt diese zusätzliche Brucit-Schicht eine Erhöhung der Schichtstärke von 1,0 auf 1,4 nm.

Im Chlorit ist das Mg-Ion der Brucit-Schicht teilweise durch das Al-Ion ersetzt (Bild 2). Der Chlorit ist also ein Mg-Al-Silicat-Hydrat.

Diese beiden Hauptbestandteile von Talk können Begleitminerale von unterschiedlicher Struktur enthalten:

- Carbonate (Dolomit, Magnesit, Calcit)
- und Spuren von:
- Quarz
- Glimmer.

### Das Verhalten von Talk

Während des Brennens wird das Kristallgitter der Hydrate (Talk und Chlorit) zerstört. Die Bestandteile (Si, Mg, Al, O) können entweder neue wasserfreie stabile Verbindungen bilden oder mit den anderen Komponenten der keramischen Masse reagieren. Das Verhalten ist also abhängig von der Brenntemperatur und den anderen anwesenden Stoffen.

Bei Erreichen von 950°C wandelt sich Talk in Clinoenstatit, Chlorit in Forsterit und in Spinell um. Diese drei Produkte nehmen keine Feuchtigkeit mehr auf und haben eine erhöhte und völlig lineare Dilatation.

- Clinoenstatit:
  - durchschnittlicher linearer Ausdehnungskoeffizient  $11 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$
- Forsterit:
  - durchschnittlicher linearer Ausdehnungskoeffizient  $12,5 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$
- Spinell:
  - durchschnittlicher linearer Ausdehnungskoeffizient  $10 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$

Andererseits sind die Mineralien mit einem hohen Ausdeh-

nungskoeffizienten bei einer Temperatur von 960...1100°C sehr stabil und reagieren nicht mit dem in talkhaltigem Steingut vorhandenen Ton.

Bei einer Temperatur von weniger als 1050°C reagiert Talk praktisch nicht mit den anderen Bestandteilen, bringt aber

- eine höhere Dilatation der gebrannten Produkte
- eine gleichmäßige Dilatation beim Erhitzen ungebrannter Produkte.

Bei Erreichen von 1100...1150°C reagiert der Talk mit den Komponenten der keramischen Masse und wirkt als Flußmittel mit kleinem Ausdehnungskoeffizienten, der das freie Siliciumoxid verbraucht und so die Temperaturwechselbeständigkeit (TWB) verbessert.

Andererseits erleichtert seine selbstschmierende Wirkung das Formen und Fertigstellen der Produkte und verhindert den allzu raschen Verschleiß der Werkzeuge.

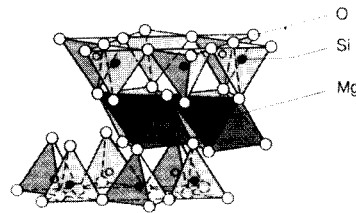


Bild 1 Die Struktur von Talk.

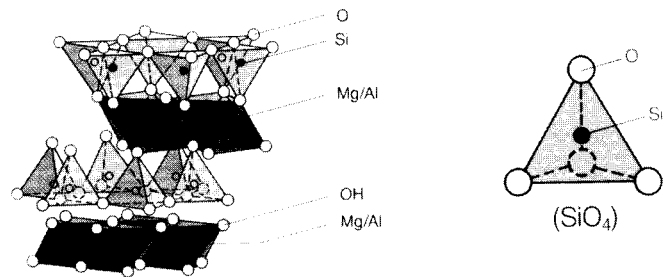


Bild 2 Die Struktur von Chlorit.

Der Glühverlust der im Talk enthaltenen Komponenten ist gering (4,8...9,5%), in den Carbonaten dagegen ist er hoch:

Calcit:	44%
Dolomit:	48%
Magnesit:	52%

### Das Steingut und seine Problematik

In der Familie der keramischen Produkte nimmt Steingut einen festen Platz ein. Schließlich erhält man durch die breite Farbpalette und die zahlreichen Bemalungstechniken eine vielfältige Produktreihe. Üblicherweise wird Steingut im Zweibrandverfahren hergestellt. Die Sinterung der Glasur wird

\* Jean-Pierre Grange, Direktor der Anwendungstechnik der Gruppe Talcs de Luzenac.  
Dr. Wilhelm Schober, Marketing und Verkaufsleiter der Naintsch Mineralwerke Ges.m.b.H., Graz, Österreich.

beim zweiten Brennen erreicht, und zwar mit einer Temperatur, die meistens niedriger ist als die Brenntemperatur des Scherbens. Die Brenntemperatur für die Glasur liegt zwischen 950 und 1050°C, wobei sich besonders kräftige und warme Farben entwickeln können.

Die Steingutglasuren sind reich an alkalischen und erdalkalischen Flußmitteln, die eine erhöhte Dilatation bringen. Um eine gute Haftung zwischen der Glasur und dem Scherben zu erhalten, muß auch die Dilatation der Masse sehr stark sein. Die klassischen Möglichkeiten, das zu erreichen, sind:

### Steingut mit Feldspat

In diesem Fall erreicht man die Verdichtung durch die Entwicklung einer Sinterphase bei hoher Temperatur mit Alkalien, die im Flußmittel Feldspat enthalten sind. Die Dilatation erhöht sich durch vorhandenen Quarz, von dem sich während des Brennens bei über 1250°C ein Teil in Cristobalit umwandelt.

Diese Methode hat mehrere Nachteile:

- hohe Kosten für den Brand;
- enge Toleranzen in der Brenntemperatur (zu geringer Brand bringt Haarrisse, bei Überbrennen neigt das Steingut zum Abblättern);
- geringe Beständigkeit gegenüber thermischem Schock (bei 200°C durch den Knick in der Dilatationskurve, der der allotropen Umwandlung von Beta-Cristobalit in Alpha-Cristobalit entspricht);
- keine Möglichkeit für Einbrandverfahren.

### Calcitisches und dolomitisches Steingut

Bei diesem Steingut erhält man die Verdichtung durch eine plötzliche Sinterphase, die durch Erdalkalien (CaO, MgO), welche durch die Carbonate eingebracht werden, bei niedriger Temperatur erfolgt.

Die hohe Dilatation wird durch die Erdalkali-Silicate erreicht, die sich während des Brennens (Gehlenit, Anorthit) bei einer Temperatur von 1050°C bilden.

Bei dieser Methode wurden mehrere Beobachtungen gemacht:

- begrenzter mechanischer Widerstand des Scherbens (wird zu rasch gebrannt, besteht das Risiko, daß sich zu rasch eine Sinterphase bildet);
- sehr starke Gasentwicklung bei der Decarbonisierung, die folgende Nachteile bringt:
  - gefährlich für beschleunigte und extrem schnelle Brände;
  - unverträglich mit dem Einbrandverfahren;
  - verursacht eine starke Porosität.

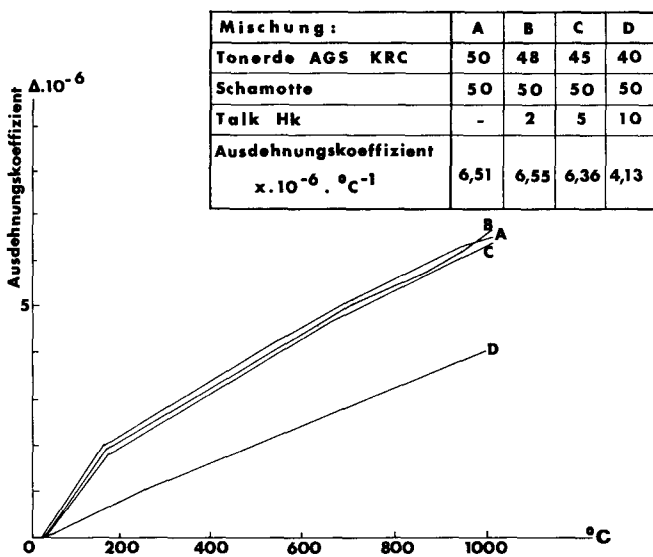


Bild 3 Ausdehnungskoeffizienten talkhaltiger Massen beim Brennen.

### Gemischtes Steingut

Verwendet werden feldspatische Flußmittel zusammen mit erdalkalischen Carbonaten. Dieses Steingut steht mit seinen Eigenschaften zwischen feldspatischem und calcitischem Steingut. Die Brenntemperatur liegt immer über 1100°C.

### Der Einsatz von Talk in Steingut

Talk wird aus folgenden Gründen in Steingutmassen verwendet:

- exzellente Haftung zwischen Glasur und Scherben;
- keine nachträglichen Unebenheiten in der Glasur;
- Möglichkeit des Schnellbrandes bei niedriger Temperatur. Die Bildung von talkhaltigem Steingut wird durch Rekristallisation jedes einzelnen Kornes erreicht, wobei es nicht notwendig ist, daß andere Komponenten der Masse reagieren. Unter diesen Bedingungen stellen talkhaltige Steingutmassen eine Lösung für das Einbrandverfahren dar und bieten für diese Technologie zahlreiche Vorteile:
  - gleichmäßige Dilatation des Rohproduktes während des Brennens (Bild 3). Das Aufblähen des Chlorites kompensiert die Brennschwindung des Kaolins nach 500°C;
  - eine erhöhte und fast lineare Dilatation des gebrannten Produktes begünstigt die Haftung zwischen Glasur und Scherben;
  - die niedrigere Brenntemperatur ist für Steingutglasuren verträglicher;
  - die begrenzte und progressive Gasentwicklung gestattet eine rasche Temperatursteigerung beim Brennen;
  - geringe Wasseraufnahme;
  - großer Brennereich.

Um die Vorteile einer niedrigen Brenntemperatur (1000...1050°C) optimal auszunutzen, soll der Talkgehalt 35...40% betragen. In dieser Zusammensetzung steht der Talk in Verbindung mit Ton und einer geringen Menge Kreide (1...3%) und aktiviert so die Kristallisation. Talk kann auch als Substitution von Quarz und Carbonaten in gemischte Steingutmassen eingebracht werden. Es ist aber eine etwas höhere Brenntemperatur notwendig. In gemischten Steingutmassen kann der Talkgehalt zwischen 7 und 30% variieren.

Man verwendet Talk mit geringem Eisengehalt (< 2%), der in Europa weitverbreitet (Österreich, Frankreich, Spanien) und sehr billig ist.

### Talk in gesinterten Keramikmassen

(Bodenfliesen – Sanitärkeramik – Geschirr)

Keramiken, die eine große mechanische Widerstandsfähigkeit haben sollen, werden aus gesinterten Scherbren hergestellt. Die Sinterphase ist von zahlreichen Parametern abhängig, wie z.B. Art der vorhandenen Bestandteile, Bildung des Eutektikums und Temperatur.

Die Glasphasenbildung muß genau kontrolliert werden, um folgende Vorteile zu gewährleisten:

- Versinterung des Scherbens
- Erhöhung der mechanischen Widerstandsfähigkeit
- Erhöhung der Dichte.

Bei überhöhter Temperatur können allerdings auch unerwünschte Nebeneffekte entstehen, wie etwa eine Deformation der Teile oder eine Porenbildung im Scherben.

Die feldspatischen Flußmittel sind die bei weitem meistverwendeten. Talk und Feldspat bilden in der Proportion 85 : 15% ein Eutektikum. Es ist daher interessant, Talk in gesinterten Massen zu verwenden, die in Bodenfliesen, Sanitärkeramik und Geschirr Einsatz finden.

In Verbindung mit Feldspat und Feldspatoiden erlaubt der Talk eine geringfügige Senkung der Brenntemperatur, eine Verbesserung der mechanischen Eigenschaften und vor allem eine

Beschleunigung des Brennzyklus. Die niedrige Viskosität in der Glasphase entsteht durch das Feldspat-Talk-Eutektikum und erhöht die Reaktionsgeschwindigkeit. Je rascher daher gebrannt werden soll, desto dringender wird der Talk zur Verbesserung der Eigenschaften der vitrifizierten Keramiken benötigt.

In diesen Versätzen verwendet man Talk in Verbindung mit Chlorit oder Dolomit (Frankreich, Österreich) oder auch natürliche Chlorit-Glimmer-Quarz-Mischungen (Leukophyllit – Österreich).

Die Dosierung variiert zwischen 1 und 4% in Sanitärkeramik und Geschirr und zwischen 2 und 6% in Bodenfliesen beim Schnellbrandverfahren.

Die Bildungsbedingungen von talkhaltigen, gesinterten Massen sind abhängig von der Verbindung Ton/Quarz und von der Korngröße des Quarzes. Diese Massen verformen sich um so weniger beim Brennen, je weniger Quarz und je mehr Ton sie enthalten.

### Talk in Brennhilfsmitteln

Man verwendet Talk in Brennhilfsmitteln, um die Eigenschaften des Cordierit zu erhalten. Cordierit ( $2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$ ) ist aufgrund seines kleinen WAK ( $0,8 \dots 3 \cdot 10^{-6}$  zwischen 20 und  $1200^\circ\text{C}$ ) ein sehr interessantes Produkt (Bild 4).

Diese Besonderheit bringt eine gute Temperaturwechselbeständigkeit.

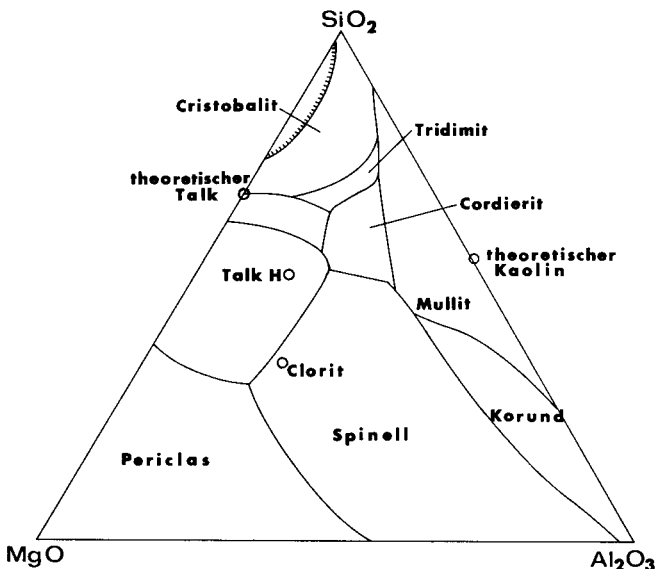


Bild 4 Dreistoffsystem  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-MgO-SiO}_2$ .

Keramiken mit geringer Ausdehnung sind besonders interessant für Anwendungen, bei denen es auf folgende Eigenschaften ankommt:

- exzellente Beständigkeit gegen thermische Schocks
- guter mechanischer Widerstand
- eine Gebrauchstemperatur bis zu  $1200^\circ\text{C}$

Als solche sind anzuführen:

Brennhilfsmittel, elektrokeramische Teile, CO-Katalysatoren für Automobilauspuffe, feuerfestes Geschirr etc.

Die Synthese des Cordierit in der festen Phase wird aus Rohstoffen, die Silicium, Magnesium und Aluminium in den gewünschten Proportionen enthalten, gebildet:

einfache Verbindungen: reine Oxide, Carbonate

bifunktionelle Verbindungen: Kaolin, Ton, Talk, Sepiolit, Steatit

trifunktionelle Verbindungen: Chlorit

Die Cordieritisierung der reinen Oxidmischung erfolgt bei einem Verhältnis Silicium:Aluminium:Magnesium von 5:2:2.

Es ist aber notwendig, bei einer Temperatur über  $1350^\circ\text{C}$  zu sintern.

Die Verwendung von bi- oder trifunktionellen Produkten, die aber auch Begleitminerale enthalten, bringt eine Erhöhung der Reaktivität und gestattet eine Senkung der Brenntemperatur.

Die Verfügbarkeit von drei Oxiden im Chloritkristall und die hohe Verbindungsbereitschaft durch das Zerstören des Kristallgitters beim Entweichen des Kristallwassers gewährleisten einen großen Brennereich und eine vollständige Reaktion.

Talk mit hohem Chloritgehalt ist der ideale Rohstoff in Ergänzung zu Ton für die Herstellung von chlorithaltiger Industriekeramik. Das optimale Mischungsverhältnis, welches eine minimale Dilatation bringt, entsteht bei einem Verhältnis Talk:Ton von 30:70. Die Brenntemperaturen dieser Massen können durch die Einbringung von mineralbildenden Komponenten, die allerdings den WAK erhöhen, beträchtlich gesenkt werden: Natrium/Calciumcarbonat, Bleiverbindungen (Silicate, Borate, Oxide), nephelinhaltige Syenite oder Feldspate. Man kann jedoch auch Cordieritkeime verwenden, die die Dilatation nicht beeinflussen. Zum Beispiel bringt ein Versatz, der mit 10% Cordieritschamotte aufgebessert ist, bei  $1250^\circ\text{C}$  eine vollständige Reaktion.

### Talk in elektrotechnischer Keramik

Steatithaltige Keramiken werden schon seit langem wegen ihrer elektrischen und mechanischen Eigenschaften geschätzt. Steatithaltige Massen enthalten 60...80% Talk mit kompakter Struktur, der rein und frei von Chlorit sein muß (Spanien, Australien, USA).

Elektrotechnische Cordieritkeramik wird auch bei der Herstellung von Hochfrequenzisolatoren verwendet. Diese Materialien bringen eine höhere Gebrauchstemperatur und eine bessere Beständigkeit gegen thermischen Schock als Steatitmassen.

Tonerdeporzellan und technische Keramik mit Aluminium müssen bei hoher Temperatur gesintert werden. Die Einbringung einer geringen Menge reinen Talks (1...2%) begünstigt die Schmelz- und Auflösereaktion während des Sinterns.

### Talk in Glasuren

Sowohl bei rohen als auch bei gesinterten Keramiken bildet die Glasur während des Brennens ein isotropes Glas, dessen Charakteristika von der chemischen Zusammensetzung abhängen.

Als Ergänzung zu Siliciumoxid (= glasbildendes Oxid) verwendet man Oxide zur Veränderung des Kristallgitters, wie z.B. MgO, das in die Familie der Flußmittel einzureihen ist. Talk enthält gleichzeitig Siliciumoxid und auch Magnesiumoxid. Die Flußwirkung von MgO ist ähnlich der von CaO, das Glas hat jedoch eine geringere Ausdehnung. Talk ist besonders interessant für die Einbringung von Magnesium in die Rohglasuren, da seine Wirksamkeit in Kombination mit Siliciumoxid höher als die von Magnesit ist.

Der MgO-Gehalt der Glasuren ist begrenzt, da bei zu hoher Dosierung ein Glanzverlust herbeigeführt wird. Bei Erreichen der Sättigungsgrenze erhält man matte und halbmatte Glasuren, der Talkgehalt ist dabei höher als 10%.

In Glasuren wird ziemlich reiner Talk mit geringem Eisengehalt verwendet.

### Leukophyllit als Schamotteersatz

Neueste Forschungsergebnisse zeigen, daß der österreichische Leukophyllit in Ofenkachelmassen bis zu 100% Schamotte ersetzen kann. □