

Walter Kleimann, Marl

## Einsatz von Bentoniten und C-Trägern in modernen Formsanden

### Bentonitgebundener Formsand heute

Synthetisch hergestellte Formsande haben sich in der Gießereiindustrie heute weitgehend durchgesetzt. Natursande spielen in der Gießereipraxis nur noch eine untergeordnete Rolle. Bentonitgebundene Formsande haben bei der Gußherzeugung eine große Bedeutung. In den Industrieländern werden 65 - 70% der Gußteile in Sandformen aus tongebundenen Formsanden gefertigt. Vorteile der Fertigung im sogenannten Naßgußverfahren sind:

- **hohe Produktivität:** Moderne Formverfahren ermöglichen eine sehr schnelle Formherstellung.
- **niedrige Formstoffkosten:** Wasser, Quarzsand, Bentonit und Kohlenstoffträger sind vergleichsweise preisgünstige Einsatzstoffe.
- **geringer Materialverbrauch:** nur in thermisch hochbelasteten Bereichen der Form werden die Einsatzstoffe vollständig zersetzt. Nahezu 90% der Formsandmenge sind nach der Entfernung von Knollen, Metall etc. wieder einsetzbar.
- **hohe Umweltverträglichkeit:** Bentonit, Quarzsand und teilweise auch Glanzkohlenstoffbildner bilden keine oder nur geringe Mengen an Schadstoffen.

### Aufbau bentonitgebundener Formsande

Bild 1 zeigt die durchschnittliche Zusammensetzung bentonitgebundener Formsande für Gußeisen.

Bei Aluminium-Sandguß wird in der Regel kein Glanzkohlenstoffbildner eingesetzt. In Einzelfällen werden gasarme C-Träger zugegeben, um Druckschwankungen abzubauen. Aufgrund der geringeren Temperaturbelastung ist der Abbrand an Bentonit minimal. Der Bentonitpiegel im Umlaufsand ist meist niedriger als bei Gußeisen. Entsprechend geringer ist der Wasserbedarf und die Anteile an gebranntem Bentonit.

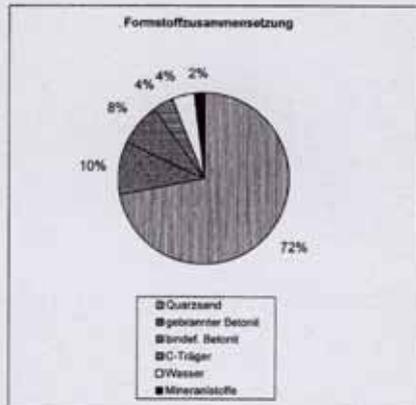


Bild 1: Formstoffzusammensetzung bentonitgebundener Sande

### Anforderungen an die technologischen Eigenschaften bentonitgebundener Formsande

Formsande sollten ein hohes Fließvermögen besitzen, damit eine gleichmäßige Verteilung des Sandes im Formkasten erzielt wird. Nur so ist eine gleichmäßig gute Formverdichtung sichergestellt. Der Sand muß auch unter Druck noch fließfähig sein, um Schattenbereiche und Hinterschneidungen des Modells optimal zu hinterfüllen. Die Plastizität des Formsands muß groß genug sein, damit kleine Unregelmäßigkeiten beim Entformen des Modells nicht automatisch zu Formbruch führen.

Der Formstoff soll nach der Verdichtung eine genügend hohe Festigkeit besitzen. Es muß gewährleistet sein, daß die verdichtete Form allen Kräften standhält, die beim Transport, beim Entformen des Modells oder durch den Gießprozeß auftreten können. Nach der Verdichtung sollen Konturen und Oberflächenstruktur des Modells genau abgebildet sein (Bildsamkeit). Der Erosionswiderstand der Form sollte möglichst hoch sein. Bei übermäßigem Formabrieb kommt es beim Gießen zu Sandabspülungen und entsprechenden Einschlüssen im Gußstück.

Der Formsand muß eine ausreichend hohe Gasdurchlässigkeit aufweisen. Ansonsten besteht die Gefahr, daß Formgase nicht schnell genug entweichen können und im Gußstück eingeschlossen werden.

Die Feuerbeständigkeit von Formsanden muß hoch genug sein, um Reaktionen zwischen dem flüssigen Metall und dem Sand zu vermeiden (Oberflächenfehler durch Vererzungen).

Nach dem Erstarren des Gußstückes soll sich der Formsand leicht vom Gußteil abtrennen lassen, d.h., der noch am Guß haftende Sand sollte möglichst gut zerfallen.

Die Gußabnehmer stellen immer höhere Ansprüche an Qualität und Gleichmäßigkeit der Gußteile. Gewicht, Abmessungen, Härte und Oberflächengüte soll auf einem konstant hohen Niveau liegen. Dies setzt eine verbesserte Konstanz der Formsande im Sandkreislauf und damit zwangsläufig auch eine gleichbleibende Qualität der Formstoffzusätze voraus.

Der Gesetzgeber in Deutschland hat dem Schutz von Luft und Wasser eine notwendig hohe Bedeutung eingeräumt. Im Rahmen des Schutzes unserer Umwelt wird das Abfallrecht ständig verschärft und zulässige Emissionsgrenzwerte für Schadstoffe immer weiter abgesenkt. Die Gießereien sind angehalten, die Menge der bei der Gußherzeugung anfallenden Reststoffe konsequent zu minimieren. Für den bentonitgebundenen Formsand bedeutet dies, daß die ausgetragenen Mengen an Altsand noch stärker als bisher einer Wiederverwertung zuzuführen sind. Es ist davon auszugehen, daß der schon jetzt hohe Grad der Wiederverwendbarkeit von 90% bei bentonitgebundenen Altsanden durch geeignete Regenerierungsverfahren weiter gesteigert werden muß. Der Staubanfall aus dem Sandsystem muß so gering wie möglich sein, da diese Stäube als **besonders überwachungsbedürftige Abfälle** gelten und evtl. sogar einer Sonderbehandlung unterzogen werden

# Das aktuelle Thema

müssen. Dies kann letztlich nur über eine Mengenreduzierung der Formstoffzusätze erreicht werden.

## Bedeutung der Aufbereitungstechnik

Die technologischen Eigenschaften bentonitgebundener Formstoffe haben in den letzten Jahren einen grundlegenden Wandel erfahren. Die heute gebräuchlichen Form- und Verdichtungsverfahren bei der maschinellen Herstellung von Naßgußformen erfordern trockene, gut fließende Formsande, die sich leicht verdichten lassen. Dies hat dazu geführt, daß der Befeuchtungsgrad (Verdichtbarkeit) bei tongebundenen Formsanden immer weiter abgesenkt wurde. Die spezifische Belastung von Kreislaufsandsystemen hat bedingt durch intensiven Zulauf von Kernsanden, immer größeren Umlaufgeschwindigkeiten, kürzeren Mischzeiten und einer gestiegenen thermischen Belastung zugenommen.

Da ein Bentonit seine Bindefähigkeit nur dann voll entfalten kann, wenn ihm die dafür notwendige Wassermenge und Zeit zur Verfügung stehen, wird unter den heute herrschenden Bedingungen der Bindeton oft nur unvollständig aufgeschlossen. In der Vergangenheit wurde der Mangel an Bindekraft durch immer höhere Aktivbentonitgehalte im Formsand kompensiert. Hohe Bentonitgehalte im Umlaufsand führen aber zu einem vermehrten Anfall von Feststoffen (Staub, Sand). Ferner wird der Wasserbedarf des Sandes erhöht, was wiederum zu einer stärkeren Fehleranfälligkeit durch Explosionspenetration und Oberflächenrauhigkeit führt.

Auch über eine Intensivierung des Mischprozesses ist eine Verbesserung des Bentonitaufschlusses nur bedingt möglich. Moderne Intensivmischer sorgen zwar für eine optimale Verteilung des Wassers und des Bindetons in der Sandmischung, können aber die Aufnahme des Wassers durch den Bentonit **nicht** wesentlich beschleunigen. Um die Geschwindigkeit der Wasseraufnahme von Bentoniten näher zu untersuchen, wurde die Diffusionsgeschwindigkeit bei unterschiedlichen Wassergehalten von Bentonit gemessen.

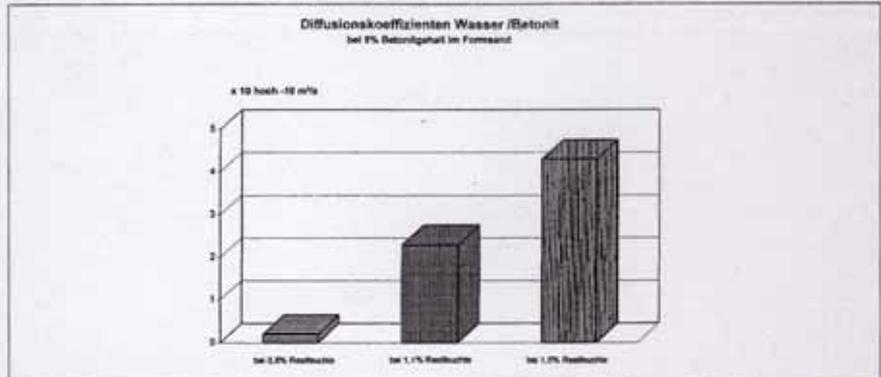


Bild 2: Diffusionskoeffizienten Wasser/Bentonit bei 9% Bentonitgehalt im Formsand

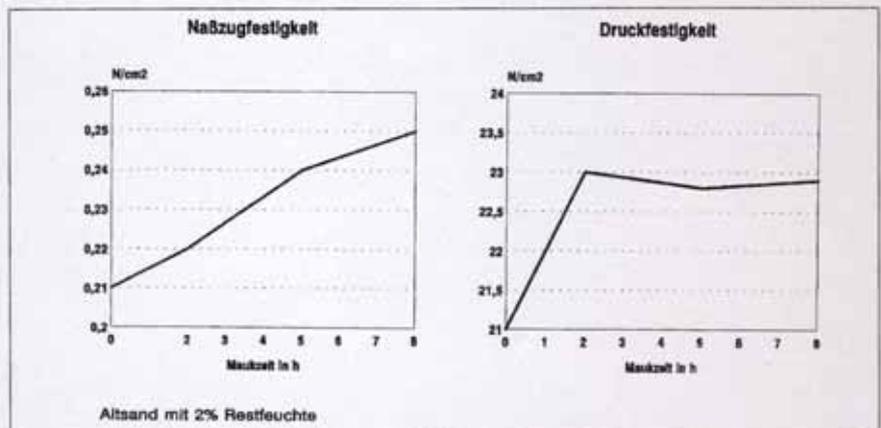


Bild 3: Messung der Kennwerte für Naßzugfestigkeit und Druckfestigkeit

Bentonittyp	spez. Bindefähigkeit in N/cm <sup>2</sup> %	Abbrandrate in %
B	2,58	6,29
C	1,83	10,50
G	2,83	6,00
S	2,24	7,20
BG	1,50	8,50

Die spezifische Bindefähigkeit wird in N/cm<sup>2</sup> % Bentonit im Formsand angegeben. Dabei wurden die Formsande solange erneut aufbereitet, bis sich eine Gründruckfestigkeit von 20 N/cm<sup>2</sup> einstellte. Der Abbrand wurde in % Verlust des Bindetongehaltes bei einem konstanten Eisen/Sandverhältnis von 1 : 4 ermittelt.

Bild 4: Spezifische Bindefähigkeit und thermische Verschleißraten von Bentoniten

Bild 2 zeigt die Meßergebnisse. Es wird deutlich, daß der Altsand, der noch 1,5% Wasser enthält, das im Mischer angebotene Wasser mit etwa zwanzigfacher Geschwindigkeit aufnimmt, als ein Sand mit 0,8% Restfeuchte. Es ist von **entscheidender** Bedeutung, daß der Altsand nicht nur ausreichend befeuchtet -, sondern daß ihm auch genügend Zeit zur Aufnahme des Wasser gelassen wird (Maukzeit). Die in Bild 3 dargestellten Messungen

der technologischen Kennwerte (Druck-, Naßzugfestigkeit) von wiederaufbereiteten Altsanden mit unterschiedlicher Restfeuchte bestätigen, daß alle für die Formstoffqualität wichtigen Eigenschaften bei Altsanden mit genügend hoher Restfeuchte und einer entsprechend langen Maukzeit auf einem merklich höherem Niveau liegen. In der Praxis läßt sich eine optimale Altsandkonditionierung oftmals nicht oder nur unzureichend realisieren.

# Das aktuelle Thema

Häufig sind die umlaufenden Sandmengen zu niedrig, so daß dem Altsand zu wenig Zeit bleibt, im Bunker zu mauken. Extrem schwankende Mengen an einlaufenden Kernsand verursachen große Streuungen der Altsandrestfeuchte. In diesen Fällen kommt es entscheidend darauf an, schnellaufschließende Bentonite einzusetzen.

## Stand der Technologie bei Bentoniten

Als Bentonit bezeichnet man ein tonminerallhaltiges Gestein, das seinen Namen nach der ersten Fundstätte bei Fort Benton, Wyoming (USA) erhielt. Seine ungewöhnlichen Eigenschaften werden durch den Hauptbestandteil bestimmt, das Tonmineral Montmorillonit, ein Aluminiumhydrosilikat, das aufgrund seiner Schichtstruktur Wasser aufnehmen kann (Vorgang des Quellens). Die Montmorillonitschichten werden durch die Einlagerung von Wasser aufgeweitet und es kommt zu einer erheblichen Vergrößerung der bindefähigen Kontaktflächen. Neben Montmorillonit kann Bentonit noch Begleitminerale wie Feldspat, Quarz, Glimmer u.a. enthalten. Ein Gießereibentonit sollte mindestens 70% Montmorillonit enthalten.

Die für die Gießereiindustrie wichtigsten Vorkommen liegen in Süddeutschland, in Griechenland sowie auf Sardinien. Die Bentonite aus diesen Lagerstätten unterscheiden sich in ihren Eigenschaften zum Teil deutlich voneinander.

Die Eigenschaften von Bentoniten als Bindemittel in Formsanden werden noch heute durch Prüfungen in Mischungen mit Neusand beurteilt. Eine zuverlässige Aussage über die Qualität eines Bentonits ist allerdings nur dann möglich, wenn die Eigenschaften unter den Bedingungen eines Kreislaufsandsystems durch mehrfaches Aufbereiten untersucht werden. Kriterien für die Beurteilung der Eigenschaften sind:

- die spezifische Bindefähigkeit
  - der thermische Verschleiß
  - das Aufschlußverhalten im Mischer
  - die Regenerierfähigkeit des Bentonits.
- Bild 4** zeigt die spezifische Bindefähigkeit und thermische Verschleißraten von Bentoniten aus verschiedenen Lagerstätten.

## Thermische Beständigkeit verschiedener Bentonite Naßzugfestigkeit

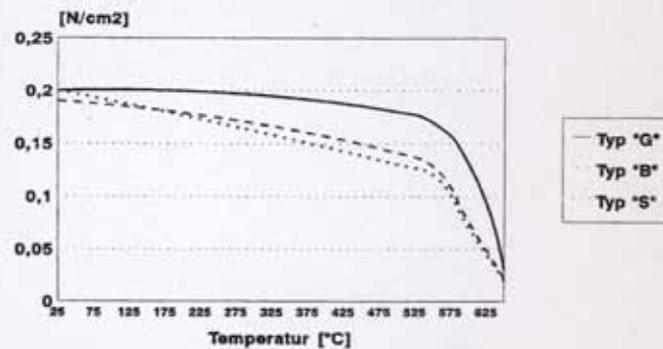


Bild 5: Thermische Beständigkeit verschiedener Bentonite Naßzugfestigkeit

## Thermische Fixierung von Bentoniten auf Sandkörnern

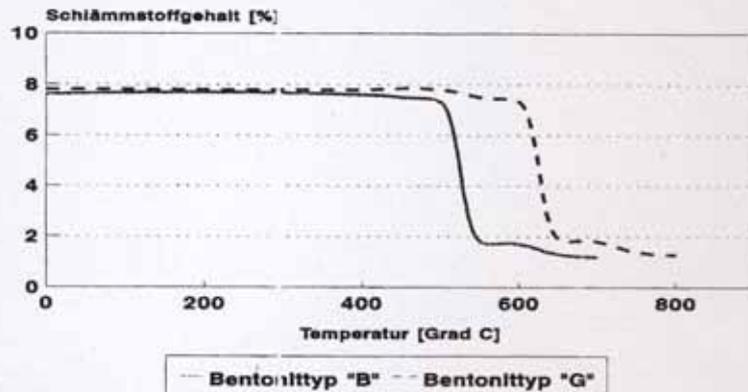


Bild 6: Thermische Fixierung von Bentoniten auf Sandkörnern

Bei dem Material des Typs „G“ handelt es sich um einen Bentonit mit einem Montmorillonitgehalt von durchschnittlich 90% und hoher thermischer Stabilität. Derartige Bentonite werden vor allem auf der Kykladeninsel Milos abgebaut. Die Vorkommen an qualitativ hochwertigen Bentoniten auf Milos dürften noch bis weit in das nächste Jahrhundert reichen. In den letzten 10 Jahren haben sich diese Bentonite mit hoher spezifischer Bindefähigkeit und guter thermischer Stabilität angesichts der zunehmenden Anforderungen an Gußqualität, Regenerierfähigkeit und Gleichmäßigkeit der Formsande immer mehr durchgesetzt.

Das nachstehende **Bild 5** zeigt die Naßzugfestigkeit in Abhängigkeit von der Vorerhitzung verschiedener Bentonittypen.

Unter thermischer Belastung ist bei den Bentonittypen „B“ und „S“ ein deutlich

stärkerer Abfall der Festigkeit zu beobachten. Die hohe thermische Stabilität der Bentonittypen „G“ wird hier eindrucksvoll bestätigt. Dies verdeutlicht auch ein Vergleich der thermischen Fixierung von Bentoniten durch die Hartbentonitbildung auf den Sandkörnern (**Bild 6**).

Die Menge an thermisch belastetem Hartbentonit sowie die Oolithisierung der Quarzkörner ist bei Bentonit „G“ deutlich geringer. Infolgedessen lassen sich mit solchen Bentoniten gebundene Formsande leichter regenerieren. Den „idealen Bentonit“, der allen zuvor genannten Anforderungen absolut gerecht wird, gibt es allerdings nicht. Die folgende Grafik zeigt die Naßzugfestigkeit verschiedener Bentonite in Abhängigkeit von der Anzahl der Aufbereitungszyklen (**Bild 7**).

Es wird deutlich, daß der Bentonit des Typs „B“ dem des Typs „G“ hinsichtlich

# Das aktuelle Thema

der Aufschlußgeschwindigkeit im Kreislaufsand überlegen ist. Dieser Aspekt ist vor allem dann von Bedeutung, wenn in der Praxis die Altsandkonditionierung nicht optimal eingerichtet werden kann. Es wurde deshalb nach technischen Möglichkeiten gesucht, die Aufschlußgeschwindigkeit hochmontmorillonitthaltiger Bentonite mit hoher thermischer Stabilität zu verbessern um die nötigen Eigenschaften dieser Bentonite hinsichtlich Wirtschaftlichkeit, Bindevermögen, Reststoffminimierung und Regenerierfähigkeit auf einer noch breiteren Anwendungsebene nutzbar zu machen.

Die Problemlösung wurde durch die intensive Aufbereitung von hochmontmorillonitischen Bentoniten mit Prozeßkohlenstoff erreicht. Bei diesem Stoff handelt es sich um einen speziellen Graphit mit ausgeprägter Kristallstruktur. Derart behandelte Bentonite zeigen schon nach der ersten Aufbereitung eine erheblich vergrößerte Oberfläche. Aufgrund der größeren Oberfläche kann das angebotene Formwasser deutlich schneller vom Bentonit aufgenommen werden, d.h., Verdichtbarkeit und Naßzugfestigkeit steigt bei gegebener Mischzeit schneller auf die geforderten Sollwerte an.

**Bild 8** dokumentiert die Ergebnisse eines Laborversuchs, bei dem Sandmischungen mit thermisch vorbelastetem Bentonit im Mischer wieder aufgeschlossen wurden, um die Geschwindigkeit der Wasseraufnahme des Binders zu beurteilen. Der gleiche Bentonit wurde einmal unbehandelt, ein zweites Mal nach der Behandlung mit Prozeßkohlenstoff geprüft. Die beschleunigte Einlagerung von Wasser bei dem behandelten Material wird durch den erheblich schnelleren Anstieg der Verdichtbarkeit bzw. der Naßzugfestigkeit überdeutlich.

Ein gut aufgeschlossener Bentonit bindet das Formwasser stärker ein, d.h., die Neigung des Sandes zum Austrocknen nimmt merklich ab. **Bild 9** zeigt die Austrocknung verdichteter Formsande mit konventionellem - bzw. mit Prozeßkohlenstoff aufbereitetem Bentonit in Abhängigkeit von der Zeit. Es ist ersichtlich, daß bei Einsatz prozeßkohlenstoffhaltiger Bentonite der Formstoff weniger schnell austrocknet.

## Aufschluß verschiedener Bentonite im Sandumlauf Naßzugfestigkeit

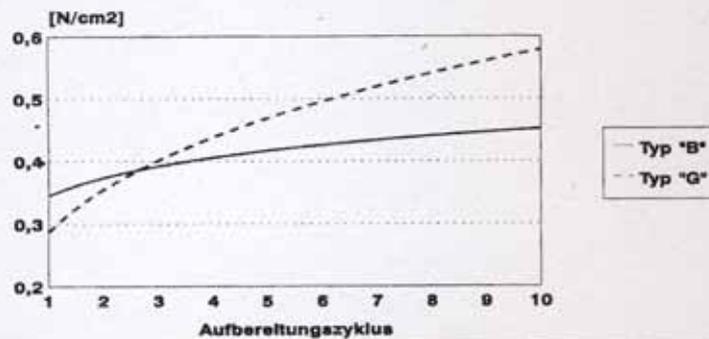


Bild 7: Aufschluß verschiedener Bentonite im Sandumlauf Naßzugfestigkeit

## Aufschlußgeschwindigkeit im Mischer

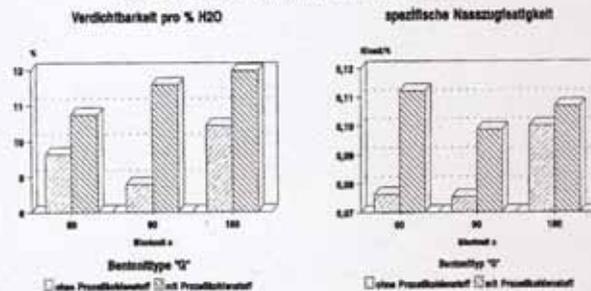


Bild 8: Aufschlußgeschwindigkeit im Mischer

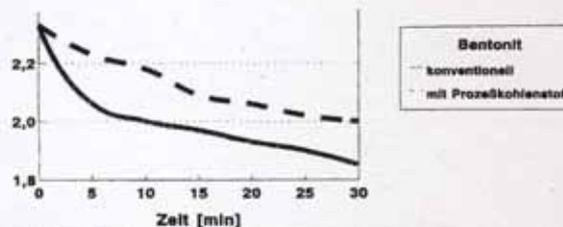


Bild 9: Austrocknung tongebundener Formsande, Verdichtungsdruck 10 b

Die stärkere Einbindung des Wassers führt zu einer Erhöhung des Erosionswiderstandes, d.h., der Abrieb der Formoberfläche bei mechanischer Beanspruchung nimmt ab.

**Bild 10** zeigt den Abriebverlust eines Formsandes mit Bentonit des Typs „G“ vor und nach der Aufbereitung mit Prozeßkohlenstoff. Der Widerstand des behandelten Bentonits gegen Erosionen ist vor allem bei niedriger Verdichtbarkeit deutlich höher.

Aus den bisher dargestellten Laborversuchen wird klar, daß bei dem gut aufgeschlossenen Bentonit das Wasser stärker eingebunden ist. In der Praxis einer Gießerei kann eine verbesserte Einbindung des Wassers mit Hilfe der

Altsandfeuchte und Altsandtemperatur daher sicher beurteilt werden. Das nachstehende Bild zeigt die Entwicklung dieser Kenngrößen in einer Eisengießerei (Automobilguß) nach der Umstellung auf einen mit Prozeßkohlenstoff aufbereiteten Bentonit. Der gleiche Bentonit war zuvor in konventioneller Form in dieser Gießerei eingesetzt worden. Eine Beeinflussung der Messergebnisse durch einlaufenden Kernsand war aber nicht gegeben. Der Abgriff der Daten erfolgte am Ausgang der Kühltrommel.

Die Entwicklung der Meßdaten (**Bild 11**) zeigt, daß im Laufe der Umstellung die Altsandfeuchte auf höherem Niveau stabilisiert wird. Die Sandtemperatur

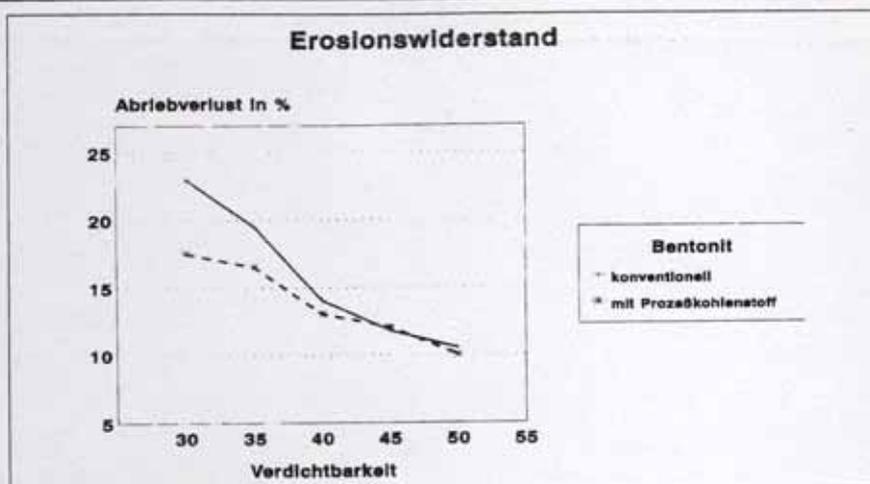


Bild 10: Erosionswiderstand

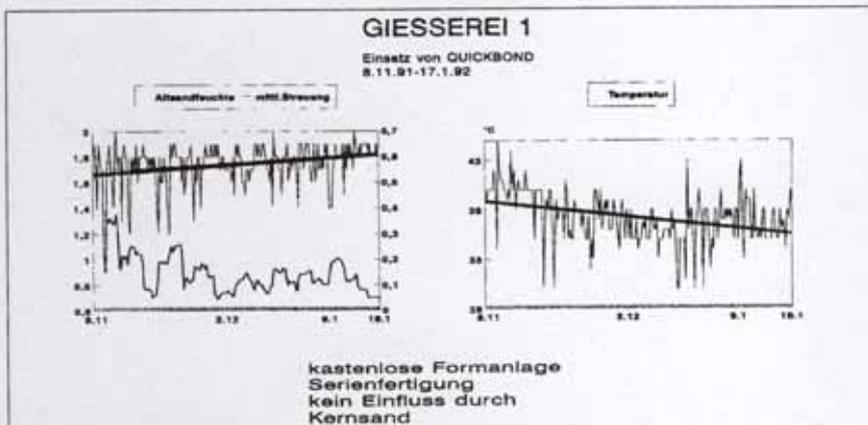


Bild 11: Aufgezeichnete Meßdaten für Altsandfeuchte und Temperatur

nimmt ab und die Streuungen der Meßwerte werden eingeeignet. Dies ist als Indiz für eine schnellere Einlagerung des Formwassers zu werden. Da das Wasser besser eingebunden ist, reagiert der Altsand unempfindlicher auf thermische Erhöhung und atmosphärische Änderungen. Die Streuungen der Feuchte nehmen ab. Durch eine konstantere Feuchte wird der Bentonit in einem „quellfähigeren“ Zustand gehalten. Dies führt zu einer verbesserten Nutzung des Festigkeitspotentials Infolge der höheren spezifischen Festigkeit konnte in dieser Gießerei einerseits die Zugabemenge an Bentonit spürbar reduziert werden, andererseits war eine Herabsetzung der Mischzeit um 20-30% bei unveränderten Festigkeiten möglich.

### Stand der Technologie bei Kohlenstoffträgern

In bentonitgebundenen Formsanden

werden Kohlenstoffträger verwendet, um die Benetzbarkeit der Form durch das flüssige Metall zu reduzieren. Dadurch wird die Oberflächengüte des Gußteils nachhaltig positiv beeinflusst. Drei wesentliche Faktoren geben dabei den Ausschlag:

1. Abscheidung von Glanzkohlenstoff
2. Bildung einer reduzierenden Formatmosphäre durch Freisetzung von Gasen
3. Versiegeln von Oberflächenporen durch Rückstandskohle

Bild 12 zeigt die Abhängigkeit der Oberflächenrauheit von der Glanzkohlenstoffbildung bzw. vom Gehalt an Kohlenwasserstoffen. Die Abhängigkeit der Oberflächenrauheit vom Glanzkohlenstoffbildner ist hier klar zu ersehen. Die früher üblicherweise eingesetzten reinen Steinkohlenstäube sind aus umwelt- und arbeitshygienischen Gründen (Staub, Bildung von Kohlenmonoxid) heute weitgehend durch sogenannte angereicherte Glanzkohlenstoffbildner

ersetzt worden.

Aufgrund einer immer restriktiveren Vorgehensweise der Behörden bei der Festlegung von Emissionsgrenzwerten (PAH, Benzol, CO etc.) sind die Hersteller von Glanzkohlenstoffbildnern gefordert, Produkte zu entwickeln, die bei gleichbleibender oder verbesserter Oberflächenqualität ein Minimum an Spaltprodukten bilden.

Eine gleichbleibende Oberflächenqualität bei gleichzeitig vermindertem Ausbringen an flüchtigen Bestandteilen ist dann möglich, wenn es gelingt, die Packungsdichte der Form zu erhöhen. Die Benetzbarkeit einer Sandform ist um so geringer, je dichter die Sandkörner nach der Verdichtung beieinander liegen. Eine gleichmäßig hohe Verdichtung der Form wird vor allem dann erreicht, wenn der Formstoff beim Füllen des Formkastens optimal verteilt wird und auch unter Druck noch gut fließt.

Das Fließvermögen von Formsanden läßt sich durch Zusätze von makrokristallinem Graphit deutlich verbessern. Schon bei der Entwicklung schnell aufschließender Bentonit/Prozeßkohlenstoff-Systeme hatte sich gezeigt, daß durch Prozeßkohlenstoff die innere Reibung eines Kornhaufwerks vermindert und so ein besseres Fließen sowohl im geschütteten als auch im bereits verdichteten Zustand ermöglicht wird. Die Produktentwicklung bei Kohlenstoffträgern wurde deshalb gezielt in Richtung Optimierung der Fließeigenschaften von Formsanden vorangetrieben.

Bild 13 zeigt Vergleiche von Fließbarkeits- und Wirkdruckmessungen an Formsanden, die mit konventionellen - bzw. prozeßkohlenstoffhaltigen C-Trägern aufbereitet wurden.

Der mit einem prozeßkohlenstoffhaltigen C-Träger aufbereitete Sand zeigt eine sichtbar erhöhte Fließbarkeit. Aufgrund des höheren Fließvermögens werden Bodenwirkdrücke besser übertragen, d.h., die Verdichtung an der Modellplatte nimmt zu.

In der Praxis wurde eine verbesserte Formverdichtung anhand von Formhärtemessungen an ausgesuchten Modellen einer Gießerei vor und nach der Umstellung auf einen mit Prozeßkohlenstoff aufbereiteten C-Träger nachgewiesen.

# Das aktuelle Thema

Bild 14 zeigt die Verteilung der Meßwerte vor und nach der Umstellung auf einen so hergestellten Glanzkohlenstoffbildner.

Es wird deutlich, daß nach der Umstellung gleichmäßigere Formhärten auf höherem Niveau erreicht werden. Die mittlere Rauhtiefe der Gußoberfläche konnte im Verlaufe der Umstellung bei unverändertem Glanzkohlenstoffbildungsvermögen und reduzierter Gasbildung von 25µm auf 16µm (nach ISO R 468) abgesenkt werden.

Der Einfluß moderner C-Träger auf die Emissionen aus Formsanden wurde in verschiedenen Gießereien durch Messungen von Schadstoffen in der Abluft sowie an Gieß- und Auspackstrecke überprüft. Das Bild 15 dokumentiert die Benzolemissionen an neuralgischen Punkten in einer Gießerei nach der Umstellung auf einen niederflüchtigen, mit Prozeßkohlenstoff aufbereiteten Glanzkohlenstoffbildner.

Die Mengen an Benzol, ein von Arbeitsmedizinern als „karzinogen“ eingestuft Stoff, konnten drastisch reduziert werden.

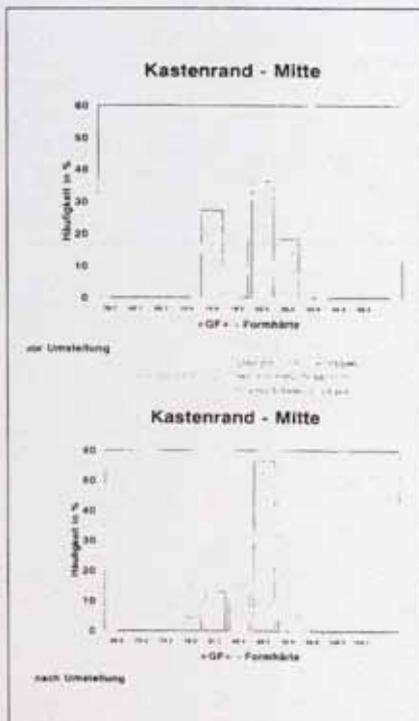


Bild 14: Verteilung der Meßwerte für die Formhärte vor und nach der Umstellung auf einen mit Prozeßkohlenstoff aufbereiteten C-Träger

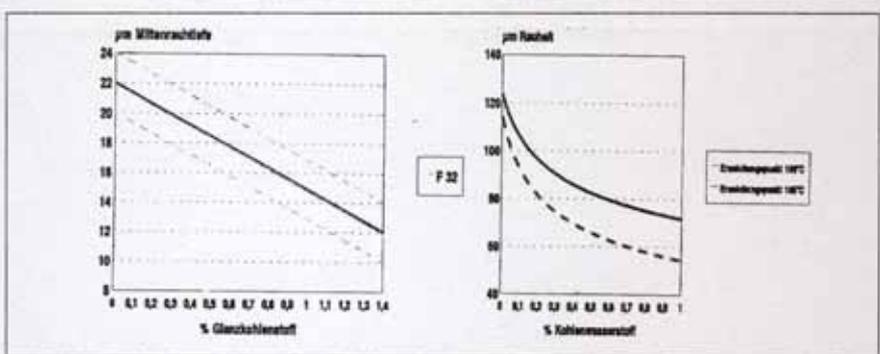


Bild 12: Abhängigkeit der Oberflächenrauheit von der Glanzkohlenstoffbildung

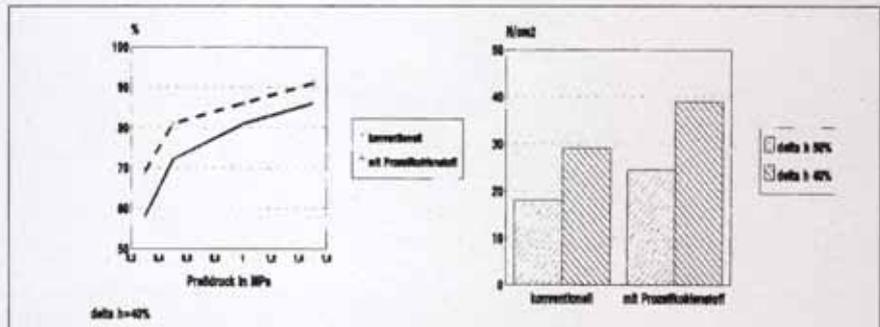


Bild 13: Vergleiche von Fließbarkeits- und Wirkdruckmessungen an Formsand

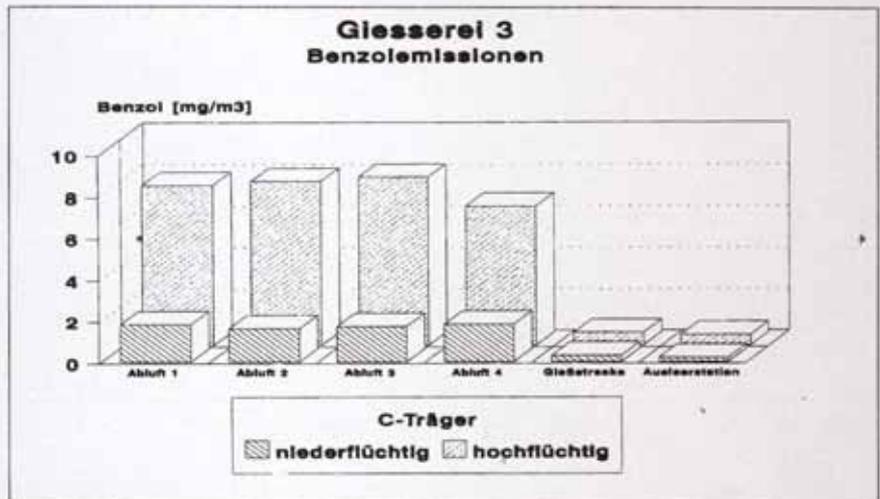


Bild 15: Schadstoffmessungen in der Abluft an verschiedenen Meßpunkten in der Gießerei

## Zukünftige Entwicklung

Der Einsatz tongebundener Formstoffe bei der Gußherstellung wird in den nächsten Jahren immer stärker von der Umweltverträglichkeit und der Gleichmäßigkeit dieser Sande abhängen. Tongebundene Formsandsysteme werden daher auf Dauer nur dann eine Zukunft haben, wenn es gelingt, neben den weiter steigenden qualitativen An-

forderungen an Maßhaltigkeit, Oberflächengüte und Reproduzierbarkeit von Gußstücken auch die Umweltverträglichkeit der Formsande weiter zu verbessern. Dies kann nur durch den Einsatz schnellauflösender, hochmontmorillonithaltiger Bentonite mit hoher Bindefähigkeit und geringem Reststoffpotential in Kombination mit niederflüchtigen Kohlenstoffträgern, die nur minimale Mengen an Spaltprodukten bilden, erreicht werden.