



GIESSEREI

Die Zeitschrift für Technik, Innovation und Management

100
JAHRE GIESSEREI

1914–2014
Jubiläumsausgabe



Sonderdruck für
datec GmbH





FOTO: BDG/SOSCHINSKI

Nassgießen bei Ohm & Häner in Drolshagen-Buchholz.

Der Weg zum selbstverdichtenden Formstoff

In der Beton verarbeitenden Industrie wird z. B. beim Brückenbau selbstverdichtender Beton eingesetzt, der durch Mehlkorn die erforderlichen Fließeigenschaften erhält. Knackpunkt für einen für das Nassgießen geeigneten selbstverdichtenden Formstoff ist die optimale Sieblinie für eine hohe Fließfähigkeit. Ein Essay über den Stand der Technik.

VON WOLFGANG ERNST,
BRAUNSCHWEIG

Nassgießen 2020 – eine Frage wird zur Zielvorgabe

„Werden wir in zehn Jahren für das Nassgießen immer noch Quarzsand und Bentonit in ausreichender Menge und gleichbleibender Qualität ohne Einschränkung zur Verfügung haben?“ Diese Frage beschäftigte uns Anfang 2010 im Arbeitskreis „Bentonitgebundene Formstoffe“ des Bundesverbandes der Deutschen Gießerei-Industrie (BDG). Sie konnte schnell von

den namhaften Zulieferern positiv beantwortet werden. „Auch über das Jahr 2020 hinaus stehen Vorkommen in ausreichender Menge und Qualität zur Verfügung“, war unisono zu hören. Mit dieser beruhigenden Auskunft begann die Diskussion aber erst, denn die grundsätzliche und übergreifende Frage kam auf, wie das Nassgießen das wirtschaftlichste Gießverfahren bleiben kann, das auch die wachsenden Anforderungen an besonders komplexe Gussstücke erfüllt und nicht durch andere Verfahren oder Materialien (Kunststoffe) substituiert wird.

Sehr schnell erkannte der Arbeitskreis

die Komplexität dieser Fragestellung und begann im Herbst 2010 mit Hilfe der Mind-mapping-Methode, sämtliche Aspekte aufzulisten, die diese große Thematik berühren. Dabei beschränkte sich der Arbeitskreis nicht nur auf rein technologische Fragen, sondern berücksichtigte auch die Entwicklung auf dem Arbeitsmarkt (wird es genügend qualifiziertes Personal geben?), der Gesetzgebung sowie anderer Auflagen (können wir noch wirtschaftlich produzieren?).

Die Notwendigkeit dieser Reflexion sahen wir im fast eingetretenen Innovationsstillstand der Technologien für Sand-

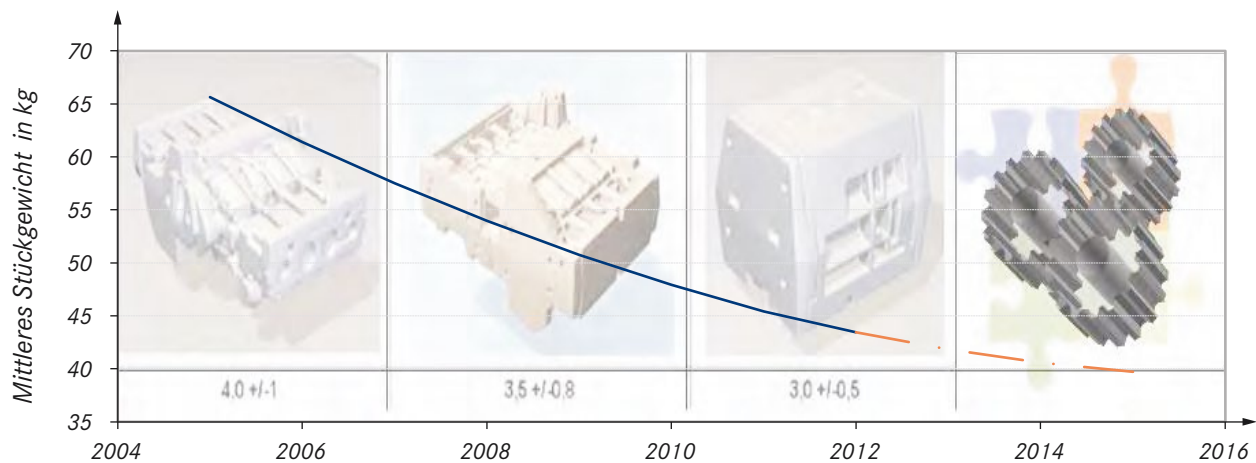


Bild 1: Mittleres Stückgewicht eines Zylinderkurbelgehäuses [1].

aufbereitungen. Der letzte große Innovationsschub war die Ablösung des Rüttelpressverfahrens in der Formtechnik durch das Luftimpulsverfahren. Die meisten Mischer sehen heute noch genauso aus wie vor vielen Jahren, als sie das erste Mal in einer Sandaufbereitung verbaut wurden. Auch die Entwicklung der Altsandkühler ist stehengeblieben, obwohl ein hohes Optimierungspotenzial dahintersteckt. Ausgenommen von dieser Beurteilung ist der Mischkühler, der den Unterdruck zur gezielten Kühlung nutzt.

Aus einer anfänglichen Frage wurde eine Zielvorgabe: Welche technologischen Schritte sind für die Weiterentwicklung der Formeigenschaften notwendig? Damit wollte der Arbeitskreis drei Gruppen aus der Gießerei einbinden. Die Zulieferindustrie sollte Vorgaben erhalten, in welche Richtung sich das Nassgießen entwickeln wird und welche Produkte und Verfahrenstechniken benötigt werden. Der Gießer sollte eine zukunftssichere Orientierung für seine Investitionsplanungen beim Nassgießen erhalten. Darüber hinaus sollte es eine Abstimmung mit der Wissenschaft zu offenen Fragen über Wissenslücken geben, um die Forschungen darauf auszurichten.

Wie kommt man zu einer Prognose über die Entwicklung der nächsten zehn Jahre?

Der Arbeitskreis hatte keine Glaskugel für den Blick in die Zukunft und tat sich lange schwer, eine belastbare Vorhersage für das Jahr 2020 zu machen. Ausgangspunkt waren für uns folgende Fragen:

- > Welche Genauigkeitsanforderungen muss ein Gussstück 2020 erfüllen?
- > Welche Eigenschaften mit welchen Toleranzen muss der Formsand haben?
- > Welche Formeigenschaften müssen

verbessert werden und durch welche Kennwerte lassen sie sich beziffern?

Das Kernpaketverfahren als Benchmarking für das Nassgießen

Das Kernpaketverfahren wird bereits seit einigen Jahren im großen Stil beim Automobilgießen verwendet. Dieser Wechsel weg vom Nassgießen wurde forciert durch die Vorgabe an die Automobilindustrie, den CO₂-Ausstoß durch geringeren Treibstoffverbrauch zu reduzieren. Ein Schritt dahin war die beständige Gewichtsreduktion mit Hilfe dünnwandiger Gussteile bei gleichzeitiger Leistungssteigerung der Motoren. Die Eisenwerke Brühl haben sich seit 2005 mit viel Aufwand diesem Verfahren gewidmet. 2009 wurde sogar eine komplette neue Fertigungslinie aufgebaut. Die erreichte Gewichtsreduktion ist imposant. Werden Zylinderkurbelgehäuse (ZKG) aus dem Jahr 2004 und dem Jahr 2012 für einen PKW verglichen, so ist das neuere ZKG im Mittel um ein Drittel leichter – das Gewicht sank von 65 auf ca. 44 kg (Bild 1).

Diese Gewichtsreduktion war durch Verringerung der Wanddicke möglich. Die Entwicklung dahin wird exemplarisch im Bild 2 durch die Darstellung der charakteristischen Werte über drei Generationen ersichtlich. Für das konventionelle Bauteil wurden Wanddicken von 4-5 mm ausgewiesen, die eine Toleranz von 1 mm haben durften. Für den dünnwandigen Guss hat sich die Wanddicke um ein Drittel auf 3 mm reduziert und die Toleranz ging sogar auf die Hälfte runter, nämlich auf 0,5 mm.

Der Preis und der Aufwand für diesen qualitativen Sprung sind hoch. Bild 3 zeigt die signifikanten Unterschiede für vier Motorblöcke, die in einem Formkasten abgegossen werden. Beim Nassgießen wird die

Modellkontur durch den Formsand gebildet und die Kerne werden ganz traditionell für die Innenkontur genutzt. Beim Kernpaketverfahren wird die gesamte Modellkontur über Kerne gebildet. Der Formsand ist Träger für die Kerne – das flüssige Metall kommt so gut wie gar nicht an den Modellsand und seine Belastung ist gering. Der Unterschied zeigt sich bei der benötigten Kernsandmenge: Beim Nassgießen wird nur etwa 173,6 kg verbraucht, während mit 333,4 kg annähernd doppelt so viel für die Kernpakete benötigt wird.

Damit wird der hohe Aufwand für dieses Verfahren offensichtlich, weil sowohl die Deponiekosten als auch die Regenierkosten nicht mehr zu vernachlässigen sind. Unverkennbar ist ein weiterer Vorteil: die geometrische Komplexität für die Konturen konnte gesteigert werden. Außerdem wurde es möglich, die neue Motorgeneration stehend zu gießen.

Mit dieser unvollständigen Auflistung der erreichten Qualitätsmerkmale ist die Zielgröße für das Nassgießen klar umrissen: Bis 2020 soll das Nassgießen die gleichen Qualitätskriterien erfüllen wie das Kernpaketverfahren – unter Erfüllung der umweltpolitischen Auflagen und bei Wahrung der wirtschaftlichen Vorteile!

Warum erreicht das Nassgießen nicht das gleiche Qualitätsniveau wie das Kernpaketverfahren?

Der wesentliche Träger für beide Sande ist identisch – es ist der Quarzsand, nur der Binder unterscheidet sich. Bei dem einen ist es der Bentonit, evtl. noch mit Glanzkohle versetzt, und beim anderen sind es Harze, die die Verklebung der Sandkörner bewirken. Die wesentliche Ursache für den Qualitätsunterschied ist der wirtschaftliche Vorteil des Kernpaketverfahrens.

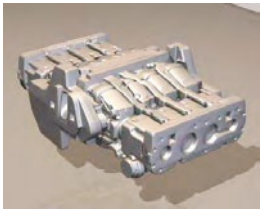
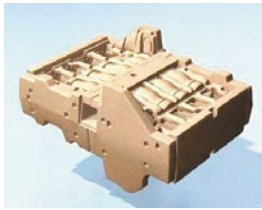
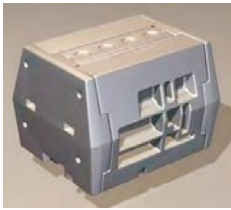
	<i>Konventionell</i>	<i>Leichtbau</i>	<i>Dünnwand</i>
			
Wandstärke	4.0–5.0 +/-1	3.5 +/-0,8	3.0 +/-0,5
Profiltoleranz	2,4	2	1,6
Gewicht	100 %	85 %	78 %
Werkstoff	GJL250 / GJL270+	GJL250 / GJL270+	GJL250 / GJL270+ / GJV450
Gießlage	horizontal	horizontal	vertikal
Kernmontage	manuell	manuell	Kernpaket
Formbelegung	4 fach	4 fach	4 fach

Bild 2: Veränderungen der Anforderungen an die Wanddicke [1]

EA888 EVO2



- 40 Kerne / Formkasten für 4 Motorblöcke
- 173,6 kg Kernsand / Formkasten für 4 Motorblöcke

EA888 Gen. 3



- 56 Kerne / Formkasten für 4 Motorblöcke
- 333,4 kg Kernsand / Formkasten für 4 Motorblöcke

Bild 3: Vergleich von Kernen und ihrem Sandbedarf beim Nassgießen und Kernpaketeverfahren [1].

fahrens, der angesichts des hohen Wiederverwendungsbedarfs des Altsandes und der hohen Staubbelastung paradox ist. So, wie für die Kernpakete Einsatzstoffe im definierten Zustand verwendet werden, muss auch der Altsand in einen Zustand versetzt werden, der keine überraschenden Ausreißer durch nicht erfassbare Störungen produziert.

Die Sieblinie – ein alter Hut? Oder was haben Beachvolleyball und das Nassgießen gemein?

Anfang 2012 erzählte mir Dr. Christian Barrmeyer von der Schlingmeier Quarzsand GmbH in Königslutter bei Braun-

schweig auf einem niedersächsischen Sprechabend von einem Auftrag, den sie von der Nationalmannschaft der Beachvolleyballer zur Trainingsvorbereitung für die Olympischen Spiele in London erhalten hatte. Jeder, der einmal am Strand auf trockenem Sand gelaufen ist, hat die unangenehme Erfahrung gemacht, dass es sehr anstrengend wird, wenn man mit jedem Schritt tief eintaucht. Es ist kräftezehrend, bei jedem Schritt den eingetauchten Fuß wieder rauszuziehen.

Für einen Beachvolleyballer gilt genau das Gleiche; er möchte möglichst wenig eintauchen, um impulsiv nach oben springen zu können. Daher wurde für die Trainingsvorbereitung ein Sand bestellt, der gerade das Eintauchen begünstigen soll-

te, um die Beinmuskulatur gezielt zu trainieren.

Erst kurz vor Beginn der Spiele in London wurde der Sand gewechselt, und erhielt die identische Sieblinie wie bei den Wettkämpfen in London verwendet wurde. Dieser Sand verhinderte das tiefe Eintauchen. Geändert wurde der Körnungsaufbau – der Sand mit dem deutlichem Eintauchverhalten war ein Einkornsand mit vielen leeren Zwickeln zwischen den Körnern. Die Körnungszusammensetzung wurde ergänzt mit kleineren Körnern, die sich in die Hohlräume setzen konnten. Übrigens der Deutsche Volleyball-Verband hat einen eigenen Materialprüfungsausschuss, der sehr dezidiert Vorgaben über den zu verwendenden Sand macht [2].

Damit wurde die Packungsdichte erhöht – analog hierzu erhöht sich beim Formsand die Druckfestigkeit maßgeblich.

Selbstverdichtender Formsand verbessert Formergebnis

In der Betonindustrie wird seit einigen Jahren ein selbstverdichtender Beton für Großbauten verwendet, der ein optimales Fließverhalten aufweist. Speziell auf Großbaustellen wie z. B. beim Brückenbau werden die Brückenteile vor Ort hergestellt. In die großen Verschalungen wird der fertige Beton geschüttet, wobei die besondere Aufmerksamkeit dem Vermeiden von Lufteinschlüssen gilt. Dafür werden besondere Rüttler verwendet. Der selbstverdichtende Beton unterstützt durch sein Fließverhalten diese optimale Verdichtung. Sie wird durch eine definierte Leimmenge und durch den Aufbau der Körnung erreicht, insbesondere durch die Verwendung einer angepassten Menge von Mehlkorn, was beim Nassgießen annähernd dem Feinkorn entspricht. Natürlich sind diese Schüttgüter nur bedingt vergleichbar, weil schon die Wassermengen im Beton im Vergleich zum Formsand deutlich größer sind. Trotzdem lassen sich Aspekte für das Nassgießen übertragen.

Als ich das erste Mal davon gelesen habe [3], schoss mir gleich die Frage durch den Kopf, wie dieses Befüllverhalten auf das Formen komplexer Geometrien übertragen werden könnte. Wie müsste die Sieblinie für einen selbstverdichtenden Formsand aussehen? Wie definiert sich dann Fließverhalten?

Erdbeben und Nassgießen – Getriebe des Teufels

Auf der Suche nach weiteren Erklärungen zum Zusammenhang der optimalen Sieblinie für das Verdichtungsverhalten in einer Form stieß ich auf ein Arbeitsgebiet, das eigentlich nicht viel mit der Gießereitechnik zu tun hat. Bei der Untersuchung von Erdbeben, die durch Verschiebung tektonischer Platten entstehen, wurde auch beobachtet, dass nicht jede Verschiebung zu einem Erdbeben führt. Ein Erklärungsansatz ist die Vorstellung, dass sich zwischen diesen Platten Geröll anlagert und die Platten rollen lässt. Zur Untermauerung wurden mathematische Modelle entwickelt, mit denen sich der deutsche Physiker Prof. Hans Herrmann intensiver beschäftigt hat [5], [6].

Anfängliche Überlegungen gingen von einem Wälzlager aus, in dem alle Stangen so angeordnet sind, dass sie sich im Gegensinn zueinander drehen [4]. Die Mo-

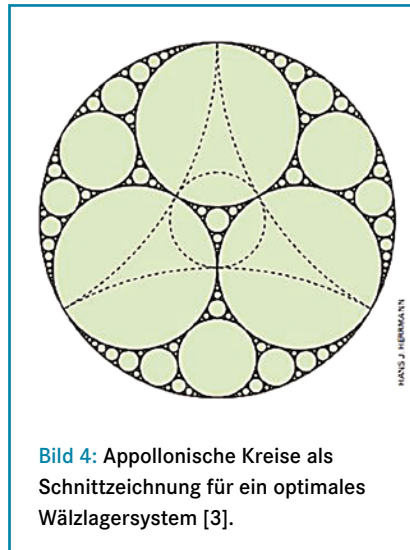


Bild 4: Appollonische Kreise als Schnittzeichnung für ein optimales Wälzlagersystem [3].

dellbetrachtungen wurden auf Kreise übertragen, die auf einer uralten mathematischen Gedankenspielerie aufbauen und auf Überlegungen des griechischen Mathematikers Appollonius von Perge (262 bis 190 v. Chr.) zurückgehen. Es geht um die Bestimmung eines Kreises, der sich in die Lücke von drei sich berührenden Kreisen einfügen lässt. Bild 4 zeigt den Aufbau dieser sog. Appollonischen Kreise, die sich immer weiter verkleinern oder auch vergrößern lassen. Herrmann hat die zweidimensionale Betrachtung auf den dreidimensionalen Raum mit Kugeln erweitert. Diese Kugeln sollen sich alle reibungsfrei drehen können, indem sie sich zueinander im Gegensinn drehen. Diese Vorgabe gilt für alle Nachbarkugeln, denn wenn sich eine der Nachbarkugeln im Gleichsinn dreht, bremsen sich die Kugeln aus. Herrmann gelang es, die Kugeln so zu packen und zu dimensionieren, dass sie sich reibungsfrei drehen lassen. Diese „bichromatische appollonische Packung“ wurde dann als Getriebe des Teufels bezeichnet (Bild 5).

Neben der Faszination dieser Kugelpackung kam für mich die Frage auf, inwieweit die Sieblinie unseres Formsandes ähnlichen Effekten unterliegt. Was passiert, wenn der Formsand zur Modellplatte fliegt und dann an der Modellplatte entlangrutscht? Drehen sich die Körner oder bleiben sie fest im Verbund? Für das Verdichtungsverhalten ist das sicherlich ein interessanter Aspekt.

In einer Untersuchung für die Kalksandsteinindustrie über das Verhalten der Kalkmasse am Formrand wurden typische Wandeffekte beobachtet [11]. In Bild 6 wird ersichtlich, dass in den wandnahen Bereichen der Hohlraumgehalt aufgrund der auftretenden Häufung der größeren Körner im Vergleich zu den ungestörten Bereichen größer ist. Sicherlich lassen sich ähnliche Beobachtungen auch für das

Verhalten des Formsandes an der Modelloberfläche machen. Die Bedeutung dieser Frage lässt sich an den Vorgaben zur Profiltoleranz ermesen.

Bei der Suche nach Quellen zu Sieblinieneffekten im Formsand bin ich leider nur auf deutlich ältere Quellen gestoßen [7], [8], [9], die Betrachtungen und Erkenntnisse jüngerer Datums enthalten. Mit dem Antrag zu einem Forschungsprojekt hat das Institut für Gießereitechnik (IfG) aktuell einen Vorstoß zu diesem Thema unternommen [10].

Was verändert die Sieblinie im Altsandkreislauf?

Sollten die aufgeführten kurz skizzierten Beispiele eine ähnliche Relevanz für den Formsand haben, dann ist das Thema Sieblinienoptimierung und -steuerung nicht nur für die Betrachtung der Gasdurchlässigkeit wichtig. Wahrscheinlich muss dann in viel engeren Frequenzen der Zustand abgefragt und gegengesteuert werden. Große Bedeutung bekommt die Frage, an welchen Stellen im Sandkreislauf die Sieblinie sich ändert und wie wir diese Änderungen vermeiden bzw. ihnen gezielt entgegenwirken können.

Eine vom Arbeitskreis organisierte zweitägige Expertentagung Anfang März 2013 kam zu dem Ergebnis, dass die Sand-Eisen-Trennung beim Auspacken und im Polygonsieb verfahrenstechnisch wichtig wird, weil die in der Formstrecke eingelegten Kerne in bekannter Menge eingelegt werden. Aber beim Auspacken auf der Trennrinne und im Polygonsieb wird nie erfasst, welche Kernsandanteile zu welchem Zeitpunkt im Altsand bleiben und somit die Sieblinie verändern. Hier steckt ein hoher Innovationsbedarf, den der Anlagenbau aufzubringen hat. Effektives Trennen und Erfassen der verschiedenen Massenströme ist die Grundlage für die Vermeidung von Sieblinienschwankungen.

Der Kühler als Chaot in der Sandaufbereitung

Nicht zu unterschätzen sind die Altsandkühler, die in vielen Gießereien als laute und staubproduzierende Ungetüme mit Nichtbeachtung gestraft werden. Dabei ist der Kühler ein maßgebliches qualitätsbildendes Aggregat in der Aufbereitungskette, der gerade mit seinem unkontrollierten Feinteileentzug die Sieblinie im unteren Bereich beeinflusst. Die Expertentagung unterstrich in einer Abschlussdiskussion in zwei Punkten die Bedeutung

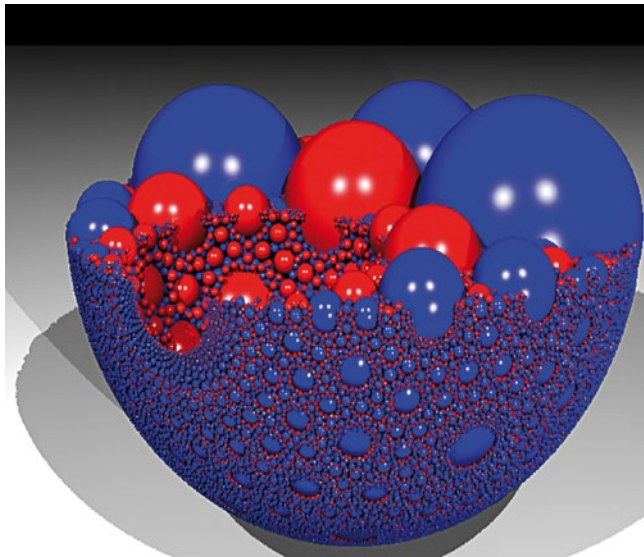


Bild 5: Getriebe des Teufels: Der Physiker Prof. Hans Herrmann hat die zweidimensionale Betrachtung der Appollonischen Kreise auf den dreidimensionalen Raum mit Kugeln erweitert. Diese Kugeln sollen sich dadurch reibungsfrei bewegen können, dass sie sich im Gegensinn zueinander drehen.

des Altsandkühlers:

- > Statt der bisher angestrebten Austragstemperatur von 40 °C werden nun 30 °C und weniger angestrebt. Die vielfältigen Kondensationseffekte verursachen zu viele Störungen und Fehler und letztendlich Ausschuss.
- > Auch der Kühler beeinflusst durch seinen Feinteileentzug die Sieblinie maßgeblich, aber unkontrolliert.

Eine Untersuchung über die Sichterwirkung des Kühlers zeigte im Vergleich zwischen Sanden vor dem Polygonsieb über dem Kühler und dem frisch auslaufenden Sand vor der Rückführung des Zyklonstaubes auf, dass der Feinteileentzug beträchtlich ist. Speziell die vier unteren Körnungsgruppen weisen deutliche Verluste auf (**Bild 7**). Einem Hinweis von Edith Weiser von der Gießerei Federal Mogul in Burscheid zufolge wurde die theoretische Gesamtoberfläche für eine Zwei-Tonnen-Charge vergleichend berechnet. Dieser Altsand mit der genannten Sieblinie vor dem Polygonsieb hat eine Oberfläche von 18 934 m². Die gesichtete Sandmenge unmittelbar hinter dem Kühler beträgt nur noch 17 558 m²; somit wurden 7,3 % der Oberfläche abgesogen. Zur Veranschaulichung dieser ungeheuren Fläche in einer Charge: Ein FIFA-Fußballplatz hat 7 140 m² – der Verlust von 1377 m² entspricht fast 20 % einer Fußballplatzfläche!

Wäre dieser Sandverlust gleichmäßig, dann ließe er sich relativ einfach ausgleichen. Leider sind die abgesaugten Staubmengen und die durch das Zyklon wieder rückgeführten Feinteilmengen sehr ungleichmäßig. Stichprobenartige Untersuchungen ergaben Abweichungen von 50 %, zwischen 10 und 20 kg pro min bei einem Sanddurchsatz von 60 t/h, die vom Zyklon in den Sandstrom rückgeführt werden.

Zwei Messgrößen bedürfen einer fort-

laufenden Kontrolle: die durchströmende Luftmenge und die abgesogenen Feinteilmengen aus dem Kühler und unter dem Zyklon. Mit diesen Messwerten lassen sich Regler zur Anpassung der durch den Kühler durchströmenden Luftmenge an die Höhe des Staubentzuges konzipieren.

Konsequenzen für die Anlagentechnik

Zur Vermeidung kontrollierter Sieblinienveränderungen innerhalb des Sandkreislaufes ergeben sich mehrere Ansätze. Die Sand-Eisen-Trennung an der Auspendeckung muss den Kernsand vom Altsand gezielter trennen. Die Mengenströme müssen zur Kontrolle und späteren Gegensteuerung erfasst werden. Das Polygonsieb ist in dieses Maßnahmenbündel einzubeziehen.

Eine besondere Rolle spielt die Abluft, die an vielen Stellen abgesaugt wird. Zur Staubminderung werden viele Feinteile unkontrolliert entzogen und entstaubt. Erst viel zu spät gibt die Zahl der zur Deponie verfrachteten Bigbags Aufschluss über die abgesaugte Feinteilmengen.

Die Sichterwirkung für den Altsand ist in manchen Sandaufbereitungen ge-

wünscht, weil der Neusandzulauf gering ist. Dieser Entzug sollte durch Einsatz von Messtechnik kontrolliert verlaufen, indem die Abluftmenge gezielt variiert und das Staubaufkommen in den Rohren gemessen wird. Entsprechende Messtechnik wird in anderen Branchen bereits eingesetzt.

Trotz alledem werden immer noch Ungleichmäßigkeiten verbleiben, die es gilt durch eine Homogenisierung in großem Stil auszugleichen. Eine alte Idee ist die Nutzung der Altsandbunkeranlage zur permanenten Umwälzung. In den Dosierpausen wird der Altsand weiterhin abgezogen und an der Waage vorbei wieder nach oben auf das Verteilerband über den Altsandbunkern geführt. Die gemachten Erfahrungen des permanenten Verschnitts belegen einen deutlich gleichmäßigeren Ablauf im Altsandkreislauf.

Zur Herstellung einer gezielten Soll-sieblinie wird es nicht mehr ausreichen, nur ein Neusandsilo zu haben. Erst der Einsatz einzelner Fraktionsgruppen wird es erlauben, die Sieblinie zu verändern. Demzufolge werden dann drei bis vier Neusandsilos nötig werden, in denen einzelne Körnungsgruppen gelagert werden.

Messtechnik hat hohen Nachholbedarf

Die wesentlichen Zustandsbeschreibungen über die aktuellen Eigenschaften im Altsand erfolgen über Messungen im Labor. Die dafür eingesetzten Gerätschaften basieren auf Abbildungen der Rüttelpresstechnik (drei Rammstöße), die vor 60 Jahren ihren Eingang in die Labortechnik fanden. Leider genügen diese Gerätschaften und das dazu erforderliche Verfahren der Probennahme und -behandlung keinesfalls den allgemein branchenübergreifenden Anforderungen. Die notwendigen Genauigkeiten, die sich hinter den Anforderungen der Messmittelfähigkeit verbergen, werden selten erreicht. Unbefriedigend ist auch die Reproduzierbarkeit zwischen einzelnen

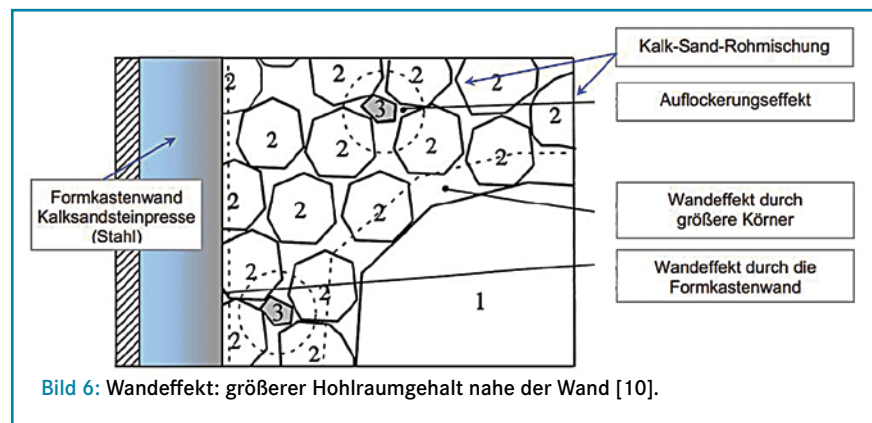


Bild 6: Wandeffekt: größerer Hohlraumgehalt nahe der Wand [10].

Geräten und auch Personen. Eine Temperaturmessung gleich an welchem Ort auf der Erde erbringt keine Differenz. Hingegen ergibt z. B. die Messung der Verdichtbarkeit, ausgeführt von zwei Personen mit zwei Geräten an zwei Orten deutliche Unterschiede, die das erlaubte Maß der Toleranz bei weitem überschreiten. Hier ist ein hoher Entwicklungsbedarf erforderlich, da zwischen dem notwendigen Anspruch und den erreichten Fähigkeiten eine große Lücke klafft. Solange die Messtechnik den Ansprüchen nicht genügt, kann der Formsand auch nicht in engen Grenzen gesteuert werden.

Mit den bisherigen Verfahren der Laborprobenmessung werden nicht alle Effekte im Formsand abgedeckt. Die Fließfähigkeit des Formsandes ist eine bislang nicht erfasste Größe, obwohl das Formverhalten hochgradig davon abhängt. Hier ist dringender Handlungsbedarf geboten, um sowohl die Effekte am Modell bei jedem Abformvorgang zu erfassen als auch bei der Regelung im Mischer den Zustand des Formsandes gezielt auf Soll-niveau zu bringen. Die bescheidenen Entwicklungsansätze sind nachdrücklich zu unterstützen.

Neue Steuerungskonzepte werden nötig

Formsand ist hochkomplex. Die einzelnen Steuergrößen durch den Einsatz der Grundstoffe erzeugen vielfältige Effekte, die in ihrer Gesamtheit schnell unübersichtlich werden, weil vieles in mehrfacher Wechselwirkung zueinander steht. Als Elektrotechniker muss ich einen Widerstand nicht an einer Spannung anschließen, um den Strom zu messen. Mit dem ohmschen Gesetz gibt es eine allgemeingültige Berechnung, die mir den Versuchsaufbau erspart. Derart einfache Be-

rechnungsansätze fehlen für die Steuerung des Formsandes. Vieles verläuft daher in der täglichen Praxis intuitiv unter intensiver Nutzung langjähriger persönlicher Erfahrung. Formsandsteuerung darf nicht mehr nach dem Gefühl erfolgen, sondern sollte auf der Basis ingenieurtechnologischer Grundsätze erfolgen. Die Sandaufbereitung ist durch vorherbestimmte Berechnungsansätze zu steuern.

Das System Formstoff ist ein Mehrgrößensystem, das sich nicht mehr in einem zwei- oder dreidimensionalen Koordinatenkreuz darstellen lässt. Wir benötigen neue Darstellungstechniken wie z. B. Netzdiagramme und wir benötigen neue Steuerungsverfahren zur Mehrgrößenregelung [12].

Zusammenfassung

Im anspruchsvollen Bereich komplexer Geometrien hat das Nassgießen Terrain an das Kernpaketverfahren verloren, weil die ehrgeizigen Parametervorgaben mit ihren kleinen Toleranzen nicht erreicht werden. Als das wirtschaftlichste Verfahren muss es Innovationskraft aufbringen, um wieder aufzuschließen. Hinderlich sind die überraschenden Ausreißer, die ihre Ursache im inhomogenen Zustand der gesamten Sandmenge haben. Variierende Sieblinien, die sich bei der Sand-Eisen-Trennung, beim Auspacken und im Polygonsieb ergeben, sind eine wesentliche Ursache.

Besondere Entwicklungsschwerpunkte ergeben sich für neue Trennungstechniken beim Auspacken und beim Betrieb von Altsandkühlern. Dahinter steht der Anspruch, die Sieblinie in einem optimalen Arbeitsbereich zu halten, in dem Abweichungen vermieden und Instrumente zum Gegensteuern geschaffen werden.

Die Labormesstechnik muss den seit langem herrschenden Stillstand beenden,

da ihre Verfahren weder den Vorgaben über die Messmittelfähigkeit entsprechen noch der Kontrolle der Prozessfähigkeit. Zudem müssen neue Ansätze forciert werden, wie z. B. die Messung der Fließfähigkeit.

Die Wissenschaft muss sich der Frage der optimalen Sieblinien widmen und wie sie immer wieder auf den Sollzustand durch Dosierung einzelner Körnungsgruppen pro Charge zurückgeführt werden können. Dazu gehört auch die Beantwortung der Frage, welcher Sandtyp mit welchen Festigkeitsansprüchen sich für ein spezielles Gussstück eignet. Wie kann eine allgemeingültige Berechnungskette aufgebaut werden, mit der ein Rezept für den Sandmischer ermittelt werden kann?

Der Wunsch nach einem selbstverdichtenden Formsand ist ausgesprochen, der Weg zur Entwicklung einer geeigneten Sieblinie ist aufgezeigt. Die Definition unterschiedlicher geeigneter Sieblinien durch die Wissenschaft steht jedoch noch aus.

Dipl.-Ing. Wolfgang Ernst, Geschäftsführer datec GmbH, Braunschweig

Literatur:

- [1] Wegner, R.: „Neue Entwicklungen und Produktionstechnologien im Motorenguss“, Eisenwerke Brühl, Vortrag Magdeburg, 05.02.2012.
- [2] Kriterien für die Auswahl von Beach-Sand, Deutscher Volley-Verband, Materialprüfungsausschuss.
- [3] Huß, A.: Mischungsentwurf und Fließeigenschaften von selbstverdichtendem Beton (SVB) vom Mehlkorn-typ unter Berücksichtigung der granulometrischen Eigenschaften der Gesteinskörnung, S. 5-68, Promotion Materialprüfungsanstalt Stuttgart Otto-Graf-Institut (FMFA), 2010.
- [4] Spektrum der Wissenschaft (2004), R. 9, S. 106-109.
- [5] Herrmann, H. J.; Stanley, H. E.; Ostrowsky, N.: Correlations and Connectivity, S. 108-120, Deventer Kluwer, 1990.
- [6] Mahmoodi Baram, R. und Herrmann H. J.: Space-Filling Bearings in Three Dimensions, in Physical Review Letters 92, 044301, 30.01.2004.
- [7] Weiss, R.: Formgrundstoffe Vorkommen – Eigenschaften – Prüfung – Einsatzmöglichkeiten, S. 7-60; S. 143-179, Giesserei-Verlag GmbH, Düsseldorf, 1984
- [8] Bindernagel, I.: Formstoffe und Formverfahren in der Gießereitechnik, S.4- 25, Giesserei-Verlag GmbH, Düsseldorf 1983
- [9] Flemming, E.; Tilch, W.: Formstoffe und Formverfahren, S. 37-58; S. 135-254, Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie Leipzig 1993
- [10] Optimierung der Korngrößenverteilung in Formstoffen zur Kern- und Formherstellung, Forschungsantrag des IfG an die AiF, 2013
- [11] Eden, W.: Einfluss der Verdichtung von Kalk-Sand-Rohmassen auf die Scherbenrohdichte von Kalksandsteinen, S. 7-65, University Press GmbH Kassel, 2011
- [12] Gießereiforschung 43 (1991), S. 168-183

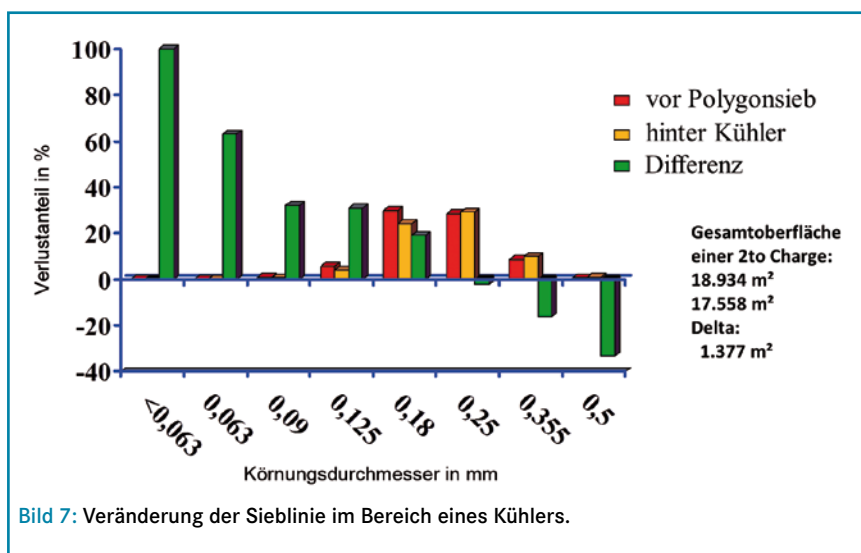


Bild 7: Veränderung der Sieblinie im Bereich eines Kühlers.

Scharfe Modell-Konturen

FORMSTOFFMANAGEMENT 2020



Wir gratulieren
der GIESSEREI,
deren Inhalt in
100 Jahren nichts
an Konturenschärfe
eingebüßt hat.



**datec | Dosier- und
Automationstechnik GmbH**
Alte Salzdahlumer Str. 203
D-38124 Braunschweig

Fon +49 531 26408-0
Fax +49 531 26408-20
E-Mail info@datec.org
Internet www.datec.org