

So früh wie möglich - so schnell wie möglich - so genau wie möglich

Anforderungen an eine Wasserdosierung für die gesamte Altsandaufbereitung

Autor: Dipl.-Ing. Wolfgang Ernst, Braunschweig

Der Ausschluß von Guß bzw. die Vermeidung von Ausschluß und das Vermeiden aufwendiger Putzarbeiten wird dominant geprägt durch die Qualität des Formstoffes, was sich in der Gleichmäßigkeit der Zusammensetzung des Sandhaushaltes und der physikalischen Festigkeitswerte niederschlägt (Verdichtbarkeit, Naßzugfestigkeit, Scherfestigkeit etc.)

Eine besondere Rolle spielt der Wassergehalt, wobei die Untersuchungen von Levelink immer noch ihre Gültigkeit haben. Wasser, Bentonit und Schlammstoff sind die markanten qualitätsbeeinflussenden Anteile im Sand, wobei der Wassergehalt während eines Umlaufes den größten Schwankungen unterliegt. [1] [2] Lag das Augenmerk einer Feuchtemeß- und Regelanlage bis vor einiger Zeit auf dem Mischer, um einen gleichmäßig feuchten Sand für die Formanlage zu erzielen, hat sich die Aufmerksamkeit deutlich verschoben. Bedingt durch die Ausweitung der Wochenarbeitszeit (Mehrschichtbetrieb) und dem höheren Ausstoß vergossener Eisenmenge ist die thermische Belastung über die Jahre angewachsen. Der Einsatz von Altsand-Kühlern wurde nicht nur zur Absenkung der Altsandtemperatur erforderlich, sondern im besonderen Maße zur gesteigerten Vorbefeuchtung des Altsandes zwecks frühzeitiger Einleitung des Maukprozesses. Mit

den beiden Wasserdosiersystemen **akwa_mix** und **akwa_cool** hat die **datec GmbH** aus Braunschweig zwei Anlagentypen in Gießereien im Einsatz, die beide mit dem gleichen Feuchtemeßverfahren arbeiten. Die folgenden Ausführungen erläutern das Prinzip der Feuchtemeßtechnik, den Einsatz in Mixchern sowie die beiden Kühlverfahren in Durchlaufkühlern und Chargenkühler.

Die Feuchtemessung als der Kern für eine genaue Automation

Für die Feuchtemessung mineralischer Schüttgüter haben sich aktuell elektrische Verfahren wie die konduktive oder kapazitive Messung durchgesetzt. Die für mineralische Schüttgüter häufig anzufindende Mikrowellenmessung hat speziell bei Gießerei-Altsanden wegen ihrer Fehler, vermutlich durch die CO₂-Anteile hervorgerufen, keinen Einsatz gefunden. Je nach Material und Feuchtebereich werden von der **datec GmbH** beide Verfahren eingesetzt. Für Gießerei Altsand hat sich die Leitfähigkeitsmessung (konduktive Messung) gut bewährt, da auch nasse Partien sicher gemessen werden können.

In allen Verfahren gibt es keinen linearen Zusammenhang zwischen dem Meßsignal und der tatsächlichen Feuchte. Vielmehr ist die Übertragungsfunktion eine Art Hyperbel, die es gilt durch Abgleich zu kompensieren. Die Form der Hyperbel ist abhängig von der Materialbeschaffenheit und letztendlich auch von der Geometrie der Meßstelle. Speziell Dichteschwankungen im Material verursachen beträchtliche Abweichungen in der Anzeige. Das erklärt im übrigen auch die Schwierigkeit, feuchten Formsand zu messen. Ab einem bestimmten

Feuchtegrad wird die Dichte durch Knollen- und Schollenbildung inhomogen, sodaß zwischen den Elektroden weniger Material vorhanden ist und die Anzeige sogar sinken kann.

Einen besonderen Einfluß hat die Temperatur, weil mit steigenden Werten gleichfalls scheinbar die Feuchteanzeige ansteigt. Mit Hilfe einer parallelen Temperaturmessung läßt sich dieser Einfluß kompensieren. Ein weiterer dominanter Einflußfaktor

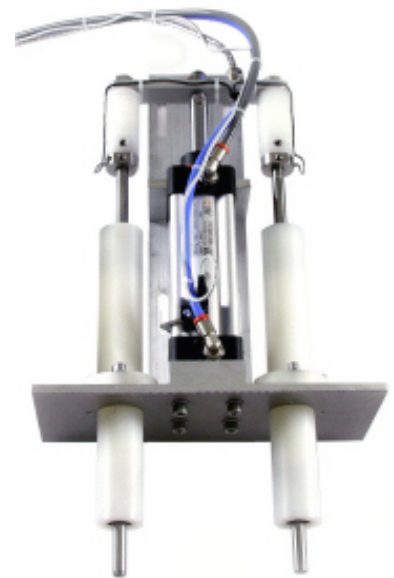


Bild 1: selbstreinigende Feuchte-Elektrode

ist die Verschmutzung der Elektrode. Mit der Feuchte-Elektrode FS 991 wurde eine Selbstreinigung aufgebaut, indem durch einen pneumatischen Zylinder eine Hubbewegung der beiden Meßelektroden ausgeführt wird, sodaß durch die Abstreiferringe alle anhaftenden Altsandpartikel abgestreift werden. (**Bild 1**). Diese Selbstreinigung wird zu jedem Chargenende ausgeführt.

Eine weitere besondere Maßnahme ist die richtige Wahl der Meßstelle, um

negative Einflüsse auf die Meßgenauigkeit abzufangen. Mit der Installation der Meßeinheit für Feuchte und Temperatur auf dem Abzugsband der Altsandbunker wird für die Messung eine gleichmäßige Dichte gewährleistet.

Temperaturkompensation, Selbstreinigung der Elektrode sowie richtige Wahl der Meßstelle auf dem Abzugsband sind die Eckpunkte für die genaue Messung, um eine sichere Wasserdosierung für den Mischer als auch für den Kühler zu gewährleisten.

Die Wasserdosierung für den Mischer

Die Anforderungen an eine Wasserdosierung haben sich in den letzten Jahren nicht wesentlich geändert. Sie soll die im Altsand vorhandenen Feuchteschwankungen ausgleichen, um den Formsand gemäß Rezeptvorgabe auf einen Sollwert aufzusetzen. Diese Rezeptvorgabe soll einfach an die Bedürfnisse an der Formanlage anpassbar sein. Eventuelle Verdunstungen durch Temperatureinflüsse sollen angepasst kompensiert werden. Die Wasserzugabe soll so schnell wie möglich erfolgen, um keine unnötigen Zykluszeitverlängerungen hervorzurufen. [3]

In der Welt der Wasserdosierungen sind zwei grundsätzliche Verfahren bekannt:

- die Messung vor dem Mischer während der Dosierung

- die Messung im Mischer

Das Wasserdosiersystem akwa_mix misst die Altsandfeuchte vor dem Mischer auf den Abzugsbändern. Durch Mittelwertbildung aller im 100ms-Takt aufgenommenen Werte werden die Schwankungen exakt erfaßt und berücksichtigt. Die Feuchtemeßwerte werden mit dem Feuchte-sollwert verrechnet, und die Temperaturwerte werden für die auftretende Verdunstungsbestimmung verwendet. Unmittelbar zum Dosierende wird der endgültige Wasserzugabewert berechnet, sodaß zu jedem gewünschten Zeitpunkt die gesamte endgültige Wassermenge in den Mischer gelangen kann. Damit können gleich mehrere besondere Vorteile genutzt werden. Die Hauptaufgabe im Mischer ist das Aufbereiten, indem das Wasser in den Bentonit eingebracht wird (dispergieren). Dabei gilt es, das Wasser so früh wie möglich komplett einzubringen. Sehr spät zudosiertes Wasser befände sich ungebunden an der Oberfläche und kann für typische Gußfehler sorgen. (Bild 2)

Durch den Aufbau außerhalb des Mixers ergeben sich geringe Verschleißeffekte der Meßfühler sowie eine Unabhängigkeit vom Mischertyp. Inspektionen sind einfach während der Produktion zu handhaben, und die anfallenden Wartungen erfordern nur geringe Aufwendungen. Die Integration in die vorhandene Mischersteuerung ist unproblematisch. Der eingesetzte Dosierrechner ist sogar ausbaufähig für Waagdosierungen,

sodaß eine kompakte Meß- und Dosiereinheit für den Mischbetrieb realisiert werden kann. Zusätzlich verfügt das System über ein effektive BDE (Betriebsdatenerfassung), um jede Charge mit seinen relevanten Meßwerten für die Qualitätsaufzeichnung (ISO 9000) zu dokumentieren.

Der Kühler als besondere Herausforderung

Der Ausstoß an vergossenem Eisen hat sich in den letzten Jahren beträchtlich erhöht, wobei die verarbeitete Sandmenge nicht im entsprechenden Umfang gewachsen ist. Das durchschnittliche Eisen : Sand - Verhältnis hat sich vergrößert. Durch die gewachsene thermische Belastung waren die Bemühungen dahingehend ausgerichtet, durch den Einsatz von Kühlern die hohen Belastungen durch eine gezieltere Aufbereitung abzufangen. Zwei Ziele hatten dabei Priorität: Abkühlen des Altsandes auf ca. 40°C und Aufnetzen auf eine gleichmäßige Feuchtigkeit von ca. 2,2% und mehr. Gerade letzteres wurde immer bedeutender, um die Verweilzeit in den Altsandbunkern für ein frühzeitiges Mauken zu nutzen. Jüngere Erkenntnisse (..) haben nachgewiesen, daß die Diffusionsgeschwindigkeit des Wassers im Bentonit feuchteabhängig ist. Ein Altsand mit 0,8% Feuchte nimmt zwanzigmal langsamer als ein Altsand mit 1,5% das angebotene Wasser im Mischer auf. [4], [5], [6]

Gleich welcher Bauart -Mischkühler oder Fließbettkühler-, alle Altsandkühler (selbst die Vakuumkühler) arbeiten nach dem Prinzip der Verdunstungskühlung. Die im Altsand vorhandene Wärmeenergie wird durch den energieintensiven Prozess der Phasenwandlung des Wassers vom flüssigen in den gasförmigen Zustand verbraucht. [7], [8] Eine besondere Rolle spielt dabei die Luft, deren Wasseraufnahmevermögen nicht linear zur Temperatur ist. Mit steigender Temperatur kann sie mehr Wasser aufnehmen. Die Temperaturentwicklung der Abluft ist im wesentlichen von der Konstruktion des Kühlers abhängig, wobei durch ein großes Kühlervolumen und eine lange Verweilzeit ein guter Kühleffekt erreicht wird. Dabei

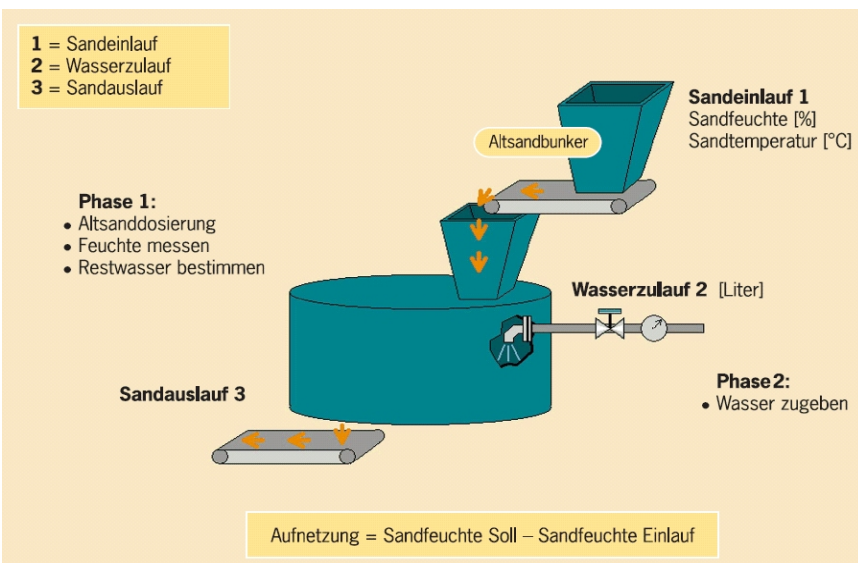


Bild 2: Schema einer Wasserdosierung für einen Mischer .

spielt die richtige Dimensionierung der Luft- und Wassermenge eine bedeutende Rolle. Als Faustformel kann angesetzt werden: zur Abkühlung um 27 K ist 1% Wasser nötig und mit 1 m³ Luft können ca. 3-4 kg Altsand gekühlt werden.

Die Kühlung wird im übrigen nicht nur durch die Verdunstung bewirkt, sondern auch durch den Effekt der Wärmeabstrahlung wie bei einem Heizkörper an eine kältere Umgebung.[9] Darüber lassen sich einige Grad Abkühlung erzielen. Besonders geeignet sind Standorte im Erdgeschoß, an denen ein deutlicher Luftaustausch mit der Umgebung stattfindet. Ungeeignet sind Kellerräume, in denen die Luft steht oder bei Turmanlagen die oberen Geschosse, in denen sich die warme Luft staut.

Die Wasserbilanz für die Kühlerwasserdosierung

Durch die Erfassung der zu- und abführenden Wasserströme läßt sich der tatsächliche Wasserbedarf zu jedem Zeitpunkt erfassen. In den Kühler gelangt Wasser durch die vorhandene Feuchte im Altsandstrom sowie durch die Luftfeuchte in der Zuluft, die per Gebläse durch den Kühler gedrückt wird. Nicht zu vergessen ist die Wasserleitung selbst, über die gesteuert die Bedarfswassermenge zudosiert wird. Aus dem Kühler heraus wird Wasser über die Luftfeuchte der Abluft geführt sowie im gekühlten und befeuchteten Sand. Über einen entsprechenden Meßaufbau lassen sich die fünf Wasserströme erfassen, wobei dominant die Feuchte-Schwankungen

- im zugeführten Altsand und
- in der abgeführten Abluft wirken. Im **Bild 3** sind die Meßpunkte und ihre Verwertung in einer Bestimmungsgleichung aufgezeigt. Dabei befinden sich alle Meßpunkte außerhalb des Kühlers, sodaß die Wasserdosierung für jeden Kühler typ einsetzbar ist. Das vorgestellte Verfahren kann gleichermaßen für Mischkühler als auch für Fließbettkühler eingesetzt werden, wobei Nachrüstungen ohne großen Aufwand jederzeit möglich sind.

Die Messung erfolgt kontinuierlich, sodaß fortlaufend die Wassermenge

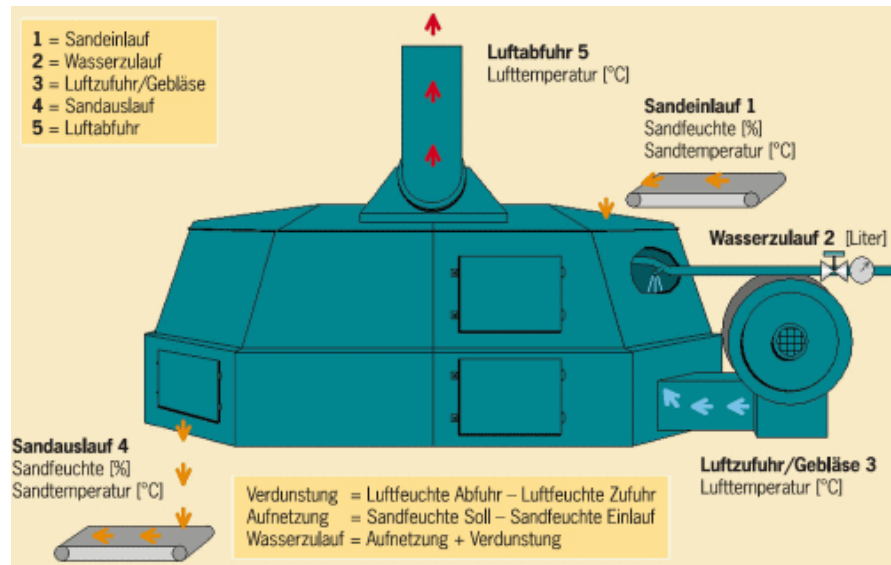


Bild 3: Schema einer Wasserdosierung eines Mischkühlers

über ein Proportionalventil nachgeführt wird. Dabei hat sich gezeigt, daß die sich einstellende Temperatur im Altsand nur über die verdunstete Wassermenge beeinflusst wird. Das Wasseraufnahmevermögen der Luft bestimmt die Endtemperatur. Eine höhere Wasserzugabe erhöht nicht die Verdunstung, sondern führt nur zur Übermässung des Altsandes. Die Luft nimmt sich das Wasser, das sie maximal aufnehmen kann, sodaß bei zu geringer Wasserzugabe der Altsand ausgetrocknet aus dem Kühler kommt.

Der Chargenkühler als Weiterentwicklung des Durchlaufkühlers und der Sandaufbereitung

Speziell die Entwicklungen im Gußprogramm bei Kundengießereien haben die Belastungen im Formstoff deutlich anwachsen lassen. Gerade die markanten kurzen Wechsel zwischen den Belastungsstufen im Eisen: Sand-Verhältnis sowie im Kernsandzulauf haben die Aufbereitungsmöglichkeiten einer klassischen Sandaufbereitung an ihre Grenzen geführt. Bereits 1996 wurde in der deutschen Gießerei Harzguss in Sorge hinter dem Fließbettkühler ein Mischer aufgebaut, in dem die Bindemittel in Abhängigkeit der ausgepackten Modelle zudosiert wurde. Durch eine enge Kopplung zwischen dem Kastenverfolgungsprogramm der Formanlage und dem Dosierrechner für die Waagen wird

nach dem Prinzip der Formstoffbilanzierung der Bindemittelbedarf bestimmt und der Sandhaushalt gleichmäßig gehalten. [10] Ein relativ hoher apparativer Aufwand sorgt für eine deutliche Verbesserung der Sandverhältnisse. Weitergehende Überlegung für eine Verkleinerung des Maschinenaufwandes erbrachten die Idee des Chargenkühlers. Der entscheidende Nachteil, wenn man die Bindemittel bereits in einen Durchlaufkühler einbringt, ist die sofortige Absaugung dieser Feinanteile durch die Abluft. Sie gelangen in die Filteranlage und nicht in den Altsand. Daher arbeitet der Chargenkühler sequentiell in mehreren Schritten. Nach dem Befüllen des Kühlers mit dem zu kühlenden Altsand und der Gesamtwassermenge wird die Luft eingeschaltet und der Sand gekühlt. Dann wird die Luftzufuhr abgeschaltet. In einer beruhigten Atmosphäre werden die Bindemittel und ausgefilterten Staubanteile in den Kühler zudosiert und untergemischt.

Neben diesen besonderen Prozessvorteilen der intelligenten Sandaufbereitung ist die Chargenkühlung weiterhin ein effektives Kühlverfahren, weil der Wirkungsgrad deutlich höher ist. In der dänischen Gießerei V. Bim wurden zwei Chargenkühler mit einer Gesamtdurchsatzkapazität von 400 to/h installiert, die ca. 7 to Chargengewicht von 120°C auf 40°C in 120 sec herunterkühlen. [11], [12] Auch hier spielt die Wasserdosierung von der datec GmbH

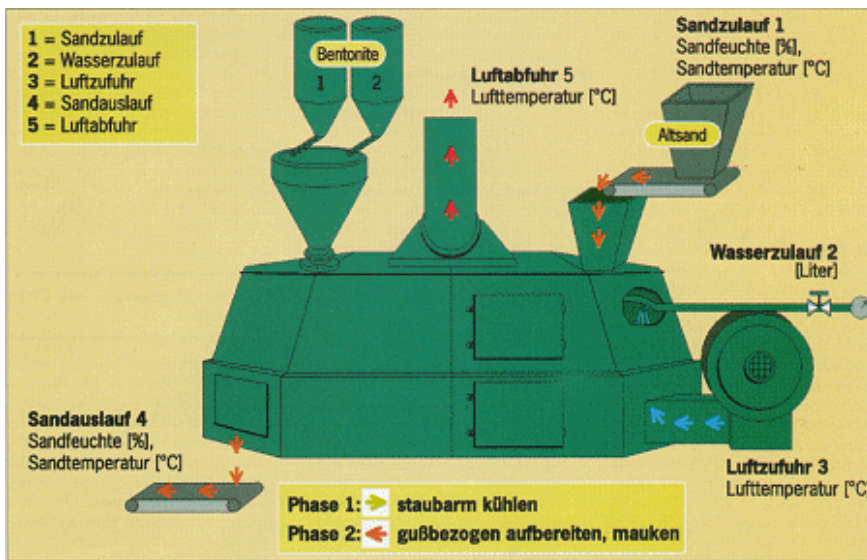


Bild 4: Schema einer Wasserdosierung eines Chargenkühlers

eine zentrale Rolle. Die Wasserbedarfsermittlung läuft zweistufig: Durch die Temperaturmessung des in die Waage einlaufenden Sandes läßt sich die zu verdunstende Wassermenge genau berechnen. Die Feuchtemessung zeigt auf, wieviel Wasser bis zur Sollfeuchte laut Rezept noch erforderlich ist. Das **Bild 4** visualisiert nochmal Kühleraufbau und notwendige Meßtechnik um den Chargenkühler herum.

Zusammenfassung

An Hand von Einsatzbeispielen für Mischer und Kühler wurde aufgezeigt, daß gerade bei der Wasserzugabe die Maxime gilt: So früh wie möglich - so schnell wie möglich - so genau wie möglich. Eine Feuchtemeß- und Regelanlage muß mit einer intelligenten Feuchtemeßtechnik ausgestattet sein, um für die Zustände im Altsand immer korrekte Feuchtwerte auszugeben.

Gerade die gewachsenen Anforderungen durch höhere thermische Belastung und größeren Kernsandmengenlauf verlangen bessere Aufbereitungen. Die Tendenz, den

Formstoff immer trockener zu fahren erschwert die Aufbereitung. [13] Ein besonderer Focus richtet sich aktuell auf die wieder gestellte Frage, wo befindet sich das Wasser tatsächlich im Bentonit und bewirkt dann welchen Effekt. Ton bzw. Bentonit gehört zu den Mineralien mit den komplexesten Wirkungerscheinungen, die bei getroffenen Behandlungsmaßnahmen gleichzeitig mehrere Effekte auslösen. Gerade für die Sandaufbereitung in der Gießerei gilt es zu klären, wie das langsame Mauken (mehrere Stunden [15]) beschleunigt werden kann. Das Austrocknen durch Verdunsten ist ein schneller Vorgang. Könnte da nicht auch umgekehrt das Befeuchten so erfolgen, dass eben das Mauken beschleunigt abläuft. Das Verhalten im Vakuum läßt erahnen, daß neue Behandlungsmethoden in der Aufbereitung neue Effekte erzielen. [16] Auch der Chargenkühler kann mit einer längeren Naßzeit vor dem Verdunsten eine Maukbeschleunigung evt. bewirken. [12] Nach dem Prinzip „Altsand in die Sauna“ ließen sich effektivere Aufbereitungsverhalten erzielen. In allen Fällen spielt die Wasserdosierung eine zentrale Rolle - erst ihre Fähigkeiten erlauben ein intelligentes Aufbereitungsmanagement.

Literatur:

1. Gerald Levelink, H. van den Berg E. Frank, Apeldoorn, Steuerung der Sandqualität bei modernen Formanlagen" Giesserei 62 (1975) Nr. 5 S. 93-99
2. Eike Brummer, München; Tongebundener Formsand als Werkstoff, Giesserei 79 (1989) Nr. 23 S. 822 - 825
3. W. Ernst, Braunschweig; „Feuchteabhängige Wasserdosierung mit modularen Ausbaumöglichkeiten für Automation der Formsandaufbereitung, Gießerei-Erfahrungsaustausch 9/1993
4. Walter Kleimann, Marl; Einsatz von Bentoniten und C-Trägern in moderneren Formsanden" Gießerei-Erfahrungsaustausch 7/97 S. 315 - 320
5. W. Tilch, C.Grefhorst, W. Kleimann; Bentonite als Formstoffbinder - eine praxisnahe Bewertung der Eigenschaften, Gießerei-Praxis 2/2002 S. 53 - 62
6. A. Steinforth, F. Höhn, G. Wolf, Untersuchungen zum Einfluß der Formstofftemperaturen auf die Gebrauchseigenschaften von Naßgußsanden Giesserei 84 (1997) Nr. 21 S. 23 - 29
7. Jürgen Blatz, Mosbach; Formsandkühlung unter Vakuum, Giesserei 79 (1992) Nr. 15S.628-635
8. Benno Drews, Hardheim; Gleichzeitiges Mischen und Kühlen von Formsand unter Vakuum Gieserei 86 (1999) Nr. 6 S. 138 - 142
9. Jozef Danko, Franciszek Sztefko; Factors in the intensification of recovered Sandmix cooling, Metalurgia i odlewnictwo, torr>4 1978 S. 124- 133
10. H. Ohlmes, W. Ernst, W. Schmidt, KK.; Die kastenbezogene Rücklaufsandsteuerung bei der Firma Harzer Graugußwerke GmbH in Zorge, Giesserei 85 (1998), Nr. 6 S. 47-53
11. W. Ernst, L. Biehl, J. Rixen; Chargenkühlung - ein optimiertes Kühlverfahren für Altsand, Giesserei 88 (2001) Nr. 8 S. 49- 54
12. W. Ernst, Braunschweig; Chargenkühlung - ein Schritt zur optimalen Sandaufbereitung, Gießerei-Erfahrungsaustausch 6/2002
13. D. Boenisch, Aachen; Bentonit und Formsandaufbereitung - ihr Beitrag zur Zukunftssicherung der Formherstellung mit bentonitgebundenen Formstoffen, Gieserei 80 (1993) Nr. 24 S. 817-826
14. K Pickrell, Ohio; Promote homogeneity for optimal green sand conditioning, modern casting 2/2000 S. 37 - 39
15. Eike Brummer, München; Aufbereitung tongebundener Formstoffe, Giesserei 80 (1993) Nr. 22 S. 782-783
16. M.B. Krysiak, Michigan; Nwe conditioning practice improves sand Performance, modern casting 2/2000 S. 40-42