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

Band: 41 (1961)

Heft: 2

Artikel: Die Anwendung der Differentialthermoanalyse für die Untersuchungen von Bindetonen für Giessereisande

Autor: Hofmann, Franz

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-31903

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: 15.07.2025

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

Die Anwendung der Differentialthermoanalyse für die Untersuchungen von Bindetonen für Giessereisande[1])

Von *Franz Hofmann* (Schaffhausen)[2])

Mit 4 Textfiguren

Abstract

Bonding clays in foundry moulding sands are the more economical, the higher their thermal stability (durability). This property can be evaluated from the green compressive strength of sand-clay test mixtures, progressively heated up to 500° C or higher, by far much faster, however, by differential thermal analysis.

Giesserei-Formsande bestehen aus einer körnigen Grundmasse, dem eigentlichen „Sand", und einem relativ kleinen Anteil an Bindeton, nebst eventuellen Zusätzen. Das Ganze ist eine magere keramische Masse. Mit Wasser zum formgerechten Zustand plastifiziert, erhält sie die zum Abformen der Modelle nötige Bildsamkeit und nach dem Verdichten die nötige mechanische Stabilität.

Natürliche Formsande enthalten lagerstättenmässig bedingt bereits geeignete, meist illitische oder kaolinitische Bindetone in Anteilen von normalerweise 15 bis 25%. In zunehmendem Masse werden jedoch auch sogenannte „synthetische Formsande" verwendet, indem man tonfreie Sande (meist reine Quarzsande, gelegentlich auch andere natürliche oder künstliche Korngemische) mit reinem Bindeton aufbereitet. Man hat es so in der Hand, Art und Körnung der sandigen Grundmasse und den Bindeton zweckentsprechend auszuwählen. Für synthetische Form-

---

[1]) Referat, gehalten an der Herbsttagung vom 25. 11. 60 in Bern der Schweizerischen Arbeitsgemeinschaft für Steine und Erden mit dem Thema „Differentialthermoanalyse und ihre Anwendungen".

[2]) Georg Fischer Aktiengesellschaft, Formstofflaboratorium, Schaffhausen.

sande werden vorwiegend Bentonit-Tone verwendet, das heisst zu Montmorillonit umgewandelte vulkanische Aschengesteine.

Gegenüber Illiten und Kaoliniten besitzen Bentonit-Tone eine zwei- bis dreimal höhere Bindefähigkeit. Um einen Formsand in den giessereitechnisch günstigsten Zustand aufzubereiten, benötigt man deshalb im Vergleich zu anderen Tonen erheblich weniger Bentonit. Dadurch ist es auch möglich, feinere Sande zu verwenden, die wegen des geringen Binderanteils trotzdem eine ausreichende, für den Abzug der beim Abgiessen der Sandformen entstehenden Gase (Wasserdampf, Destillationsprodukte, expandierende Porenluft) nötige Gasdurchlässigkeit besitzen, jedoch feinere Gussoberflächen ergeben als grobe Sande.

In den weitaus meisten Fällen werden die abgegossenen Sandformen nicht auf den Schutt geführt, sondern ihr Material wird wieder aufbereitet. Der zum Herstellen der Giessformen benötigte Sand wird also nicht aus reinem Neumaterial hergestellt, sondern aus dem anfallenden Altsand, der je nachdem auch Anteile mehr oder weniger ausgebrannter, meist organisch gebundener Sandkerne enthält (Kerne = in die Aussenform eingelegte Partien, die Hohlräume im Gussstück aussparen).

Durch die thermische Beanspruchung beim Giessen werden mehr oder weniger dicke Formpartien im Kontakt mit dem Giessmetall so hoch erhitzt, dass der Bindeton totgebrannt wird und beim Wiederaufbereiten mit Wasser seine Bindefähigkeit verliert, während thermisch weniger beanspruchte, entferntere Sandformpartien ihre Plastifizierbarkeit behalten. Der totgebrannte Bindeton muss ersetzt werden, während der eigentliche Sand selbst nur wenig beeinflusst wird.

Der totgebrannte Bindeton muss ersetzt werden, um das Sandsystem in seinen verformungstechnischen Eigenschaften konstant zu halten. Bei Natursand-Systemen muss entsprechend neuer, natürlich tongebundener Formsand als Tonträger zugesetzt werden. Synthetische Sandsysteme haben den Vorteil, dass der Bindeton, also meist Bentonit, allein in reiner Form zugesetzt werden kann, ohne dass übermässige Mengen an Sand damit eingeführt werden müssen. Meist ist es so, dass der über die Sandkerne in das Sandsystem gelangende tonfreie Neusand genügt, um die auftretenden Sandverluste zu kompensieren und die Gesamtmenge des umlaufenden Sandes konstant zu halten. Bentonitgebundene Formsande bewirken damit eine Reduktion an Transportspesen für Neumaterial und für den Abtransport von Überschussmaterial.

Der Anteil des totgebrannten und zu ersetzenden Bindetons ist neben der Art der thermischen Beanspruchung in entscheidendem Masse abhängig von der thermischen Stabilität des Tonminerals. In dieser Hin-

sicht sind hochwertige Bentonite weit günstiger als andere Bindetone. Die thermische Widerstandsfähigkeit, das heisst die Temperatur, bei der der Bindeton totgebrannt wird, wirkt sich wirtschaftlich weit stärker aus als seine effektive Bindefähigkeit. Besonders bei den heute in grossem Massstab verwendeten Bentoniten bestehen erhebliche Unterschiede, die unter gleichen Bedingungen Verbrauchssteigerungen um 100% bewirken können.

Untersuchungsmöglichkeiten zur Bestimmung der thermischen Stabilität

Auf *konventionelle, sandprüftechnische* Art lässt sich die thermische Widerstandsfähigkeit mit Hilfe von Testmischungen feststellen. Zu einem reinen Standard-Testquarzsand werden im Labormischer meist 5% Bentonit gegeben. Das Ganze wird mit Wasser unter kontrollierten Bedingungen zu einer Testmischung aufbereitet, die zunächst im thermisch unbehandelten Zustand des Tons auf Druckfestigkeit im formgerecht-feuchten Zustand[3]) geprüft werden (verdichtete 5×5 cm-Standard-Prüfkörper). Die ganze Testmischung wird nachher mehrere Stunden bei 100° C gehalten und anschliessend wiederum mit Wasser im Labormischer formgerecht-feucht aufbereitet und auf Druckfestigkeit geprüft. Die gleiche Prozedur wird bei 200, 300, 400 etc. Grad C Vorerhitzung wiederholt. Die Druckfestigkeit im formgerecht-feuchten Zustand („Grünfestigkeit") ist das Mass für die Bindefähigkeit des zugesetzten Tons.

Fig. 1 zeigt die Druckfestigkeitskurven dreier verschiedener Bentonite in Funktion der Erhitzungstemperatur, in der Na-Form:

A Calcium-Bentonit mit etwas Na, mit 2% Soda optimal in die Na-Form überführt (optimal Na-aktiviert). Typus des sauren Bentonits.

B Calcium-Bentonit, mit 5% Soda optimal in die Na-Form überführt. Typus des basaltischen Bentonits (basisch), nontronitisch, Gitter stark fehlgeordnet, hohe Umtauschkapazität.

C Natürlicher Na-Bentonit (Wyoming). Typus des sauren Bentonits, ähnlich wie A.

Der Bentonitzusatz zum Testsand wurde wegen unterschiedlicher Bindefähigkeit so gewählt, dass eine Ausgangs-Druckfestigkeit von 1000 g/cm² erzielt wurde (siehe Fig. 1).

Als Mass für die thermische Stabilität eignet sich in diesem Falle die

---

[3]) Feuchtigkeitsgehalt, bei der die Mischung formtechnisch weder zu feucht noch zu trocken ist. Siehe dazu die angeführte Literatur.

sogenannte „Halbwertstemperatur", das heisst jene Temperatur, bei der die Bindefähigkeit (Druckfestigkeit) auf die Hälfte des Ausgangswertes absinkt (1000 g/cm² / 500 g/cm²). Sie lässt sich leichter bestimmen als die ca. 100° C höher liegende Temperatur des Totalverlusts der Bindekraft (Fig. 1).

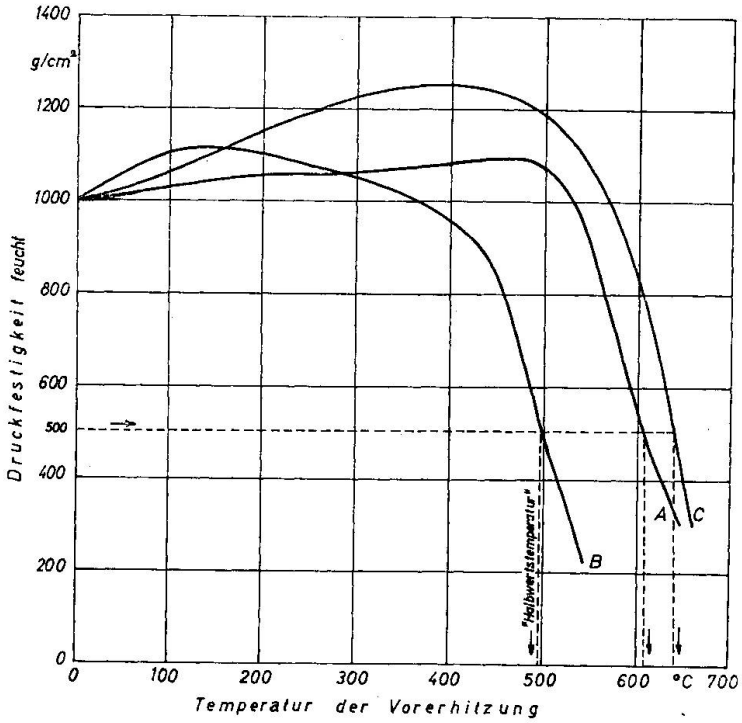

Fig. 1. Abhängigkeit der Bindefähigkeit (Druckfestigkeit feucht, formgerecht) von der Temperatur der Vorerhitzung bei Quarzsand-Prüfmischungen der Bentonite A, B und C, Na-Form. Nötiger Bentonitzusatz zu 100 % Testquarzsand für eine Ausgangsdruckfestigkeit von konstant 1000 g/cm²: A 6,6 %, B 4,6 %, C 6,3 %. Eingezeichnet ist die Methode zur Bestimmung der „Halbwerts-Temperatur", bei der die Druckfestigkeit auf 50 % des Ausgangswertes abfällt.

Fig. 1 zeigt, dass Bentonit B (basaltisch) thermisch wesentlich weniger stabil ist, als A und C, die sich ähnlich sind (C etwas überlegen). In der Tat wurde im praktischen Betrieb in einem Fall von Bentonit B rund doppelt soviel Zusatz zur Sandaufbereitung benötigt, wie von den Typen A oder C. Der Anstieg der Druckfestigkeitskurven mit zunehmender Temperatur auf ein Maximum ist ein Aufbereitungseffekt (wiederholtes Mischen), der für die Wirtschaftlichkeit ebenfalls von gewisser Bedeutung ist.

Um einen Bindeton auf die beschriebene Weise nach Fig. 1 auf seine thermische Stabilität zu untersuchen, wird rund eine Woche Zeit benötigt.

Die *Differentialthermoanalyse* liefert nun die praktisch gleichwertige Information in 2—3 Stunden. Fig. 2 zeigt die DTA-Kurven der Bentonite A, B und C, die sehr schön den Kurvenverlauf in Fig. 1 bestätigen. Auf Grund einigen Vergleichsmaterials lässt sich somit mit der DTA der giessereitechnisch wichtige thermische Charakter eines Bentonites sehr rasch erkennen. Der Totalverlust der Bindefähigkeit lässt sich eher sicherer erfassen.

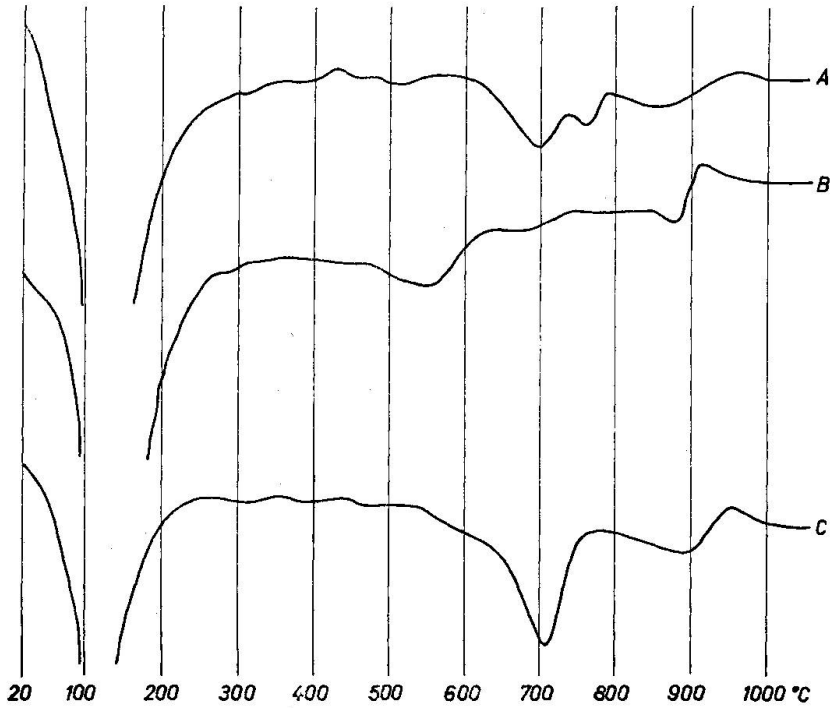

Fig. 2. DTA-Kurven der Bentonite A, B und C (gleiche Bentonite wie in Fig. 1).

Allgemein haben wir gefunden, dass Bentonit-Tone thermisch um so weniger stabil sind, je basischer sie sind. Bentonite, die einem sauren Stamm-Magma entstammen, sind thermisch hochstabile, solche basischen Charakters (Mg- und Fe-reiche Typen), wie der basaltisch-nontronitische Bentonit B, sind thermisch wenig stabil. Thermisch hochstabile Typen sind wirtschaftlicher, doch werden für bestimmte Zwecke erfolgreich thermisch wenig stabile Sorten eingesetzt.

Zusammenhänge zwischen thermischer Stabilität und weiteren Eigenschaften bei Bentoniten

Die mit der DTA erfassbare thermische Stabilität von Bentoniten erlaubt nach unseren Untersuchungen Rückschlüsse auf folgende weiteren Eigenschaften:

Je grösser die thermische Stabilität, je höher also die Temperatur des Kristallwasserverlustes und je saurer der Typ, um so kleiner die Bindefähigkeit (Fig. 3).

Je höher die thermische Stabilität, um so kleiner die Basenaustauschfähigkeit, gleichzeitig auch um so kleiner die Hygroskopizität und die Benetzungswärme. In gleicher Weise nimmt die Gitterfehlordnung ab.

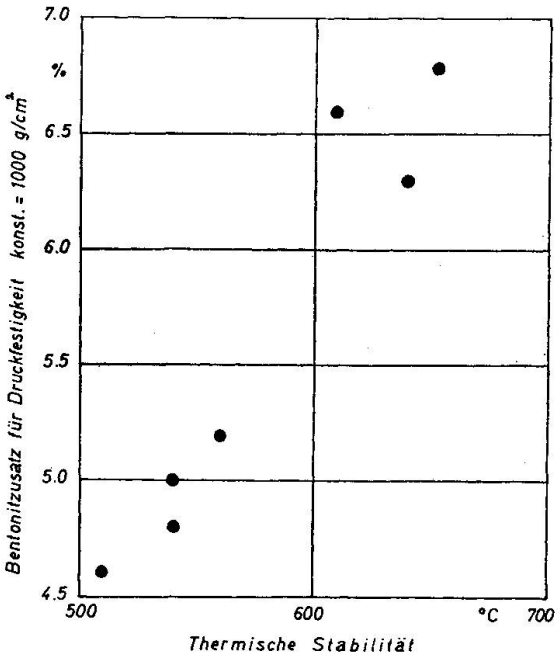

Fig. 3. Zusammenhang zwischen Bindefähigkeit (nötiger Zusatz für eine konstante Druckfestigkeit formgerecht feucht von 1000 g/cm²) und thermischer Stabilität („Halbwertstemperatur") bei 7 verschiedenen Bentoniten (Na-Form).

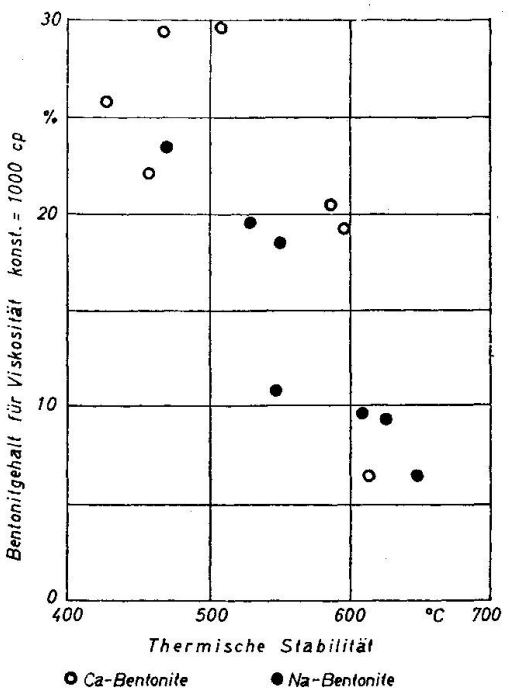

Fig. 4. Zusammenhang zwischen Quellfähigkeit (nötiger Bentonitgehalt in wässriger Suspension für eine konstante Viskosität von 1000 cp, Brookfield 60 Upm) und thermischer Stabilität („Halbwertstemperatur") bei 7 verschiedenen Bentoniten in der Ca- und Na-Form.

Je höher die thermische Stabilität, um so höher die Quellfähigkeit, insbesondere im optimalen Na-Zustand (Fig. 4). Die engsten Zusammenhänge werden bei völligem Ersatz der austauschfähigen Kationen durch Na erhalten. Bei thermisch wenig stabilen Typen wird beim Übergang von der Ca- in die Na-Form die Quellfähigkeit weit weniger erhöht, als bei thermisch hochstabilen, genetisch sauren Typen.

Na-Besetzung scheint eine stabilisierende Wirkung auf das Gitter auszuüben, doch wird die endgültige Temperatur des Kristallwasserverlustes nicht grundsätzlich erhöht.

Literatur

GÖTZ, W. (1951): Kritische Betrachtungen zur Normprüfung für Formsande. Schweizer Archiv angew. Wiss. Techn., Vol. 17, Nr. 8.

— (1954): Sinn und Zweck der Formsandprüfung. Georg Fischer AG, Schaffhausen.

GRIM, R. E. und CUTHBERT, F. L. (1945): The Bonding Action of Clays, Part I: Clays in Green Molding Sand. Univ. Illinois Bull., Vol. 42, Nr. 50.

GRIM, R. E. (1953): Clay Mineralogy. New York.

HOFMANN, F. (1956): Sedimentpetrographische und tonmineralogische Untersuchungen an Bentoniten der Schweiz und Südwestdeutschlands. (Thermoanalyt. Beitrag von R. IBERG). Eclogae geol. Helv., Vol. 49, Nr. 1.

— (1956): Beitrag zur Kenntnis und zur Untersuchung der Eigenschaften von Bentoniten. Giesserei, Techn.-Wiss. Beih., Nr. 16.

— (1959): Technologie der Giessereiformstoffe. Georg Fischer AG, Schaffhausen.

— (1959): Modern Concepts on Clay Minerals for Foundry Sands. The British Foundryman, Vol. III, Nr. 4.

Manuskript eingegangen am 7. März 1961.