



# Herstellung von hochkomplexen Zylinderkurbelgehäusen

Einblick in die Fertigung bei der Eisenwerk Brühl GmbH – Teil 2\*

Mit hochmoderner Kernfertigungstechnik werden in der Eisenwerk Brühl GmbH unter Anwendung eines optimierten Bindersystems und eines neuen Trennmittels Kernpakete für hochkomplexe Zylinderkurbelgehäuse gefertigt.

VON PETER GRÖNING, DÜSSELDORF, STEFAN SCHRECKENBERG, BRÜHL, UND KLAUS JENRICH, DÜSSELDORF

## Herausforderung und Trends für Gießereien und Zulieferer

Weiter gestiegene Anforderungen an die Gussteilkomplexität und Gussteilqualität bedingen stetige Verbesserungen und Optimierungen der eingesetzten Bindemittel und Verfahren. Dies erfordert auch von den Gießereizulieferunternehmen eine hohe Innovationskraft und weitere Anstrengungen, um die gestellten Anforderungen zu erfüllen. Die Entwicklung von Bindemittelsystemen und Schichten für die Fertigung von Kernen, die sich durch eine Reduzierung der Gasentwicklung und

verminderte Emissionen auszeichnen, ist eine wesentliche Voraussetzung zur Darstellung komplizierter Strukturen der Gussteile und zur Reduzierung der Wanddicken, d. h. zur Gewichtsreduzierung.

Durch die Entwicklung immer kleinerer, aber auch leistungsstärkerer Aggregate (Downsizing) erhöhen sich aber auch die Anforderungen (hohe Temperaturen und Drücke) an die eingesetzten Werkstoffe. Die im Automobilguss tätigen Eisengießereien beschäftigen sich deshalb intensiv mit der Verbesserung der Eisengusswerkstoffe (Dünnwandguss, neue Qualitäten). Als Reaktion auf die ambitionierten CO<sub>2</sub>-Reduktionsziele von Politik und Automobilindustrie sind die Gießereien mit Forderungen des Leichtbaus konfrontiert.

In der Gießerei-Industrie und insbesondere im Automobilguss haben sich zwei Hauptrichtungen etabliert: Leichtbau durch den Einsatz von Nichteisenmetalllegierungen (Aluminium) und Leichtbau durch Downsizing und Dünnwandguss bei Eisenlegierungen.

## Einblick in die neuen Fertigungslinien im Eisenwerk Brühl

In den neuen, hochmodernen, vollautomatischen Fertigungslinien 300 und 400 in der Eisenwerk Brühl GmbH (EB), Brühl, sollen in der Endstufe je 660 000 Kernpakete pro Jahr und Anlage produziert werden. In jeder Anlage arbeiten fünf Kernfertigungszellen in Vollautomation. Die Taktzeit beträgt 45 s für zwei Kern-

pakete. Ein Kernpaket besteht aus 14 Einzelkernen. Als Kernverbindungstechnik wird Schrauben, Tackern und anschließendes Umreifen verwendet. Weiterhin kommen zum Einsatz:

- > Bindersysteme:  
GH 1G2B / Akt 2G4,  
GH 1WM12 / Akt 2WM12,
- > Katalysator: Dimethylethylamin (DMEA),
- > Additiv: Veinseal 18 (anorganisch) und
- > Schlichte: Arkopal 7899 P.

Für die Aufbereitung und Einstellung der Schlichte wird ein automatisiertes System der OAS AG, Bremen, eingesetzt.

### Lösungen durch Entwicklungspartnerschaft

Die spezifischen Kundenanforderungen für die neuen Fertigungslinien zur Herstellung von Kernpaketen sind:

- > eine hohe Verfügbarkeit (geringe Stillstandszeiten),
- > ein hohes Festigkeitsniveau,
- > niedrige Gasentwicklung, Emissionen und Geruchsbelastung und
- > die Erhöhung der Elastizität der Kerne (Tackerbarkeit).

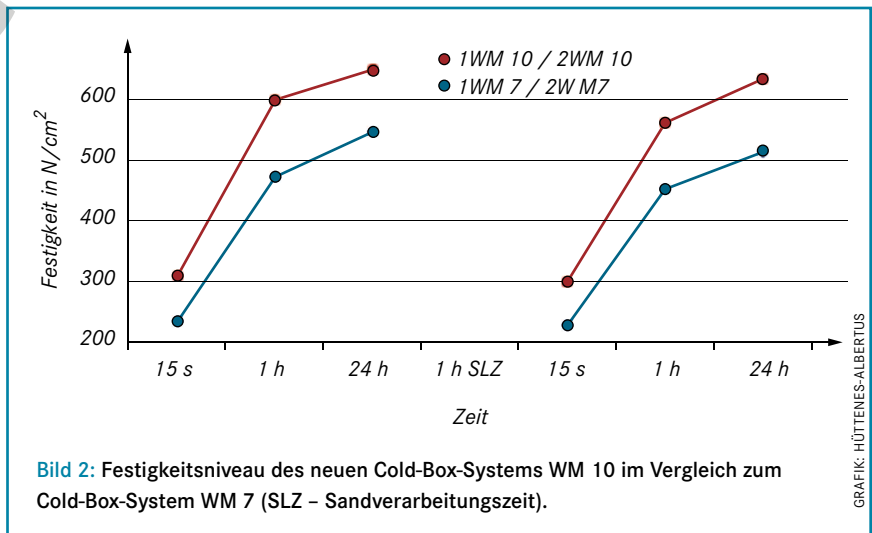
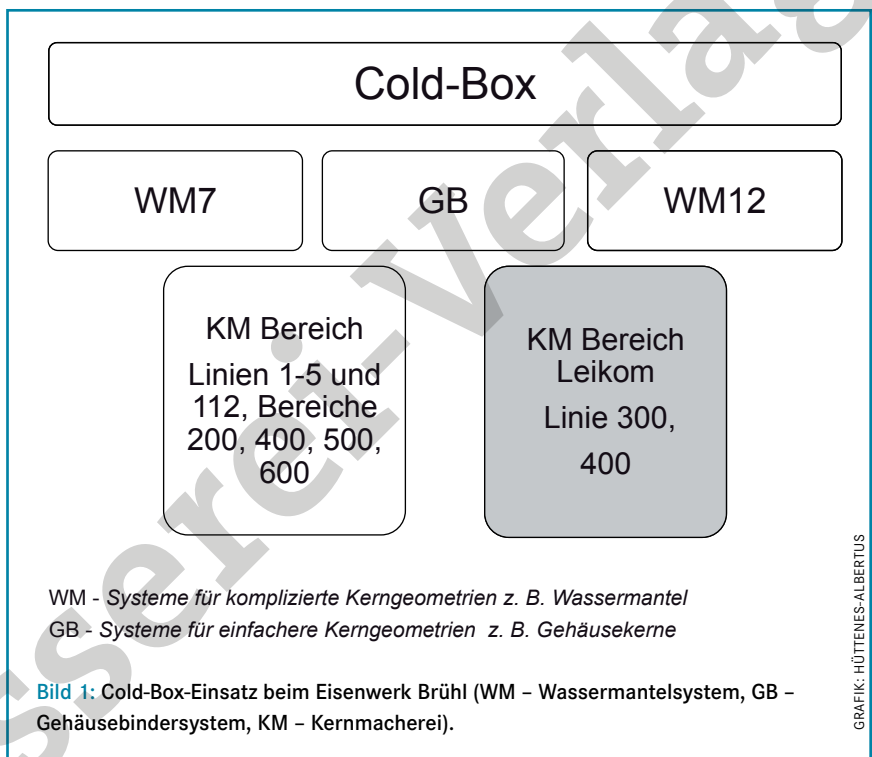
Der bei weitem wichtigste Punkt für eine vollautomatisierte Anlage ist eine hohe Verfügbarkeit. Die Hüttenes-Albertus Chemische Werke GmbH, Düsseldorf, wurde als Partner des EB in einer frühen Entwicklungsphase des neuen Zylinderkurbelgehäuses in den Verbesserungsprozess eingebunden. Die Fertigung der Kernpakete erfolgt im Cold-Box-Verfahren (Bild 1).

Die WM (Wassermantel)-Systeme werden für die Fertigung filigraner Kerngeometrien eingesetzt. Das GB (Gehäusebinder)-System wird für einfachere Kerngeometrien genutzt.

Zwischen dem Eisenwerk Brühl und Hüttenes-Albertus besteht eine langjährige Entwicklungspartnerschaft. So werden die eingesetzten Produkte im Einklang mit den Anforderungen des Kunden Eisenwerk Brühl technologisch stetig weiterentwickelt. Die modernen Cold-Box-Systeme müssen kontinuierlich an die gestiegenen Anforderungen angepasst werden. So wurde beispielsweise der Anteil silikalthaltiger Lösemittel im Cold-Box-System in der letzten Dekade schrittweise immer weiter erhöht. Durch den Einsatz dieser silikatischen Cold-Box-Systeme war es möglich, die Geruchs- und Schadstoffemissionen zu senken. Außerdem konnten gasbedingte Gussfehler dadurch weiter reduziert werden. Für die Erfordernisse der neuen

## KURZFASSUNG:

Die Situation der deutschen Gießerei-Industrie ist durch einen hohen und weiter zunehmenden Wettbewerbsdruck sowie sinkende Gusspreise gekennzeichnet. Insbesondere die wirtschaftlich stark wachsenden Regionen der Welt (BRIC-Staaten) werden den Druck auf die europäische Industrie weiter erhöhen. Die europäischen Länder haben sich zudem verpflichtet, bzw. sehen sich in der Verantwortung, in Fragen des Umwelt- und Klimaschutzes Vorreiter zu sein. Dies hat zur Folge, dass die europäische Gießerei-Industrie zunehmend mit kostentreibenden Auflagen belastet wird. Um weiterhin erfolgreich auf den Märkten agieren zu können, ergeben sich folgende Möglichkeiten: Die Fertigung von hochkomplexen Gussteilen, die Nutzung der gesamten Wertschöpfungskette und die Erhöhung des Automatisierungsgrades.



Fertigungslinien wurde ein komplett neues Cold-Box-System entwickelt. Ein besonderer Fokus lag dabei auf einer hohen Verfügbarkeit der Kernfertigungszellen.

Nach einer intensiven Entwicklungsarbeit konnte ein neues Cold-Box-System mit deutlich verbessertem Festigkeitsniveau vorgestellt werden (Bild 2).

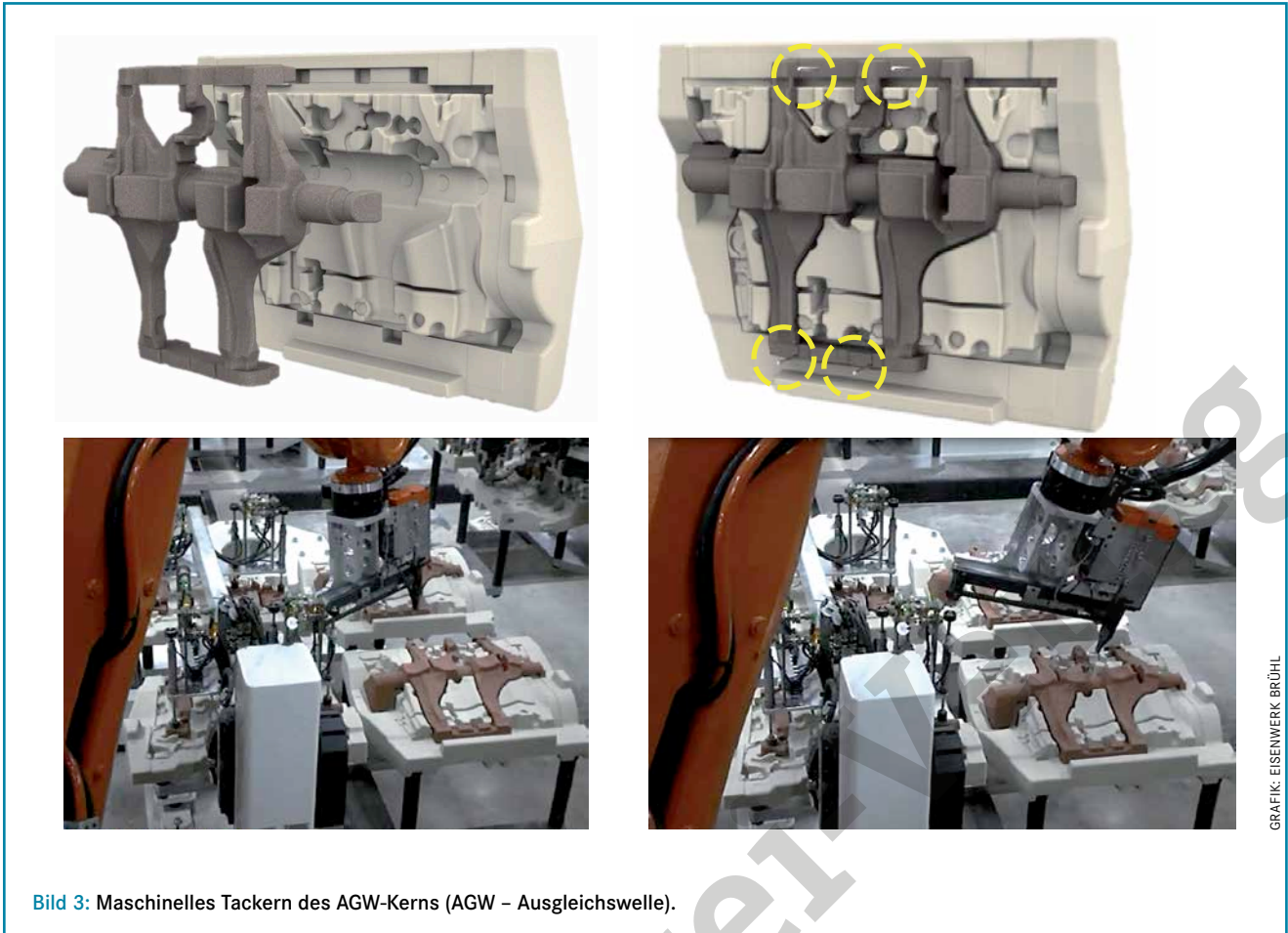


Bild 3: Maschinelles Tackern des AGW-Kerns (AGW – Ausgleichswelle).

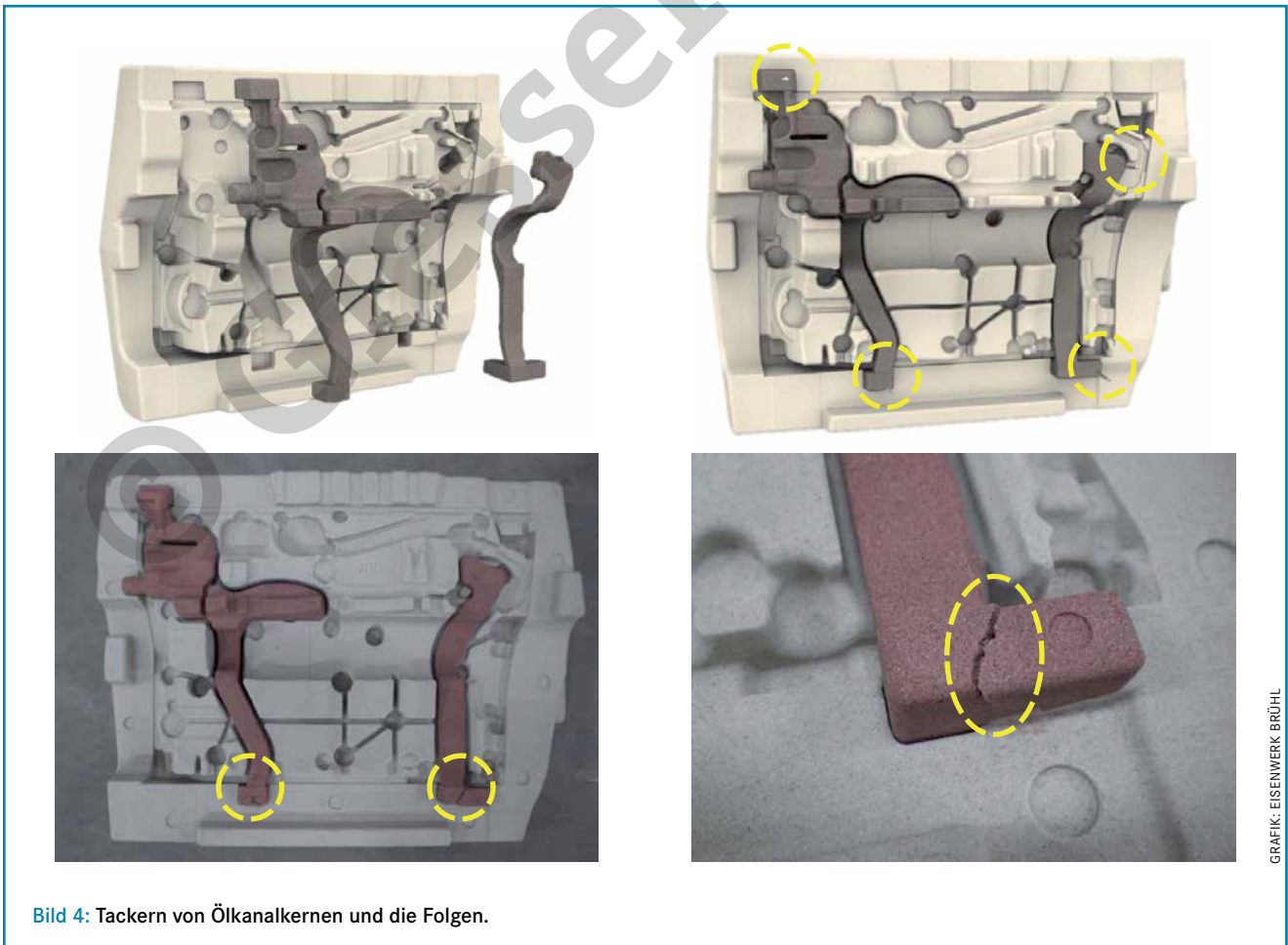


Bild 4: Tackern von Ölkanalkernen und die Folgen.

## Fügetechnologien in der Kernfertigung

Im Allgemeinen werden in der Kernfertigung hauptsächlich folgende Verbindungstechniken angewendet: Kleben, Schrauben und Tackern. Bei einigen Anwendungen, z. B. wenn kein zusätzliches Schichten erforderlich ist, ist es auch möglich, ein Kernpaket fast komplett nur durch Klemmkräfte zu verbinden. In den neuen Fertigungslinien hat man sich aufgrund einiger Vorteile für die Fixierung der Innenkerne durch Tackern entschieden (Bild 3). Im Verlauf des Produktneuanlaufs gab es aufgrund des hohen Automatisierungsgrades der Anlage und der speziellen Fügetechnologie (Tackern) erhöhte Kernbruchraten (Bild 4).

Das Tackern belastet die Kerne stoßartig. Da ein ausreichend hohes Kernfestigkeitsniveau vorhanden war, wurde relativ schnell eine zu geringe Elastizität als Hauptursache des Fehlers festgestellt.

Die Formulierung des neuen Systems ergab ein hohes Festigkeitsniveau. In Kombination mit den stark gesteigerten Anteilen an anorganischen Bestandteilen im neuen Cold-Box-System führte dies zu einer für den Fertigungsprozess zu geringen Elastizität.

In Bild 5 ist die Binderentwicklung am Beispiel des WM-Bindersystems dargestellt. Über die verschiedenen Bindergenerationen hinweg wurde der Anteil an aliphatischen Lösemitteln reduziert und dafür der Anteil an silikatischen Lösemitteln (Tetraethylsilikat) gesteigert. Dies führte aber auch zu einer Zunahme der Sprödigkeit. Zur Verbesserung der Situation und zur Beschreibung der Kerneigenschaften musste zunächst eine geeignete Messmethodik gefunden werden. Das Verformungsverhalten der Kerne musste vermessen und optimiert werden. Die bisher im Labor eingesetzten Messmethoden und Messgeräte waren für diesen Zweck nicht ausreichend. Die bisherige Methodik (3-Punkt-Biegeversuch) ist langjährige Praxis und in vielen Fällen zur schnellen Beschreibung der Eigenschaften eines Bindersystems ausreichend (Messung der aufgebracht

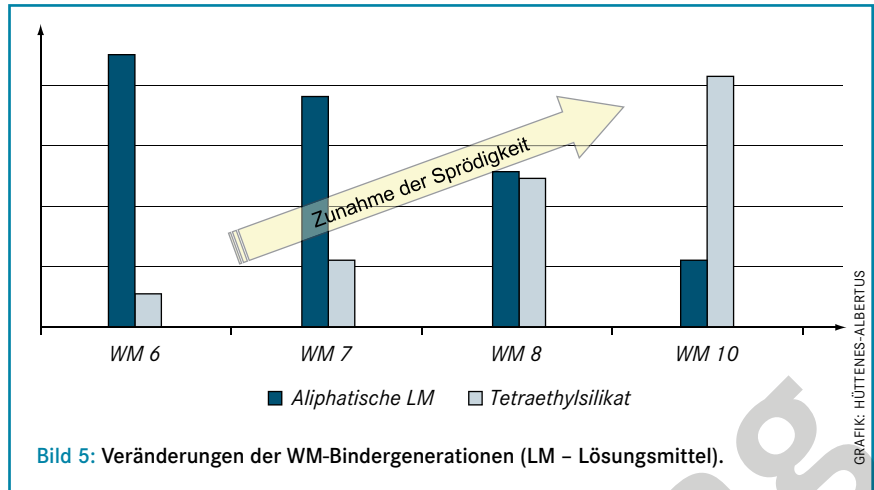
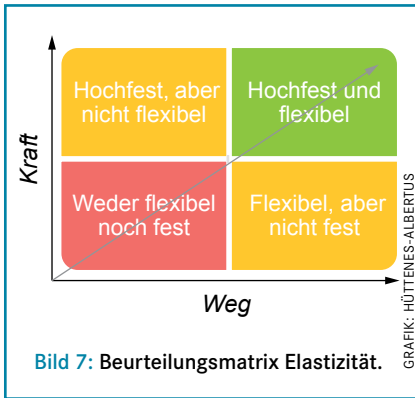


Bild 5: Veränderungen der WM-Bindergenerationen (LM – Lösungsmittel).



Bild 6: Prüfmaschine der Jung Instruments GmbH, Viersen.

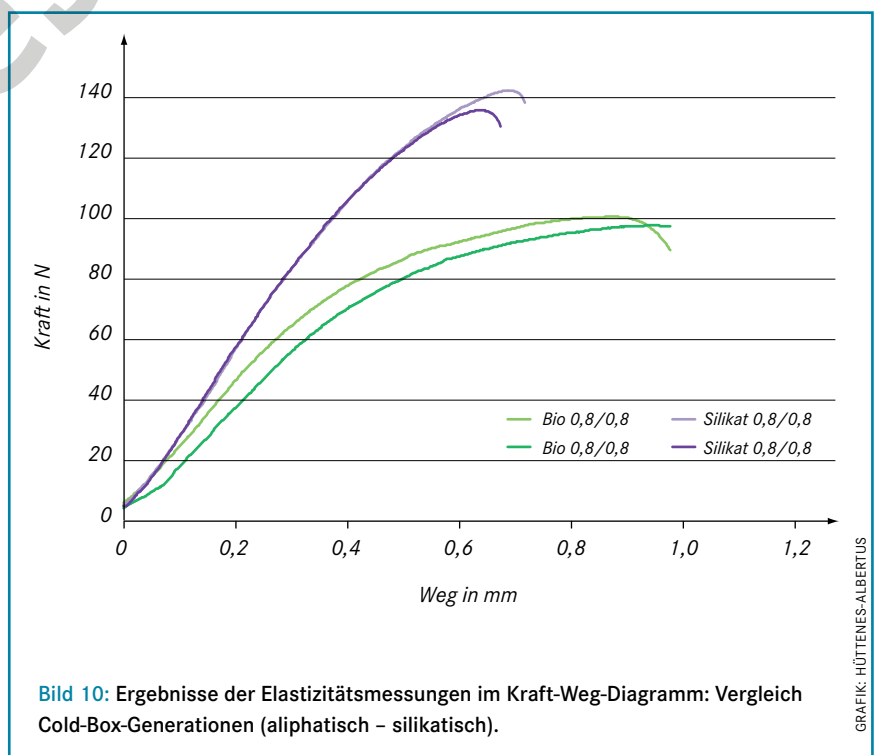
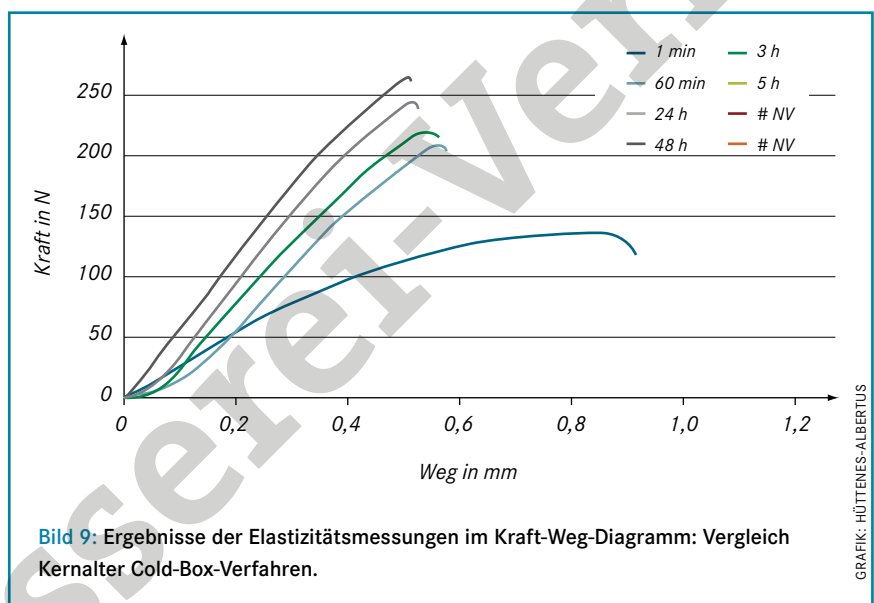
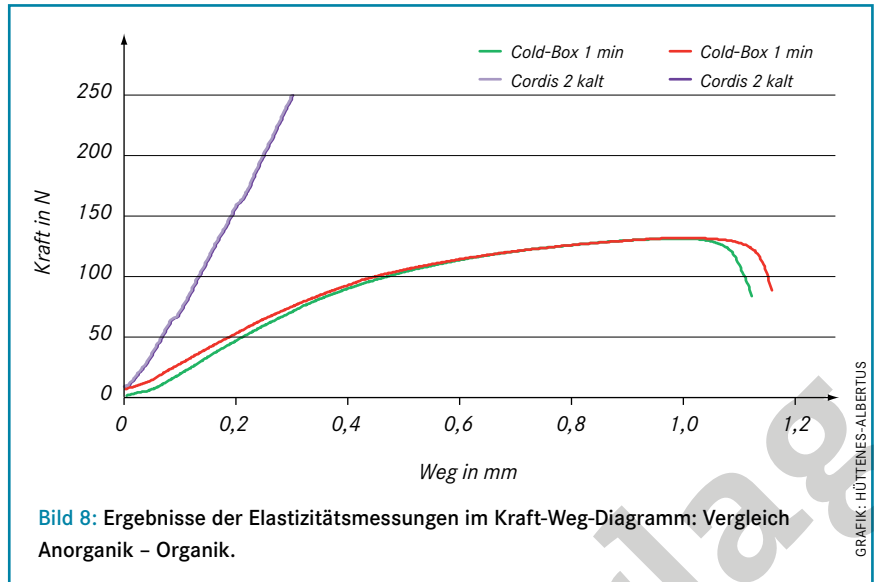


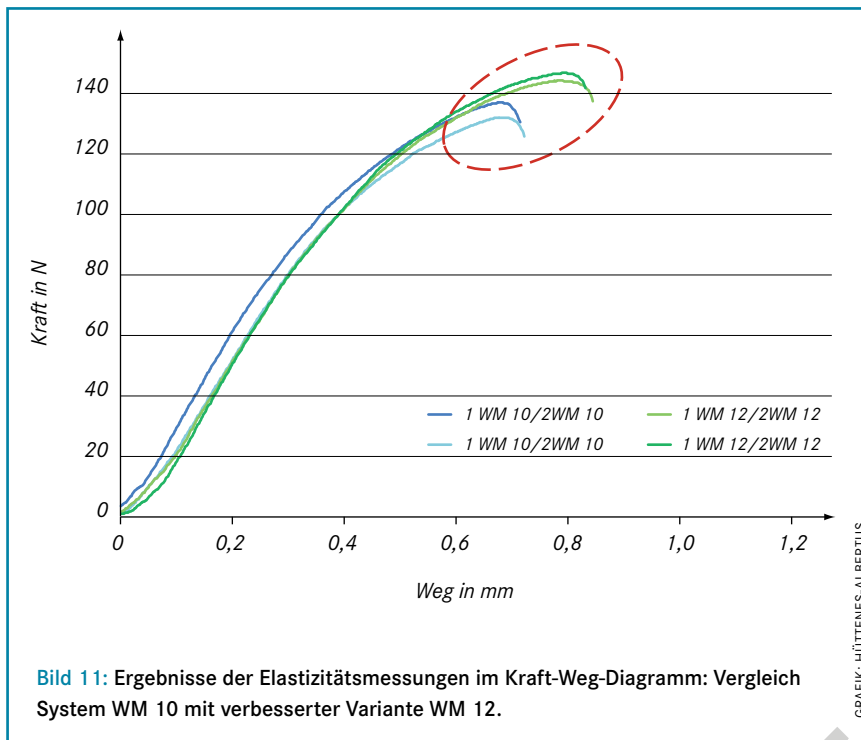
Kraft bis zum Bruch des Probekörpers (Biegestab), Angabe der Biegefestigkeit in N/cm<sup>2</sup>). Mit zunehmender Automatisierung der Produktion (Roboterhandlung) und der hinsichtlich spezieller Eigenschaften entwickelten Bindersysteme ist eine verbesserte Messtechnik erforderlich! Mit Unterstützung des IfG – Institut für Gießereitechnik, Düsseldorf, war es möglich, die dort bereits bestehende Messtechnik zu nutzen. Als Messgerät wurde eine Universal-Prüfmaschine der Jung Instruments GmbH, Viersen, eingesetzt (Bild 6). Mit dieser Messtechnik ist es nun möglich, genauere Aussagen über das Verhalten vom Kern bis zum Bruchpunkt, also auch über die Elastizität, zu erhalten. Um die Daten einfacher zu interpretieren, wurde eine Beurteilungsmatrix verwendet (Bild 7).

Der Wunsch- bzw. Zielbereich ist die grüne Matrixfläche. Gewünscht ist ein Bindersystem mit hoher Festigkeit, aber auch mit genügend Elastizität. Nach einer Beratung durch das IfG wurde ein entsprechendes Exemplar dieser Messmaschine angeschafft. Damit wurden dann viele grundsätzliche Daten ermittelt. In den Bildern 8 bis 10 sind einige Ergebnisse in Kraft-Weg-Diagrammen dargestellt. Zur Optimierung, bzw. Elastifizierung des bestehenden CB-Systems WM 10 waren mehrere „Entwicklungsloops“ notwendig. Die Binderformulierung wurde modifiziert. Das neue System erhielt die Bezeichnung Gasharz 1WM12 und Aktivator 2 WM12. Das hohe Festigkeitsniveau wurde beibehalten. Die Elastizität ist verbessert. Der Kernbruch durch Sprödigkeit beim Tackern wurde eliminiert (Bild 11).

**Verbesserung der Verfügbarkeit – Trennmitteloptimierung**

Zur weiteren Steigerung der Performance war es ebenfalls notwendig, ein neues, verbessertes, auf die Bedürfnisse des Bindemittels und der Anlagen abgestimmtes Trennmittel zu entwickeln.





GRAFIK: HÜTTENES-ALBERTUS



FOTO: EISENWERK BRÜHL

Nach vielen Labor- und Praxisversuchen ist es gelungen, das deutlich verbesserte Trennmittel Loxia 34 zu implementieren. Der Harzaufbau im Kernkasten konnte reduziert, die Reinigungszyklen konnten verlängert werden.

### Schlichtekonzept

Für die Fertigung von komplexen Gussstücken im Kernpaketverfahren ist auch der Einsatz spezieller, auf die Fertigung zugeschnittener Schichten notwendig.

Um die besonders engen Toleranzen beim Dünnwandgießen zu beherrschen, ist eine spezielle Schlichte, die einen gleichmäßigen Schichtdickenauftrag gewährleistet, unabdingbar (Bild 12). Zur Reduzierung von gasbedingten Fehlererscheinungen sollte die Schlichte über eine gesteuerte Gasdurchlässigkeit verfügen. Eine gute Verformbarkeit bzw. Thermoflexibilität ist zur wirkungsvollen Vermeidung von Ausdehnungsfehlern wichtig.

### Fazit

Mit Hilfe einer verbesserten Messtechnik wurde ein neues, speziell auf die Bedürfnisse der neuen Kernfertigungslinien optimiertes Bindersystem entwickelt.

Um keine zusätzlichen Emissionen zu generieren, wird ein anorganisches Kernsandadditiv verwendet.

Zur Verbesserung der Verfügbarkeit wurde zusätzlich ein neues Trennmittel entwickelt. Der Einsatz einer speziell für die Fertigung von Kernpaketen zugeschnittenen Schlichte ist notwendig, um die hohen Anforderungen an die Sauberkeit und Maßhaltigkeit des Gusses zu erfüllen.

*Dieser Beitrag basiert auf einem Vortrag, der anlässlich der 10. Formstoff-Tage, 18.-19. Februar 2014, in Duisburg gehalten wurde.*

*Dem Eisenwerk Brühl sei für die Bereitstellung der Daten und Fotos gedankt. Besonderer Dank gilt Dipl.-Ing. Stefan Schreckenberger, Dipl.-Ing. Wim Görtz und Dipl.-Ing. Horst Deinat für die gute Zusammenarbeit und dem IfG – Institut für Gießertechnik für die Beratung.*

*Dipl.-Ing. Peter Gröning, Hüttenes-Albertus Chemische Werke GmbH, Düsseldorf, Dipl.-Ing. Stefan Schreckenberger, Eisenwerk Brühl GmbH, Brühl, und Dipl.-Wirt.-Ing. Klaus Jenrich, Hüttenes-Albertus Chemische Werke GmbH, Düsseldorf*