

BENTONIT

Von

A. TÓTH

Um den Guß wirtschaftlich zu gestalten, muß die Form bei einem Mindestaufwand an Gießarbeit hergestellt werden. Die Gießereien verwenden daher in stets steigenden Masse solche Methoden, die sich der maschinellen Formerei bedienen.

Zahlreiche neue Gießtechnologien werden heutzutage zugänglich, die sich in den Gießereien mehr oder weniger ansiedeln. Für die Herstellung von Gußstücken von kleinem und mittlerem Gewicht ist jedoch auch heute noch die Rohrformerei das wirtschaftlichste Verfahren. Die Rohstoffe dieses Verfahrens sind die billigsten, und Gußformen lassen sich mit diesem Verfahren am leichtesten ausbilden. Außer der schönen, glatten Oberfläche des Gußes besitzt das Verfahren noch weitere Vorteile, wie Maßhaltigkeit, Gleichmäßigkeit und Dichtheit der Gußstücke, die auch in Hinsicht auf ihre übrigen Eigenschaften den Anforderungen des Maschinenbaus vollständig entsprechen.

Anfangs wurden mit diesem Verfahren nur kleinere Gußstücke hergestellt, während heute bereits solche von mehreren Tonnen Gewicht erzeugt werden. Kieselsand und Bentonit bilden die zwei wichtigsten Grundstoffe der Rohform. In der gegenwärtigen Abhandlung sollen hauptsächlich über einige charakteristische Eigenschaften dieses letzteren Stoffes und über dessen praktische Verwendung berichtet werden.

Wie bekannt, gehört das Bentonit zu den Tonmineralien. Die Güte des Bentonits wird in erster Linie von seinem Montmorillonitgehalt und der Menge der enthaltenen austauschbaren Kationen bestimmt. Der Montmorillonitgehalt läßt sich leider nur sehr

schwer genau bestimmen, und Bestrebungen zur Entwicklung eines einfachen, befriedigenden Verfahrens, mit dessen Hilfe der Montmorillonitgehalt der in den Gießereien verwendeten Bentonite mit absoluter Genauigkeit zu bestimmen wäre, blieben bisher erfolglos. Laut Erfahrung ändern sich die Eigenschaften des Bentonits je nach dem Abstammungsort, und dies selbst dann, wenn mit den gegenwärtig zur Verfügung stehenden Untersuchungsmethoden keine wesentlichen Unterschiede zwischen den einzelnen Bentonitarten zu vernehmen sind. So kann zum Beispiel in einem der Bentonitarten mit der üblich für die Bestimmung des Montmorillonits verwendeten Methode nur wenig Montmorillonit nachgewiesen werden, da die Moleküle höchst wahrscheinlich von einer Kalkhülle umgeben sind. Wenn dieses Bentonit in der üblichen Weise aktiviert wird, kann es nicht stärker peptisiert werden, wie die Bentonite von bedeutend geringerem Montmorillonitgehalt. Wenn aber durch sehr feines Vermahlen dieses Bentonits die das Montmorillonit umgebenden Carbonatschichten aufgebrochen werden, wird ein ausgezeichnet peptisierendes Produkt erhalten, dessen Binaföhigkeit ebenfalls für in Montmorillonit reiche Bentonite charakteristisch ist. (Der hohe Montmorillonitgehalt wird auch durch Röntgenuntersuchungen bestätigt.)

In Kenntnis dieser Befunde bestrebt man auch bei der Verarbeitung der ungarischen Bentonite deren möglichst feine Vermahlung. Die ungarischen Normblätter schreiben daher eine solche Mahlfeinheit des Bentonits vor, daß wenigstens 90% des Mahlgutes durch

ein Sieb von Knotenzahl 10 000 durchgehen sollen, beziehungsweise höchstens 8% des Mahlgutes von einem Sieb von Knotenzahl 10 000 zurückgehalten werden sollen. (Es soll erwähnt werden, daß die Bentonite tatsächlich feiner vermahlt werden, als vorgeschrieben, und es kam in der Praxis noch nie vor, daß das Mahlapparat gröberes Mahlprodukt geliefert hätte.) Obzwar die Untersuchungen der Bentonite zwecks Beurteilung ihrer Eignung für die Gießerei heute noch kein befriedigendes Bild über deren Güte geben, erfordern unsere Gießereien — im Einklang mit dem internationalen Gebrauch — gewisse chemische und physikalische Eigenschaften des Bentonits. Diese Vorschriften sind die folgenden:

Die allgemeine chemische Analyse des Bentonits:

| | |
|--------------------------------------|-----------|
| SiO ₂ | 67 % |
| Al ₂ O ₃ | 14,5 % |
| Fe ₂ O ₃ | 2,8 % |
| TiO ₂ | in Spuren |
| CaO | 2,4 % |
| MgO | 3,0 % |
| Alkalien | 3,0 % |
| Glühverlust | 7,0 % |
| Mineralogische Zusammensetzung: | |
| Montmorillonitgehalt | min. 70% |
| Kiesel | in Spuren |
| Glimmer | wenig |

Physikalische Eigenschaften:

| | |
|---|---|
| Spezifisches Gewicht | 2,9 |
| Spezifisches Gewicht bei loser Schüttung | 0,650 |
| Spezifische Oberfläche | min. 7100 cm ² /g |
| Mahlfeinheit | Von einem Sieb von Knotenzahl 10 000 max. 8% zurückgehalten. |
| Feuchtigkeitsgehalt .. | max. 12%, min. 6% (Für die Be- stimmung des Feuchtigkeitsge- haltes ist 140° C die höchste zu- läßliche Tempera- tur.) |
| pH-Wert zwischen | 8 und 10. |

Die Bindefähigkeit wird nach den ungarischen Normenvorschriften mit sogenannten Normensand bestimmt. Dies ist ein gewaschener Quarzsand, dessen Kornverteilung die folgende ist: 25% zwischen 0,6 und 0,3 mm, 50% zwischen 0,3 und 0,2 mm und 25% zwischen 0,2 und 0,1 mm. Die spezifische Oberfläche des Normensandes beträgt 140 bis 160 cm²/g.

Der Wassergehalt des aus dem Normensand zu verfertigenden Gemisches wird auf 2,5% eingestellt. Von dem zu untersuchenden Bentonit werden 5% satzweise der Mischung beigegeben. Dies bedeutet, daß bei der Vermischung zuerst bloß 1/4 bis 1/5 der gesamten Bentonitmenge dem Sand von 2,5% Feuchtigkeitsgehalt zugesetzt wird, und die weitere Menge wird erst nach deren gleichmäßige Verteilung dazugemischt. Nach der Zugabe des restlichen Bentonits wird das Mischen vom Zeitpunkt der Zugabe berechnet noch 3 Minuten fortgesetzt. Mindestwerte für die Qualität des Bentonit enthaltenden Gemisches:

| | |
|--------------------------|-----------------------|
| Druckfestigkeit | 700 g/cm ² |
| Gleitfestigkeit | 140 g/cm ² |
| Gasdurchlässigkeit | 140 g/cm ² |

Wenn auch das Bentonit den obigen Bedingungen Genüge leistet, reichen weder die angeführten Untersuchungsverfahren noch die übrigen zur Zeit bekannten Prüfungsmethoden dazu aus, die Eignung des Bentonits für Zwecke der Rohformung einwandfrei zu bestimmen. Eine weitere Schwierigkeit bildet jene Tatsache, daß nicht jede der Gießereien über teure Instrumente verfügt, die zur präzisen Ausführung der Untersuchungen benötigt werden. Ebendeshalb soll hier über einige Erscheinungen berichtet werden, die dann dem Zwecke gemäß im praktischen Leben verwertet werden können.

Wie bekannt, ist die Zahl der austauschbaren Kationen des Bentonits ausschlaggebend für die Bindefähigkeit des Bentonits. Die Zahl der austauschbaren Kationen der natürlichen Bentonite ändert sich von Fall zu Fall. Dieser Wert kann auch künstlich geändert werden, und dieses Vorgehen heißt

Aktivierung. Die in der Natur vorkommenden Calcium-Bentonite von schwächerem Bindungsvermögen können mit Soda in Natrium-Bentonite von hohem Bindungsvermögen umgewandelt werden. Der durch Aktivieren erreichbare Bindungsgrad ist jedoch auch selbst durch die Oberflächeneigenschaften des im Betrieb verwendeten Sandes beeinflusst. Wenn zum Beispiel der für das Aktivieren des Bentonits verwendete Sodagehalt ein gewisses Maß überschreitet, kann sich der Sodagehalt besonders in jenen

verbrauch auf das fertige Gußstück bezogen 15 kg/t. Von dem aus der selben Grube stammenden, mehr Soda enthaltenden Bentonit wurde hingegen für eine Tonne Schwungradguß 42 kg Bentonit verbraucht.

Dieses Resultat wird auch durch jene Beobachtung bestätigt, daß die Bindefähigkeit der Bentonite mit dem Anwachsen des Sodagehaltes abnimmt, wenn das Bentonit in Gefäße auf 100°C, 200°C, 300°C, 400°C, und über 400°C mit je 50°C ansteigend bis 800°C erhitzt wird. Aus Abbildung 2 ist

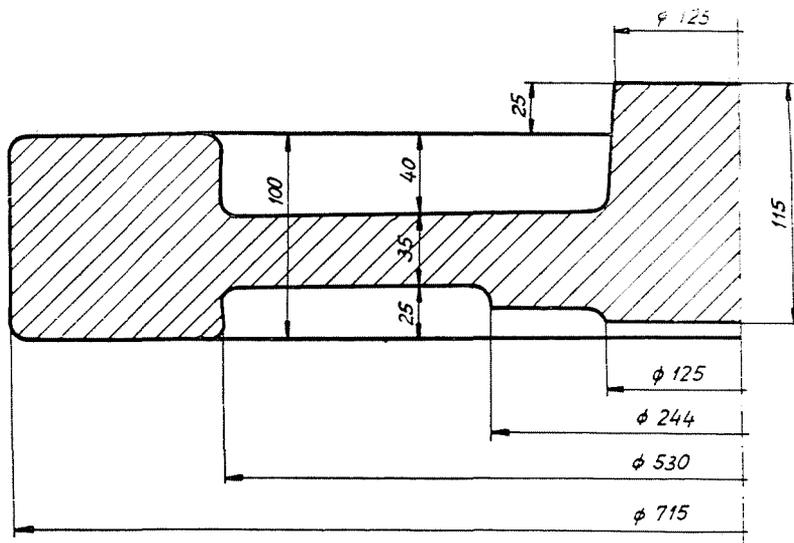


Abb. 1

Gießereien, wo das Regenerieren des Sandes besonders gut ist, und demzufolge der Anteil an gebrauchtem Sand hoch ist, im Sandgemisch stark anreichern. Die Feuerfestigkeit des Sandes wird dadurch herabgesetzt und es tritt eine starke Zerstäubung auf. Als weitere Folge muß wegen Anwachsens der spezifischen Oberfläche mehr Bentonit für das Binden des Sandes verwendet werden, das heißt, der spezifische Bentonitverbrauch wird höher. Wenn zum Beispiel dem Formsand des aus Abbildung 1 ersichtlichen Schwungrads von 215 kg Rohgewicht mit 1% Soda aktiviertes ungarisches Bentonit zugemischt wurde, betrug der Bentonit-

die Bindungsfestigkeit von verschiedenen Bentoniten nach Aufheizung auf verschiedene Temperaturen ersichtlich. Kurve 1 gibt die Festigkeitswerte eines natürlichen Natriumbentonits bei Zumischung von 6% Bentonit und 4,2% Wasser zu Sand von einer Feinheit von etwa 70 an. Kurve 2 veranschaulicht, der Mischung 1 ähnlich die Festigkeitswerte eines ungarischen Bentonits, dessen Sodagehalt 1% betrug. Kurven 3 and 4 zeigen die Änderungen des Bindungsvermögens von weit verbreiteten, am internationalen Markt gut bekannten Bentoniten. Bentonit 3 hatte einen Sodagehalt von 2,5%, Bentonit 4 einen Sodagehalt von 3,5%. Die

Untersuchungen zeigen weiter noch, daß die Regenerierbarkeit des mit Bentonit 1 gebundenen Sandes die beste, und die des mit Bentonit 4 gebundenen die schlechteste war. Auch der Bentonitverbrauch stieg in der Reihenfolge der Zahlen an. Es soll erwähnt werden, daß der Bentonitverbrauch im absoluten Wert nicht proportionell mit der auf Einwirkung der Temperatur auftretenden Abnahme der Bindefähigkeit verlief, was sich in erster Linie durch die schlechte Wärmeleitfähigkeit des Sandes, ferner durch

anwächst. Mit der Zunahme des Staubgehaltes vergrößert sich die spezifische Oberfläche des Sandes. Beim Anwachsen der spezifischen Oberfläche beansprucht der Sand größere Mengen von Bindemittel, in unserem Fall Bentonit. Die zum Erreichen eines bestimmten Festigkeitswertes benötigte Bindemittelmenge wird also durch den Sodaüberschuß aus zwei Gründen gesteigert. Der Überschuß setzt erstens die sogenannte Totbrennungstemperatur des Bentonits herab, andererseits bildet sich nach einigen

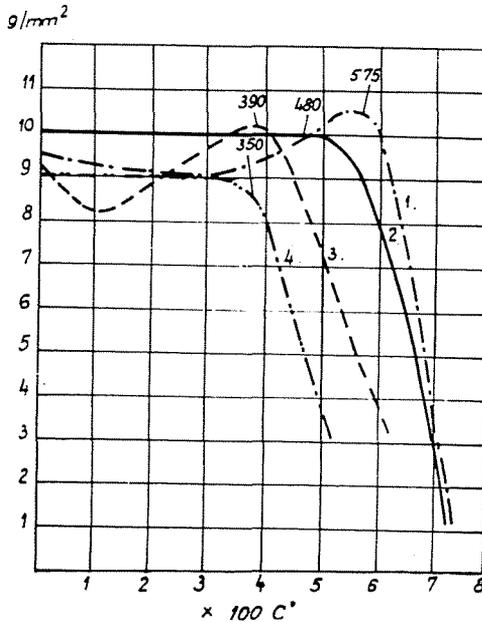


Abb. 2

die ungleichmäßige Wärmeverteilung beim Erhitzen der Bentonite erklären läßt.

Die schlechtere Regenerierbarkeit der Bentonite von hohem Sodagehalt wird hauptsächlich dadurch verursacht, daß der hohe Sodagehalt, bzw. die Zunahme der Alkalimenge die Feuerfestigkeit des Sandes herabsetzen.

Größere Mengen von Sand werden verglast, und demzufolge werden die Sandkörner viel spröder, wodurch der Staubgehalt des Sandes

Güssen eine größere Oberfläche, die auch größere Mengen von Bindemittel beansprucht.

In Verbindung mit dieser Erscheinung soll auch noch jener Befund erwähnt werden, daß die Oberflächenaktivität des Sandes eine sehr wichtige Rolle in der Gestaltung des Bindungswirkungsgrades spielt. Die natürlichen Grubensande können mit wesentlich geringeren Mengen von Bentonit gebunden werden, bzw. geben eine viel höhere Festig-

keit, als Grubensande, von welchen die seit vielen Jahrhunderten angelagerte (oft adsorbierte) Schicht entfernt wurde. Die Praxis, dem Sand eine gewisse Menge Soda beizumischen, verwertet teilweise diese Erscheinung. Die richtige Menge von Soda kann je nach der Natur des Sandes mit dem Ring nach H. G. Levelink eingestellt werden. Die Sodamenge muß jedoch ständig kontrolliert werden, denn — wie bereits aus Obigem ersichtlich — durch die Anreicherung von Soda wird der Bentonitverbrauch erhöht und die Qualität des Formsandes herabgesetzt.

Beim Rohformen ist die Schülpenbildung der häufigst unterlaufende Fehler, der hauptsächlich im Falle von großen Oberflächen auftritt. Um die von Wärmeausdehnung verursachten Fehler auf einen minimalen Wert zu halten, müssen außer den bereits beschriebenen noch zahlreiche weitere Faktoren beachtet werden. Die wichtigsten sind die Folgenden:

tionen gleich oder annähernd gleich ist. Bei einer Menge von je 20% eines Korngutes von z. B. 0,4—0,3 mm Durchmesser, 0,3—0,2 mm Durchmesser, 0,2—0,15 mm Durchmesser und 0,15—0,10 mm Durchmesser soll der Staubgehalt möglichst unterhalb 1% liegen. (Siehe den mit voller Linie ausgezogenen Teil in Abbildung 3.) Die Kornverteilungen der in der Figur mit Strichpunktieren und Stricheln bezeichneten Sande geben vom Gesichtspunkt der Gießerei ungünstige Resultate.

Bei Verwendung von beliebigem Bindemittel geben die Sandgemische von Kornverteilung laut Abbildung 3 (voll ausgezogene Linie) die höchste Festigkeit und die kleinste Wärmeausdehnung.

Die ständige Kontrolle des pH-Wertes des Sandes ist von großer Wichtigkeit. Bentonite sind nämlich sowohl gegen saure wie auch gegen basische Einwirkung höchst empfindlich. Über einen gewissen Wert hinaus verringern beide die Bindungsfähig-

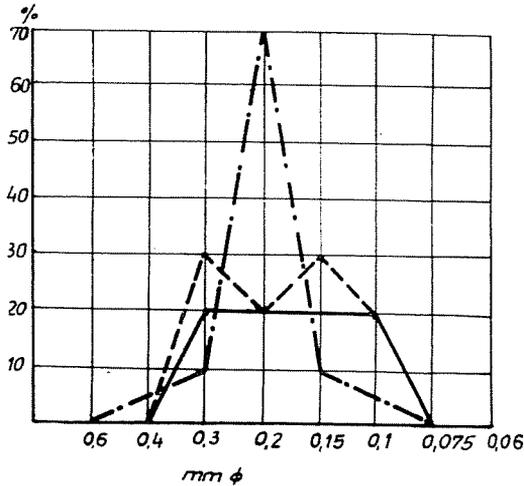


Abb. 3

Der Sand

Die Kornverteilung des Sandes ist von großer Bedeutung. Es soll möglichst ein solcher Sand verwendet werden, in dem die Menge von drei oder vier benachbarten Siebfrak-

keit des Bentonits. Wenn zu dem Sandgemisch außer Bentonit auch noch andere Stoffe beigemischt werden, ist es daher zweckmäßig, deren Wirkung auf das Bentonit zu untersuchen. So kann zum Beispiel auch das Steinkohlenmehl eine schädliche

Wirkung ausüben, wenn sein Schwefelgehalt über 1% liegt. Der Säuregehalt der zum Sand gemischten Melasse kann ebenfalls nachteilige Wirkung ausüben. Dem vorzubeugen wird von dem Bentonit 1 g in 20 cm³ destilliertem Wasser gelöst und einige Tropfen der Melasse werden der Lösung zugesetzt. Wenn die Melasse aus der kolloidalen Lösung des Bentonits einen brockigen Niederschlag ausfällt, kann sie zu bentonithaltigen Gemischen nicht verwendet werden. Falls kein solcher Niederschlag entsteht, wird die Melasse die Festigkeitswerte des Sandgemisches auch nicht nachteilig beeinflussen.

Bei der Verfertigung der Rohform ist der Feuchtigkeitsgehalt des Formsandgemisches von grosser Bedeutung. Man bestrebt einen je niedrigeren Gehalt an gasentwickelnden Stoffen im Sand, und eben deshalb darf das Wasser, das das meiste Gas entwickelt, nur in Mindestmengen zu dem Sand gemischt werden. Das gleichmäßige Verteilen des Wassers im bentonithaltigen Sandgemisch ist aber keine einfache Aufgabe, denn die hohe Wasseraufnahmefähigkeit und Wasserkonzentrierungsfähigkeit des Bentonits verhindert die gleichmäßige Verteilung der Feuchtigkeit im Gemisch. Um dies zu verhindern, muß ein sogenanntes fraktioniertes Mischen angewendet werden, das im wesentlichen so ausgeführt wird, daß man zur Mischung, richtiger gesagt zum Sand, zuerst die nötige Menge von Wasser mischt, und in dem Fall, daß die Menge des Bentonits 2% überschreitet, wird zuerst nur ein Teil davon, und zwar 1/4 bis 1/5 in den Mischer gespeist. Der restliche Teil des einzuspeisenden Bentonits darf nur dann dem Gemisch beigelegt werden, wenn diese Menge bereits augensichtlich gleichmäßig sich verteilt. Der so zubereitete Sand besitzt selbst bei Verwendung des gleichen Bentonits eine höhere Festigkeit wie jenes Sandgemisch, zu dem die volle Menge des Bentonits auf einmal zugegeben wurde.

Dieses Vorgehen hat den weiteren Vorteil, daß das Wasser im Sandgemisch vollkommen gleichmäßig verteilt ist, und die Gasdurchlässigkeit des Sandes ist auch viel

höher. Dieses Mischverfahren, das nicht mehr Zeit beansprucht, wie das übliche Verfahren, hat außerdem den Vorteil, daß nur selten ein Oberflächenrollen des Formsandes bei Formen, die über längere Zeit stehen, zu vernehmen ist. Das Rollen tritt selbst im Falle von schädlichen Elektrolitanreicherungen nur viel später auf. Die aus satzweise gemischtem Sand verfertigte Form kann daher bis zum Guß über längere Zeit aufbewahrt werden.

Die durch fraktioniertes Mischen erhöhte Festigkeit ermöglicht auch eine Herabsetzung der dem Gemisch zugesetzten Bentonitmenge. Als weitere Folge davon kann auch die Wassermenge verringert werden. In den mit ungarischen Bentoniten verfertigten Gemischen beträgt die Wassermenge

$$W = \frac{\text{Menge des Bentonits im Gemisch}}{2} + C\%$$

wo sich der Wert von C in Abhängigkeit von der Witterung und von der Sandart zwischen 1,5 und 2,5 ändert. (Bei feuchtem, kühlen Wetter verschiebt es sich gegen kleinere Werte, bei trockenem, heißen Wetter gegen höhere Werte.) Der richtige C-Wert muß empirisch eingestellt werden. Wenn zum Beispiel die vom Sandgemisch enthaltene Bentonitmenge 5% beträgt und das Wetter trocken und warm ist, wird der Feuchtigkeitsgehalt des Sandgemisches im Mischer zu einem Wert von

$$W = \frac{5}{2} + 2,5 = 5\% \text{ eingestellt.}$$

Für die Bestimmung der richtigen Feuchtigkeitsmenge muß unbedingt Gasdruckmessung angewendet werden. Der Feuchtigkeitsgehalt des Sandes wird als schädlich bezeichnet, wenn der Gasdruck des Sandes 20 cm WS überschreitet. In einer Sandform, deren Gasdruck höher als 30 cm WS ist, ist der Guß unzulässig.

Bei einigen Gußarten müssen der Sandmischung auch verschiedene organische Stoffe zugesetzt werden, wie zum Beispiel Kohlenmehl im Falle von Eisengüße. Die Menge des beizumischenden Steinkohlen

mehls ist von der Wanddicke des Gußes abhängig. In Sandmischungen von Formen für Gußstücke, die in dickere Rohformen gegossen werden, kann die Menge des Steinkohlenmehls — zwecks Verhütung des Sandeinbrennens und des Schülpens — oft auch 12% erreichen. Die Menge des Steinkohlenmehls darf auch nicht in solchem Maße gesteigert werden, daß der in der Form zustande kommende Gasdruck 20 cm WS überschreite. Die Mahlfeinheit des Steinkohlenmehls wird zweckmäßig in Abhängigkeit vom durchschnittlichen Korndurchmesser des Sandgemisches gewählt. Die durchschnittliche Korngröße des Steinkohlenmehles soll im allgemeinen mit 0,1 mm weniger betragen als der durchschnittliche Korndurchmesser des Sandgemisches. Dies bedeutet, daß bei einem durchschnittlichen Korndurchmesser des Sandes von z. B. 0,2 mm, der günstigste Korndurchmesser des Steinkohlenmehls $0,25 - 0,1 = 0,15$ mm betragen wird. Ein gutes Steinkohlenmehl muß mindestens 30% flüchtige Bestandteile enthalten und sein Aschegehalt darf 8% nicht überschreiten. Wie bereits erwähnt, darf im Falle von Bentonit enthaltenden Sandmischungen der Schwefelgehalt des Steinkohlenmehles 1% nicht überschreiten.

Bei der Untersuchung der bentonithaltigen Bindungen tritt die Untersuchung der verschiedenen Oberflächenwirkungen immer mehr in den Vordergrund. Wie im Obigen bereits erwähnt, wird das Maß der Bindung — unabhängig vom Bentonit — stark durch den Zustand des Sandes, durch dessen Oberflächeneigenschaften beeinflusst. Von den Laboratorien der einzelnen Gießereien verfügen nur wenige über solche Instrumente, mit deren Hilfe der Grund der einzelnen Erscheinungen mit voller Sicherheit festzustellen wäre. Es ist daher empfehlenswert, wenn die Bentonit erzeugenden, bzw. fördernden Betriebe mit sehr gut ausgerüsteten Laboratorien den einzelnen Gießereien zur Verfügung stehen, wo auf Grund von Sandproben nicht nur die entsprechendste Technologie des Mischens, sondern auch die der Sandart am besten geeignete Bentonitsorte

festgestellt werden kann. Dies darf natürlich die Forschungsarbeit für die Ausarbeitung eines universalen, jedem Zwecke entsprechenden Bentonits nicht zurückstellen.

Zusammenfassung

Es werden die Grundbedingungen der wirtschaftlichen Gußerzeugung besprochen. Gußstücke von kleinem und mittlerem Gewicht und Ausmaß können nach den heutigen Kenntnissen des Gießereiwesens mit durch Bentonit gebundener Rohformung am wirtschaftlichsten erzeugt werden. Über das Verhalten des Bentonits in der Gießerei geben die zur Qualifizierung des Bentonits bisher verwendeten Vorschriften wegen des verwickelten strukturellen Aufbaus des Bentonits und wegen der zahlreichen chemischen und physikalischen Nebenerscheinungen kein vollständiges Bild. Der Verfasser bestrebt den Verwendern von ungarischem Bentonit praktische Anleitungen zu geben. Gleichzeitig wird auch auf die Zielsetzung der Bentonitforschung (universales Bentonit) hingewiesen.

Summary

The Author discusses the basic conditions of economic casting. According to our present knowledge in foundry work, green sand moulding using bentonite as bonding agent is the most economic process for the production of castings of small and medium weight and dimensions. Due to the complex structure of bentonite and to the multifold chemical and physical side effects, prescriptions used up to date for the qualification of bentonite do not give a complete picture from the point of view of foundries of the behaviour of bentonite. The A. attempts to provide users of Hungarian bentonite with practical instructions, and at the same time points to the object of bentonite research: the development of an universal bentonite.