

Der Mischprozeß eines neuen Kernsandmischers und eine Untersuchungsmethode für Gießereimischer

Sonderdruck aus GIESSEREI
Heft 13/1995

Giesserei-Verlag GmbH
40016 Düsseldorf

KLEIN Anlagenbau AG

Konrad-Adenauer-Straße 200
D-57572 Niederfischbach

Telefon 02734 / 5 01-3 01
Fax 02734 / 5 01-3 27



Bernd Federhen, Siegen

Der Mischprozeß eines neuen Kernsandmischers und eine Untersuchungsmethode für Gießereimischer

In der Entwicklungsphase eines neuen Kernsandmischers wurden zur Optimierung des Mischprozesses umfangreiche Untersuchungen durchgeführt. Dazu wurde ein Untersuchungsverfahren geschaffen, mit dem qualitative und quantitative Fakten zur praxisnahen Beurteilung der Einflüsse von veränderten Mischwerkzeugen und Mischparametern bzw. Vergleiche unterschiedlicher Mischer möglich sind.

Mischtechnische Anforderungen an Kernsandmischer

Die Anforderungen an Kernsandmischer haben sich im Verhältnis zu früheren verändert. Gestiegene Anforderungen in mischtechnischer Hinsicht sind vor allem folgende:

- **Mischleistung:** Neue Kernschießmaschinen können große Kerne mit schneller Schußfolge herstellen. Entsprechend müssen die Mischer große Chargen in kürzester Mischzeit bereitstellen.
- **Mischqualität:** Aus Kostengründen, zur Verminderung von Gießproblemen und aus Erfordernissen des Umweltschutzes ist es von Bedeutung, Kernsande mit geringerem Binderanteil verarbeiten zu können. Zur Mischqualität gehört auch, daß die Eigenschaften des Kernsandes verschiedener Chargen reproduzierbar sind.
- **Sandreste im Mischraum:** Sandreste, die längere Zeit im Mischraum verbleiben, vermindern die Qualität der folgenden Charge.
- **Verschmutzungen des Mischraumes:** Anhaftende Reste steigern den Verschleiß der Mischwerkzeuge. Häufige Reinigungen erzeugen Betriebsunterbrechungen und verursachen Kosten.
- **Zugänglichkeit:** Gute Zugänglichkeit verkürzt die Putzzeiten und steigert die Akzeptanz der Mischer beim Bedienungs- und Wartungspersonal.
- **Chargengröße:** Die Chargengröße muß, um auch bei kleineren Kernen kurze Sandlagerzeiten zu erreichen, in weitem Umfang wählbar sein.
- **Automatikbetrieb:** Moderne Kernsandmischanlagen müssen weitgehend ohne Bedienungspersonal arbeiten können. Die Abläufe müssen automatisiert sein.
- **Überwachung:** Die wesentlichen Elemente und Vorgänge müssen entsprechend den QS-Systemen dokumentierbar sein.

Dipl.-Ing. B. Federhen ist Abteilungsleiter Entwicklung/Versuche im Bereich „Pneumatische Förderanlagen und Gießereiausrüstung“ der Alb. Klein GmbH & Co. KG, Niederfischbach.

Das Mischprinzip bekannter Flügelmischer

Bei mit rotierenden Mischwerkzeugen arbeitenden Sandmischern ergibt sich folgender Mischverlauf. Im noch trockenen Sand können sich die Mischwerkzeuge leicht durch den losen Sand hindurch bewegen, da zwischen den Einzelkörnern keine Haftung besteht. Es entstehen Reibungskräfte zwischen den relativ zueinander bewegten Teilen. Im Verlaufe des Mischvorganges verteilen sich die flüssigen Binderteile auf der Oberfläche der Sandkörner, diese verkleben, und die Mischwerkzeuge verursachen nun zusätzlich Scherkräfte im Mischgut. Da die Sandkörner nun nicht mehr frei beweglich sind, überträgt sich ein Teil der Rotation der Mischwerkzeuge auf die Mischgutmasse, die Relativbewegung zwischen Mischwerkzeug und Sandkorn wird kleiner, und manchmal scheint sich die gesamte Mischgutmenge mit den Mischwerkzeugen zu drehen. Abgesehen vom auftretenden Verschleiß kann man auch deshalb die Drehzahl der Mischwerkzeuge zur Steigerung der Mischintensität nicht beliebig erhöhen.

Damit die „Mitlaufendenz“ der gesamten Mischmasse vermindert wird, ordnet man bei Mixern mit vertikaler Achse oberhalb der Mischerwerkzeuge Bremsen an der Mischerinnenwand an. In diesem Bereich können dann aber keine Abstreifer die Innenwand des Mixers säubern.

Der neue Mischer

Bild 1 zeigt den neuen Mischer für eine maximale Chargengröße von 120 kg. Der Stirndeckel ist geöffnet. Im

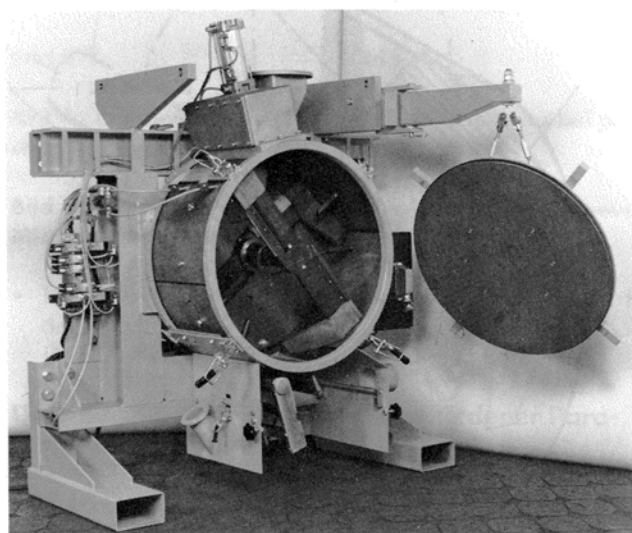


Bild 1. Der neue Mischer mit geöffnetem Stirndeckel (Chargengröße 120 kg)

Mischraum sind die Mischwerkzeuge zu erkennen. Mischwerkzeuge und Mantelinnenfläche sind mit einem verschleißfesten Kunststoff beschichtet. Am Mischermantel ist oben das Sandeinlaufgehäuse mit dem segmentförmigen Einlaufverschluß und unten die geöffnete Sandauslaufklappe zu sehen.

Die äußeren Kanten der Mischwerkzeuge haben nur geringen Abstand zum Mischmantel und zu den Stirnflächen. Dadurch werden die Innenflächen des Mixers von dickeren Anbackungen freigehalten.

In die Mischwerkzeuge und in den Mischermantel ist zusätzlich ein pneumatisches Reinigungssystem integriert, das den Mischerinnenraum und die Mischwerkzeuge vor längeren Stillstandzeiten abbläst. Der manuelle Reinigungsaufwand ist dadurch gering.

Bild 2 verdeutlicht den Aufbau und die Funktion des neuen Mixers. An der Antriebswelle sind mehrere Mischflügel versetzt angeordnet. Die Konturen der Mischflügel schmiegen sich dem Mischermantel und den Stirnflächen an. Zur Längsachse sind die Mischflügel im Winkel α angestellt.

Der Mischerinnenraum wird durch Statorbolzen, die auf einer gemeinsamen Ebene angeordnet sind, in zwei Mischräume unterteilt. Die Bindemittel werden durch Statorbolzen eingespritzt. In jedem Mischraum rotieren Mischflügel.

Beim neuen Mischprinzip zwingt jeder Mischflügel dem Sand im Mischraum, in dem er rotiert, seine Rotationsbewegung und durch seine Anstellung eine Bewegung in der Mischrerlängsachse auf. Der Sand rotiert in den Mischräumen und wird zusätzlich ständig zwischen den Mischräumen ausgetauscht. Auf seinem Weg von einem Mischraum in den anderen wird er von den Statorbolzen gebremst. Dabei entstehen im Mischgut beträchtliche Scherkräfte, die die Mischintensität steigern. Der Einfluß der Statorbolzenanzahl auf die Mischqualität konnte gemessen werden.

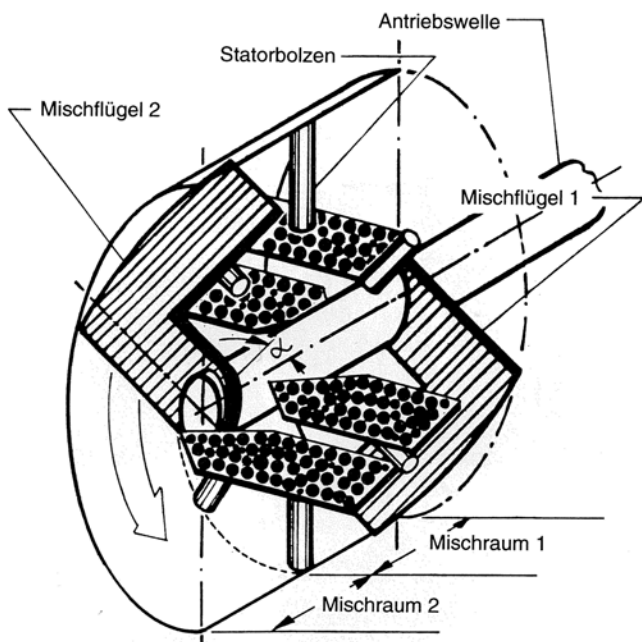


Bild 2. Schematischer Aufbau und Funktion des neuen Mixers (Typ Statormix)

Tafel 1. Verwendete Einrichtungen und Stoffe

Mischer	neuer Mischer, 50 kg neuer Mischer, 120 kg Schwingmischer
Sand	F 32
Binder	Gasharz 4513, Aktivator 4514 und Katalysator GH 3 (HA)
Dosierung (Sand)	Waage
Dosierung (Binder)	Balgdosiergerät
Schießmaschine	Eigenbau (aus einer Probenmenge jeweils ein Biegestab)
Prüfgerät für Biegefestigkeit	Eigenbau, mit elektronischem Abgriff und Aufzeichnung der Bruchkraft

Versuchsablauf

Zur Beurteilung des neuen Mixers bei der Entwicklung wurden als Parameter die Biegefestigkeit von Biegeköpern verwendet. Vorversuche ergaben, daß mit 12 Biegestäben von jeder Mischung aussagefähige Daten gewonnen werden können.

Die Sandtemperatur wurde vor Mischbeginn einheitlich auf 21 °C und die Bindemitteltemperatur auf 20 °C gebracht.

Jede Versuchsmischung wurde nach folgendem Schema hergestellt: Sanddosierung, START Binderdosierung = START Mischen, Mischen, ENDE Mischen = Auslaufklappe AUF; Entnahme von rd. 5 l Sand für Biegestäbe während des Sandaustrages; Temperaturmessung der fertigen Mischung, 10 min Reifezeit, Schießen, Härten und Brechen der Biegestäbe. **Tafel 1** zeigt die verwendeten Einrichtungen und Stoffe.

Die Untersuchungsmethode

Die Untersuchungsmethode muß quantitative, anschauliche, praxisnahe Ergebnisse liefern. Vergleiche mit einigen Biegestäben oder nach Gefühl und Augenschein reichen für Optimierungen oder Beurteilungen nicht aus. Bei der im Schrifttum über Mixer oft angegebenen Beurteilung der Proben nach der Standardabweichung wird die Wichtung von Ausreißern unterdrückt. Bei der Kernherstellung sind aber gerade die Ausreißer mit der geringsten Festigkeit bedeutsam. Diese stellen die Kerne dar, die bei der Entnahme aus dem Kernkasten brechen würden.

Bei der Entwicklung des Schwingmischers wurde der Glühverlust aus 10-g-Proben der frischen Mischung zur Beurteilung benutzt. Diese Methode liefert Werte, die nur den untersuchten Mixer betreffen. Dosieraggregate usw. werden nicht einbezogen. Sie erscheint aber heute etwas praxisfern; daher wurde der neue Mischer nach einem geänderten Verfahren untersucht: Die gemessenen Biegefestigkeiten wurden in Klassen mit einer Breite von 10 N/cm² eingeteilt und in Balkendiagrammen dargestellt.

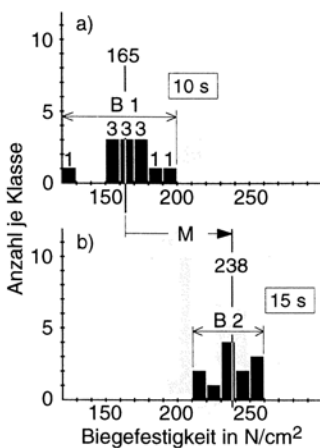


Bild 3. a) Verteilung der Biegefestigkeiten von 12 Proben in Klassenbreiten von 10 N/cm² (Mischzeit 10 s); b) Veränderung des Graphen bei längerer Mischzeit (15 s)

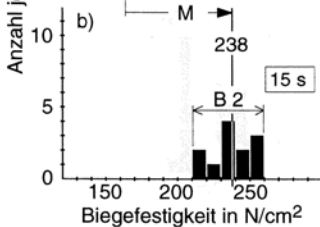


Bild 3a zeigt ein solches Balkendiagramm. Die Mischzeit betrug 10 s, der Mittelwert der Biegefestigkeit aus allen 12 Meßwerten 165 N/cm². Daraus lassen sich folgende für die Praxis wesentlichen Aussagen entnehmen:

- Die Festigkeiten streuen über 8 Klassen: Je weniger Klassen bei der gewählten Klassenbreite auftreten, um so perfekter ist die Mischung. Bei einer idealen Mischung lägen alle Werte in einer Klasse. Die Klassenbreite wurde so gewählt, daß bei unterschiedlichen Mischparametern mit 12 Biegestäben die Einflüsse deutlich wurden.
- Die minimal aufgetretene Festigkeit lag in der Klasse 120 bis 129 N/cm². Der minimal gemessene Wert ist sehr wichtig. Er gibt Auskunft darüber, ob ein Kern, der mit Sand aus dieser Mischung hergestellt würde, heil aus dem Kernkasten entnommen werden kann.
- Der Mittelwert aus den 12 gemessenen Biegefestigkeiten gibt Auskunft über das Festigkeitsniveau.

Der Einfluß veränderter Mischparameter geht deutlich aus den Balkendiagrammen hervor. **Bild 3** gibt den Einfluß der Mischzeit, die von 10 s auf 15 s gesteigert wurde, wieder:

- Streubreite vermindert sich von B1 = 8 auf B2 = 5 Klassen.
- Die minimal aufgetretene Biegefestigkeit steigt von der Klasse 120 bis 129 N/cm² in die Klasse 210 bis 219 N/cm².
- Der Mittelwert der Biegefestigkeit der 12 Proben steigt um „M“ von 165 N/cm² auf 238 N/cm².

Das Untersuchungsverfahren orientiert sich an den Bedingungen der Praxis. Die Ergebnisse schließen die Schwankungen aller Schritte bei der Herstellung der Biegestäbe ein. Das sind zum Beispiel Dosierfehler bei Sand und Bindemittel, Temperaturschwankungen, Schwankungen des eigentlichen Mischvorganges, Schwankungen des Schießvorganges usw.

Eine Aussage über die Qualität des Auswerteverfahrens zeigt sich, wenn mehrere Mischungen mit gleichen Voraussetzungen hergestellt werden. **Bild 4** zeigt die Ergebnisse von 6 unter gleichen Voraussetzungen hergestellten Mischungen:

- Die Mittelwerte liegen im Bereich von 245 bis 261 N/cm². Der Streubereich beträgt -3,03% + 3,3%.
- Es sind 4 ± 1 Klasse vertreten.

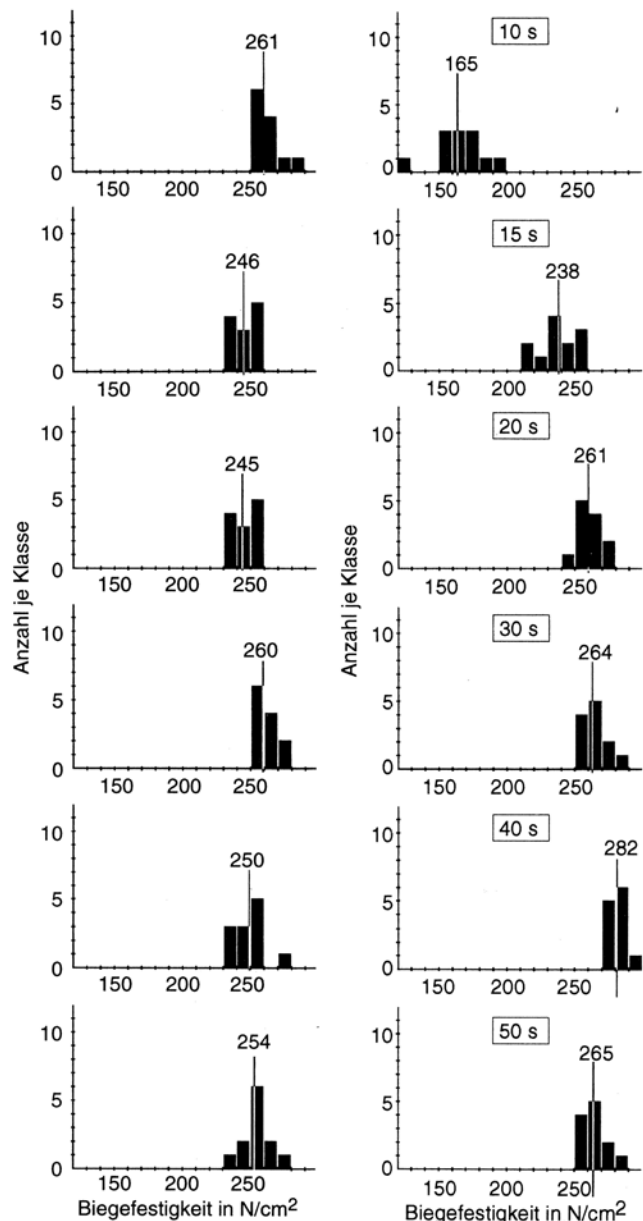


Bild 4

Bild 5

Bild 4. Ergebnisse des Untersuchungsverfahrens bei gleichen Mischparametern

Bild 5. Einfluß der Mischzeit auf die Mischqualität (neuer Mischer, 50 kg Sand F32, 0,7/0,7% Binder)

- Die Minimalwerte der jeweiligen Mischung liegen in der Klasse 240 bis 249 N/cm² ± 1 Klasse. Damit ist eine Beurteilung der Proben gut möglich.

Untersuchung der Einflüsse verschiedener Parameter auf das Mischergebnis

Einfluß der Mischzeit

Bild 5 zeigt den Einfluß der Mischzeit von 10 bis 50 s auf die Biegefestigkeit. Im neuen Mischer wurden 50 kg

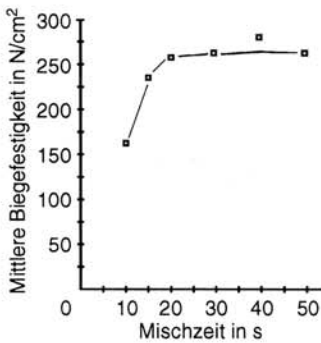


Bild 6. Mittlere Biegefestigkeit in Abhängigkeit von der Mischzeit (neuer Mischer, 50 kg Sand F32, 0,7/0,7% Binder)

Sand mit 0,7/0,7% Binder gemischt. Nach einer Mischzeit von 20 bis 30 s ist

- praktisch die Endfestigkeit erreicht,
- die Zahl der Klassen minimiert und
- der höchste Wert für die schwächsten Proben erreicht.

Trägt man die mittlere Biegefestigkeit der jeweils 12 Proben über der Mischzeit auf, so ergibt sich das Diagramm nach **Bild 6**. Deutlich ist zu erkennen, daß die Mischung nach rd. 25 s optimal ist. Es wurden dazu nur 0,038 kWh verbraucht. Die Erwärmung der Mischung betrug rd. 1 K, nach 50 s Mischzeit 3 K.

Einfluß der Bindermenge

Bild 7 gibt die Ergebnisse nach 20 s Mischzeit für 0,7/0,7% bis 0,5/0,5% Binderanteil wieder. Abgesehen davon, daß das Festigkeitsniveau mit 0,7/0,7% Binderanteil natürlich höher liegt als bei der mageren Mischung, ist zu erkennen, daß die Mischung mit nur 0,5/0,5% Binderanteil eine wesentlich bessere Homogenität erreicht hat. 10 Meßwerte liegen in einer Festigkeitsklasse und nur jeweils einer in der Klasse darüber bzw. darunter.

In **Bild 8** sind die Ergebnisse für Mischzeiten von 20 s bis 50 s bei 0,5/0,5% Bindermenge zusammengefaßt. Die bei Binderanteilen von 0,7/0,7% gemachte Feststellung, daß längere Mischzeiten keine Vorteile bringen, muß mit den Ergebnissen der Mischungen mit 0,5/0,5% Binderanteilen noch verschärft werden. Mischzeiten über 30 s verschlechtern das Ergebnis:

- Bei gleichbleibendem Mittelwert steigt die Anzahl der Festigkeitsklassen.
- Die Biegefestigkeit der schwächsten Biegestäbe fällt um eine Klasse.

In **Bild 9** ist die mittlere Biegefestigkeit in Abhängigkeit von der Bindermenge aufgetragen. Im untersuchten Bereich ist sie praktisch linear.

Einfluß der Chargengröße

Bei vielen Bindersystemen fällt die mögliche Festigkeit mit der Lagerzeit der fertigen Sandmischung ab. Um kurze Sandlagerzeiten einhalten zu können, muß die Chargengröße in größerem Bereich wählbar sein.

Es wurde untersucht, welchen Einfluß die Chargengröße auf das Mischergebnis bei einem für 50 kg ausgelegten Mischer nach dem neuen Mischprinzip hat. In **Bild 10** sind die Ergebnisse für 10 kg bis 60 kg mit jeweils 0,7/0,7% Binderanteil bei 30 s Mischzeit zusammengestellt. **Bild 11** gibt

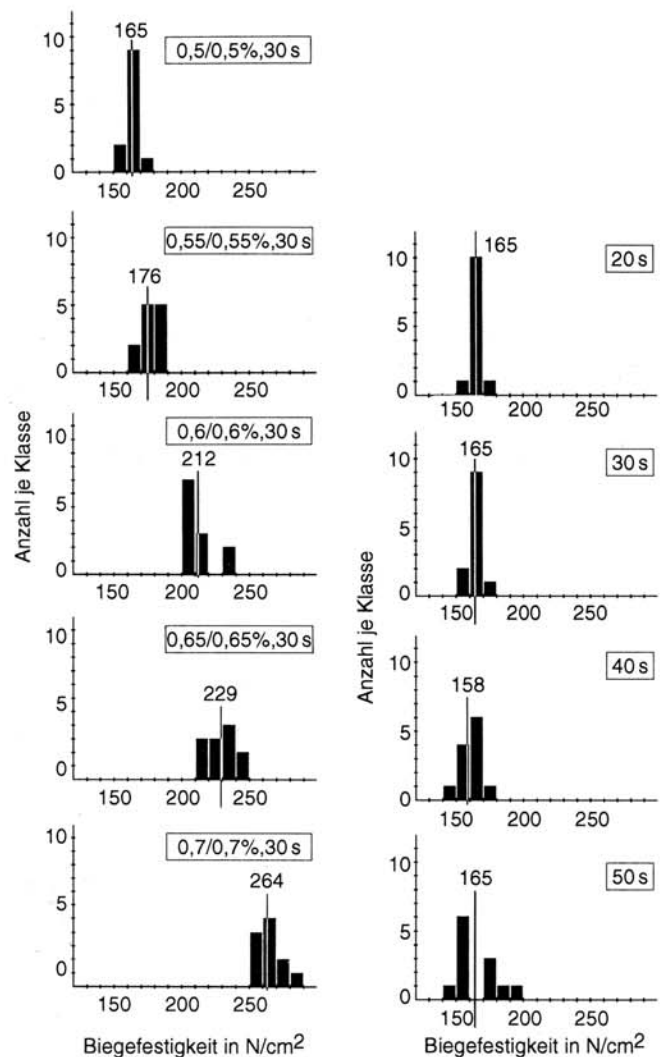


Bild 7

Bild 8

Bild 7. Einfluß der Bindermenge von 0,5/0,5% bis 0,7/0,7% auf die Mischqualität (neuer Mischer, 50 kg Sand F32, 30 s Mischzeit)

Bild 8. Einfluß der Mischzeit bei geringen Bindermengen auf die Mischqualität (neuer Mischer, 50 kg Sand F32, 0,5/0,5% Binder)

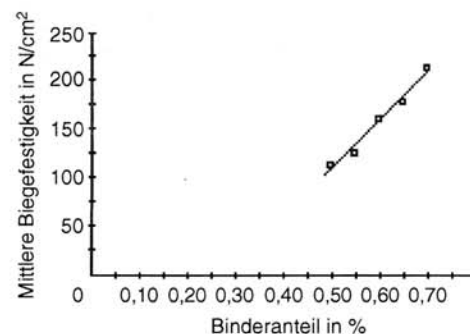


Bild 9. Mittlere Biegefestigkeit in Abhängigkeit von der Bindermenge (neuer Mischer, 50 kg Sand F32, 30 s Mischzeit)

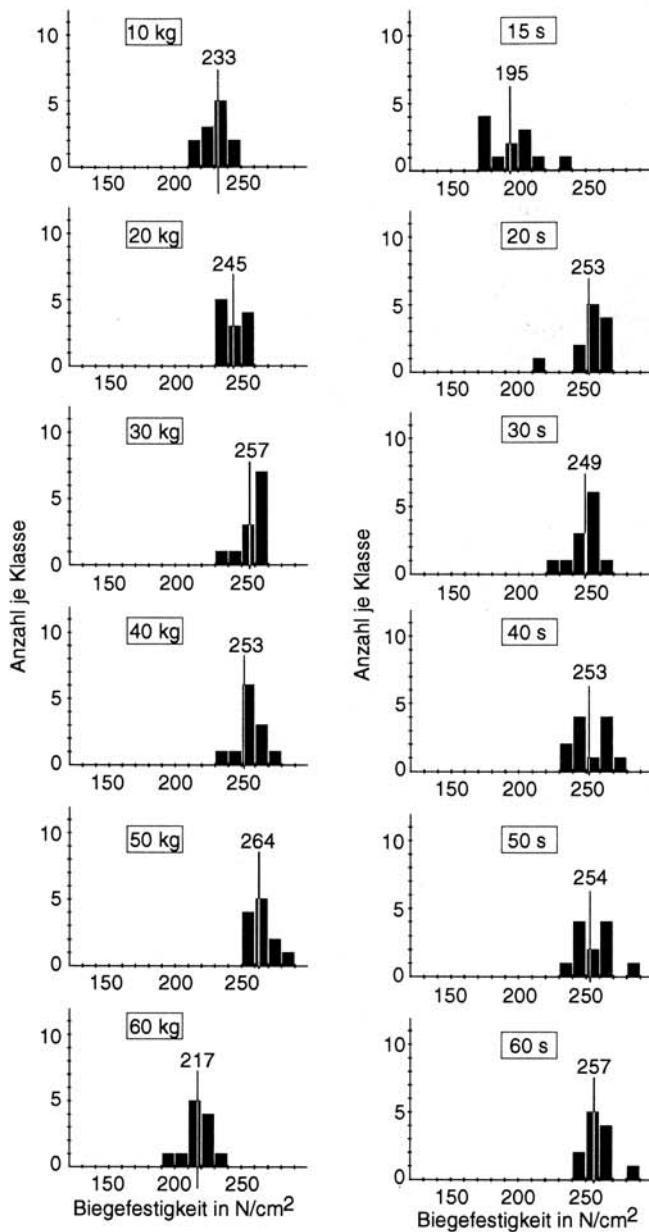


Bild 10

Bild 12

Bild 14

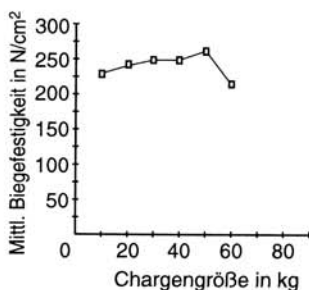


Bild 11

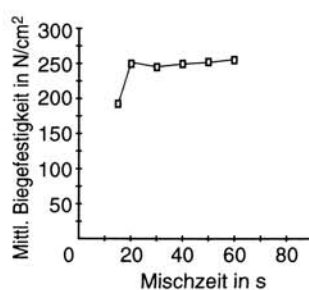


Bild 13

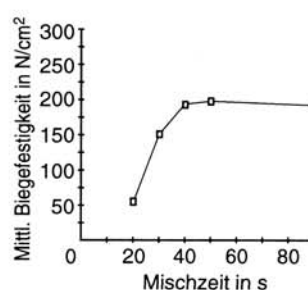


Bild 15

Bild 10. Einfluß der Chargengröße auf die Mischqualität (neuer 50-kg-Mischer, 0,7/0,7% Binder, 30 s Mischzeit)

Bild 11. Mittlere Biegefestigkeit in Abhängigkeit von der Chargengröße (neuer 50-kg-Mischer, Sand F32, 0,7/0,7% Binder, 30 s Mischzeit)

Bild 12. Einfluß der Mischzeit auf die Mischqualität (neuer Mischer, 120 kg Sand F32, 0,7/0,7% Binder)

Bild 13. Mittlere Biegefestigkeit in Abhängigkeit von der Mischzeit (neuer Mischer, 120 kg Sand F32, 0,7/0,7% Binder)

Bild 14. Einfluß der Mischzeit auf die Mischqualität (Schwingmischer, 23 kg Sand F32, 0,7/0,7% Binder)

Bild 15. Mittlere Biegefestigkeit in Abhängigkeit von der Mischzeit (Schwingmischer, 23 kg Sand F32, 0,7/0,7% Binder)

unter 50 kg spricht für das neue Mischprinzip. Es erzeugt die zur Mischung erforderlichen Reib- und Scherkräfte auch bei Teilchargen optimal. Die Chargengröße ist in weitem Bereich wählbar.

Einfluß der Baugröße

Die Mischerleistung muß dem Kernsandbedarf der Kernschießmaschine bzw. Maschinengruppe angepaßt sein. Werden große Kernsandmengen benö-

tigt, müssen große Mischer mit ähnlich kurzen Taktzeiten wie bei kleinen Mixern verfügbar sein.

Als Vergleich zum bisher untersuchten Mischer mit 50 kg Chargengröße wurde ein Mischer mit 120 kg Chargengröße getestet. Aus **Bild 12** geht die Entwicklung der

die Entwicklung der mittleren Biegefestigkeit in Abhängigkeit von der Sandmenge wieder. Für die 60-kg-Charge ist das Mischergebnis deutlich schlechter. Der zur Umwälzung des Sandes erforderliche Freiraum ist im Mischer nicht mehr vorhanden. Der geringe Festigkeitsabfall für Chargen

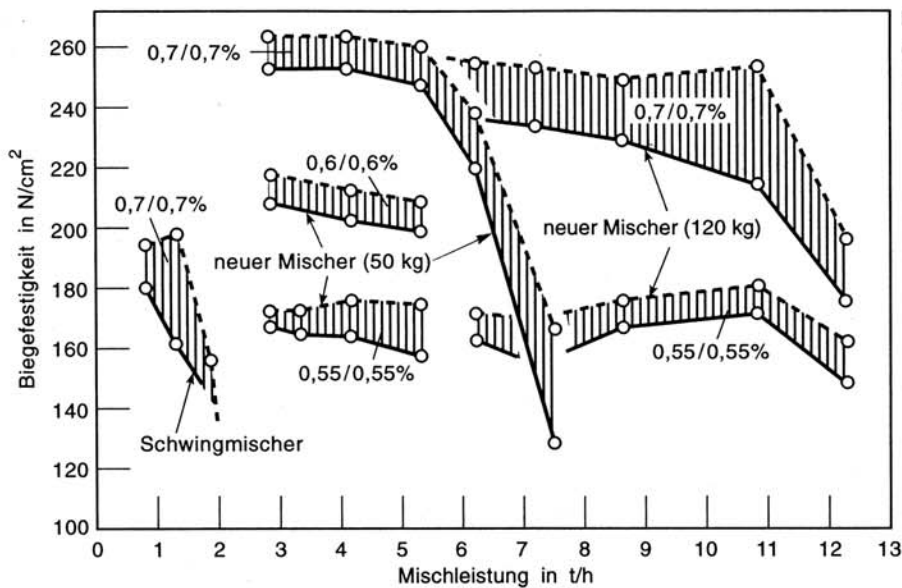


Bild 16. Vergleich des neuen Mixers (ohne Reinigungszyklus) und des Schwingmischers bei verschiedenen Binderanteilen

Mischqualität hervor. **Bild 13** zeigt die mittlere Biegefestigkeit in Abhängigkeit von der Mischzeit bei einer Bindemittelmenge von 0,7/0,7%.

Auch bei dieser Mischergröße fällt auf, wie kurz die notwendige Mischzeit ist. 30 s dürften optimal sein. Das Festigkeitsniveau liegt nur rd. 10 N/cm^2 unter dem des 50-kg-Mischers (vgl. Bild 7). Das neue Mischprinzip eignet sich somit auch für unterschiedliche Baugrößen.

Vergleich mit einem bewährten Mischer

Als Vergleichsmischer wurde ein Schwingmischer gewählt, der sich in einer Vielzahl von Gießereien weltweit unter unterschiedlichen Bedingungen bewährt hat. Deshalb erschien der Schwingmischer als Vergleichsmischer besonders geeignet.

Die **Bilder 14** und **15** zeigen den Einfluß der Mischzeit. Es ist zu sehen, daß sich die Homogenität langsamer entwickelt als im neuen Mischer und die Qualität dieser Mischungen nicht erreicht:

- Bei 20 s Mischzeit lag nur ein Biegestab über einer Biegefestigkeit von 100 N/cm^2 .
- Die Biegefestigkeiten der Probestäbe streuen in mehr Klassen.
- Die mit einem Binderanteil von 0,7/0,7% erreichbare Biegefestigkeit liegt rd. 70 N/cm^2 niedriger.
- Die erforderliche Mischzeit ist länger.

In **Bild 16** sind die wesentlichen Ergebnisse zusammengefaßt. Aus Chargengröße, Mischzeiten und Nebenzeiten ergeben sich Mischleistungen in t/h . Da die Mischqualität von der Mischzeit und damit von der Mischerleistung abhängt, kann ein Diagramm gezeichnet werden, in dem die mittlere und die geringste gemessene Biegefestigkeit über der jeweiligen Mischleistung aufgetragen werden. Verbindet man diese Punkte, so erhält man eine obere Linie der mittleren Biegefestigkeiten und eine untere Linie der geringsten gemessenen Biegefestigkeiten. Das Feld zwischen den beiden Linien ist für den Mischer mit den eingesetzten Bindermengen charakteristisch. Sofern alle Parameter gleich gehalten werden, sind Vergleiche unterschiedlicher Mischer möglich. Bild 16 zeigt deutlich die Vorzüge des neuen Mixers hinsichtlich Mischleistung, Mischqualität und Bindereinsparungen. (G 7126)

Schrifttum

- Hauser, G.; Koch, T.; Sommer, K.: Aufbereitungstechnik 30 (1989) Nr. 6, S. 367.
 Hoffmann, T.; Lücke, R.; Pahl, M. H.: Aufbereitungstechnik 32 (1991) Nr. 11, S. 161.
 Taubmann, H. J.: Giesserei 65 (1978) Nr. 21, S. 579-583.
 Walter, C.; Siefer, W.: Giesserei 81 (1994) Nr. 4, S. 97-101.
 DE-PS 4006 846.