



FOTOS: FRECH

Mit der Versuchsmaschine DAM 200 Hybrid mit neuester Magnesiumofentechnik wurde der Einsatz der FGS-Technologie beim Magnesiumdruckgießverfahren im Technikum von Frech in Schorndorf getestet.

Magnesiumdruckgießen mit der FGS-Technologie

VON NORBERT ERHARD, SCHORNDORF

Das Druckgießen ist ein bewährter Herstellungsprozess für große Serien. Mit der Herstellung eines Druckgussteiles selbst fallen heute immer Gießläufe und Überläufe an. Diese können nahezu vollständig recycelt werden. Gleichwohl ist damit ein teilweise nicht unerheblicher Aufwand verbunden.

Ähnlich wie beim Kunststoffspritzgießen war es daher immer das Bestreben, den Gießlauf zu reduzieren und möglichst nahe am Teil anzugießen. Das heißt, man suchte auch beim Metalldruckgießen Lösungen ähnlich der Heißkanaltechnologie beim Kunststoffspritzgießen.

Diese Technologie ist auf der letzten GIFA von der Oskar Frech GmbH + Co. KG, Schorndorf, in einer serientauglichen Live-Präsentation vorgestellt worden. Unter dem Namen FGS (Frech Gating System) wurde ein System gezeigt, das einen hohen Prozentsatz (je nach Teilespektrum ca. 45 bis 80 %) des bisher üblichen Kreislaufmaterials vermeidet.

FGS-System

Die FGS-Technologie (Bild 1) hat im Fokus, das bisherige Gießlaufsystem weitgehend zu eliminieren. Die Schmelze wird nahe an das Teil herangeführt und steht dort auf Schmelzenniveau temperiert zur Ver-

fügung. Zur Teilefüllung wird der klassische Anschnitt beibehalten, was gleich mehrere Vorteile hat. Ein wesentlicher hierbei ist der, dass die Strömungsverhältnisse erhalten bleiben, womit die Füllsimulationen entsprechender Programme nach wie vor anwendbar sind.

In einer früheren Veröffentlichung in der GIESSEREI [1] wurde das FGS-System im Detail vorgestellt. Es soll deshalb hier nur kurz zum Verständnis wiederholt werden.

Das System besteht aus Bauteilen, die den beheizten Schmelzenkanal in der Form bilden (Bild 2). In diesen Elementen wird die Schmelze immer flüssig gehalten. Sie beinhaltet die komplette Beheizungstech-

nik und Sensorik. Über die Maschine wird die Temperaturführung sichergestellt. Das System hat keine mechanischen Verschlusselemente, da diese in der Praxis des Druckgießverfahrens nicht zuverlässig genug sind.

Die Einbindung dieser Bauteile in die Form selbst erfordert einen entsprechenden Formenaufbau. Das Hauptaugenmerk gilt dabei der sorgfältigen Auslegung der Form in Bezug auf deren Wärmehaushalt. Darüber hinaus ist der Ablauf des Druckgießprozesses an das FGS-Verfahren angepasst. Die Maschine stellt somit durch einen geeigneten Verfahrensablauf sicher, dass während des gesamten Gießzyklus das Gießsystem und das FGS-System immer mit Schmelze gefüllt bleiben.

In den Frech-Warmkammerdruckgießmaschinen wird daher der Weg der Schmelze vom Ofen bis in die Form und in das FGS-System vollständig in die Maschinen- und Prozesssteuerung integriert. **Bild 3** zeigt dies am Beispiel des Wärmehaushalts. Während in Bild 3a die Temperaturen vom Ofen und Gießbehälter über den Mundstückkörper bis hin zur Düsen Spitze geregelt, überwacht und deren Soll-/Ist-Werte dargestellt werden, zeigt Bild 3b die Regelkreise der FGS-Bauteile in der Form.

Der Gießvorgang ist ein Vorgang, der durch die Schmelze zusätzlich thermische Energie in die Form bringt. Dabei wird diese Energie dort in das System eingebracht, wo per se keine anderen Energiequellen platziert werden können, nämlich in der Kavität und in den schmelzeführenden Kanälen.

Die FGS-Prozessführung der Druckgießmaschine erlaubt es nun, abhängig vom Energieeintrag in die Form und in die Gießgarnitur, den Verfahrensprozess des Druckgießens durch das Druckgießen selbst zu optimieren und entsprechend anzupassen.

Prozessvorteile der FGS-Technologie

Der Einsatz eines solchen Systems hat eine Vielzahl von Vorteilen. Im Kern wird die Energiebilanz trotz des Einsatzes eines beheizten FGS-Systems in der Form positiv beeinflusst, da die Reduktion von Kreislaufmaterial sich mehrfach positiv auswirkt.

Die Teilequalität ist gekennzeichnet durch die geringe verbleibende Luftmenge im System. Diese ist quasi nur noch in der Kavität vorhanden. In Wechselwirkung mit der gut temperierten Schmelze und den dadurch auch reduzierten Füllgeschwindigkeiten wird die Mikroporosität der Teile positiv beeinflusst bei gleichzeitig sehr guter Füllcharakteristik.

KURZFASSUNG:

Mit der Herstellung eines Druckgussteils fallen Gießläufe und Überläufe an. Diese können fast vollständig recycelt werden. Allerdings ist damit ein teilweise nicht unerheblicher Aufwand verbunden. Unter dem Namen FGS (Frech Gating System) entwickelte die Oskar Frech GmbH + Co. KG, Schorndorf, ein System, das produktabhängig ca. 45 bis 80 % des bisher üblichen Kreislaufmaterials vermeidet. Die Schmelze wird hierzu bis an den Anschnitt des Gussteils herangeführt und steht dort permanent auf Schmelzenniveau temperiert an. Somit wird gegenüber dem klassischen Druckgießprozess der verbleibende Gießlauf am Teil deutlich reduziert. Die FGS-Technologie wurde bisher noch nicht beim Magnesiumdruckgießen eingesetzt. Im Frech-Technikum wurde auf einer Warmkammerdruckgießanlage, ausgestattet mit entsprechender FGS-Technologie, ein Magnesiumgießversuch hierzu durchgeführt. Trotz eines komplexen, dünnwandigen Gussteils und der Verwendung der Legierung AM 60 waren die Ergebnisse sehr vielversprechend und positiv.

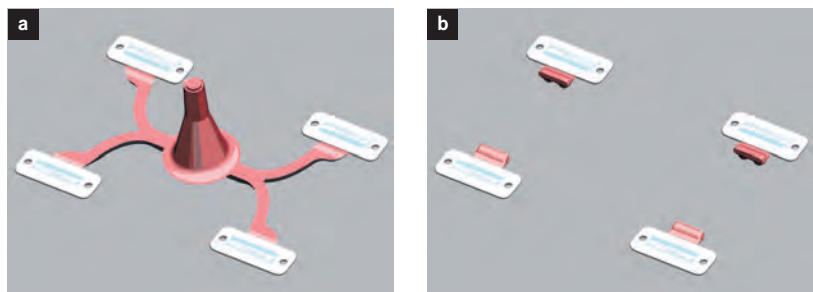


Bild 1: Schematische Darstellung a) eines klassischen und b) eines mit der FGS-Technologie hergestellten Angusses.

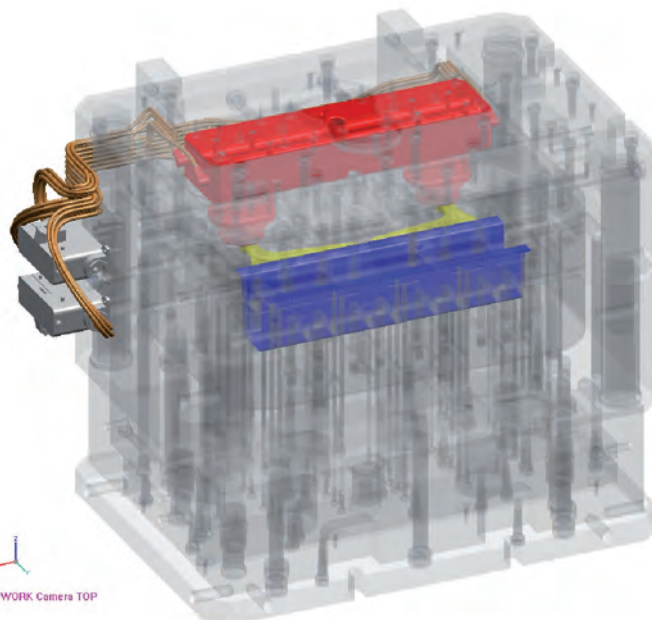


Bild 2: FGS-Formenaufbau vereinfacht dargestellt (rot: beheizt, flüssige Schmelze; gelb: Restanguss; blau: Gussteil).

Die Prozesseffizienz erhöht sich durch den energetisch moderaten Gießablauf und den niedrigeren Bruttodurchsatz an Schmelze zur eigentlichen Teileherstellung. Eine Besonderheit liegt auch darin, dass

zunehmend ein Skalieren auf mehr Kavitäten kein überproportionales Ansteigen des Rücklaufmaterials infolge komplexerer Gießläufe nach sich zieht, was beim konventionellen Druckgießen der Fall ist.

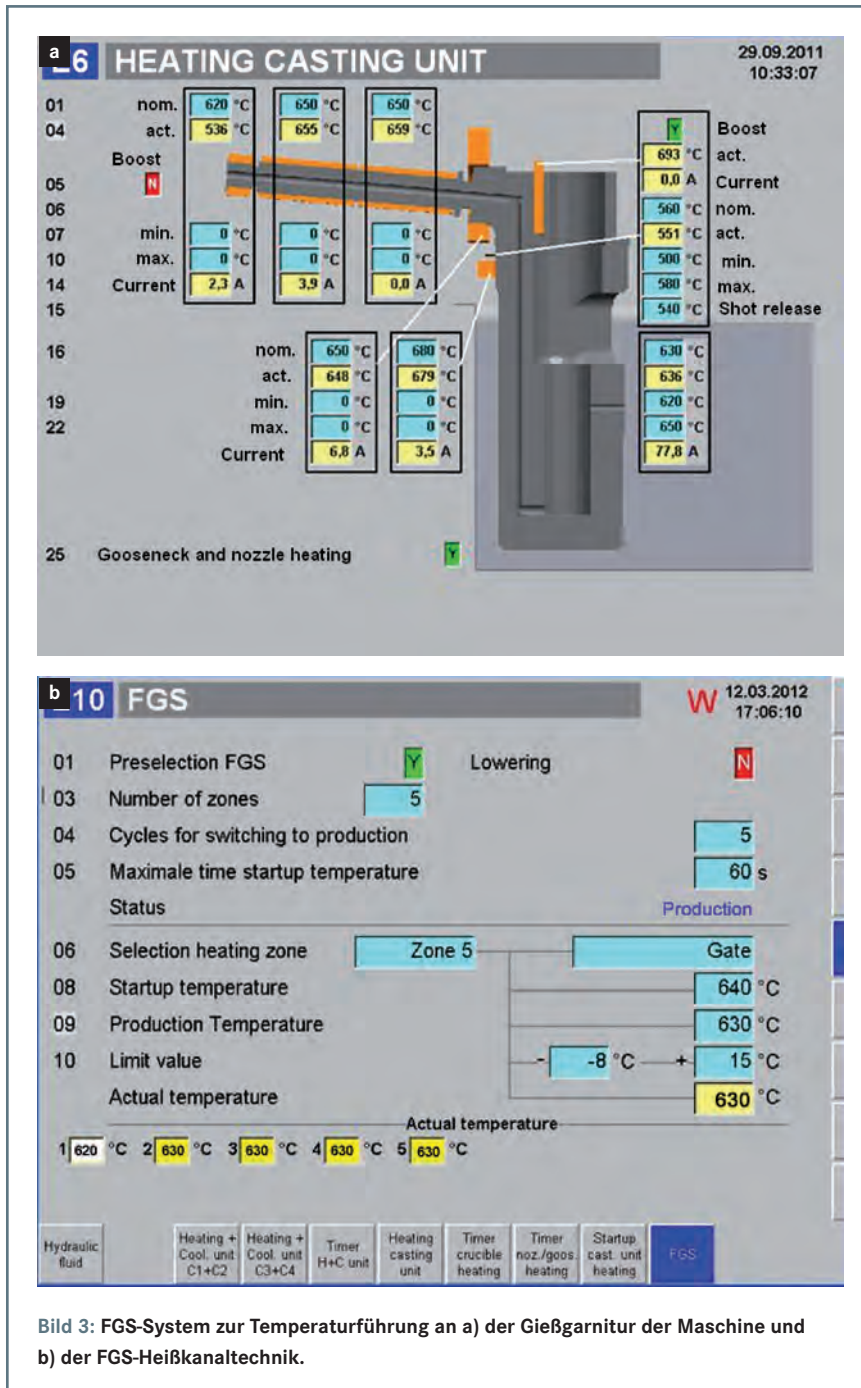


Bild 3: FGS-System zur Temperaturführung an a) der Gießgarnitur der Maschine und b) der FGS-Heißkanaltechnik.

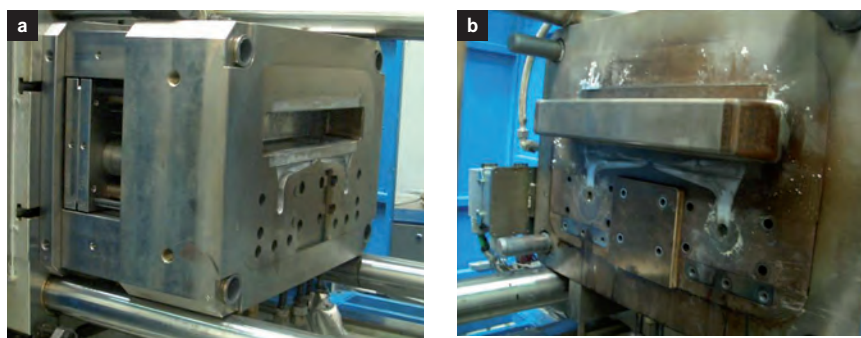


Bild 4: FGS-Versuchsform für ein Magnesiumhutprofil: a) bewegliche Seite und b) feste Seite mit zwei FGS-Austritten für verteilten Anschnitt.

Der FGS-Prozess ist sehr produktiv, da nunmehr ausschließlich die Teilerstarung zyklusbestimmend ist und nicht ein entsprechend dimensionierter Anguss. Da

rüber hinaus verkürzt sich der Gießvorgang um die heute erforderliche erste Phase des Druckgießvorgangs, also die sogenannten Vorfüllphase, bei der die

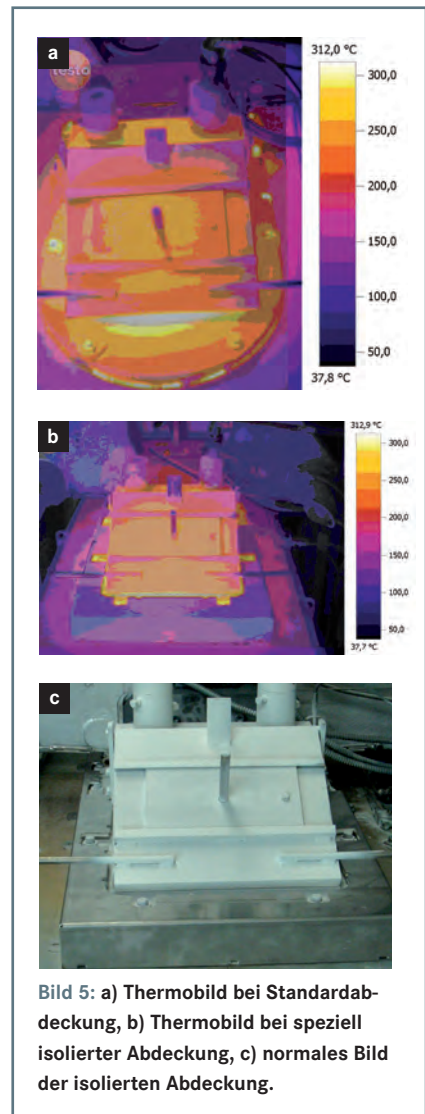
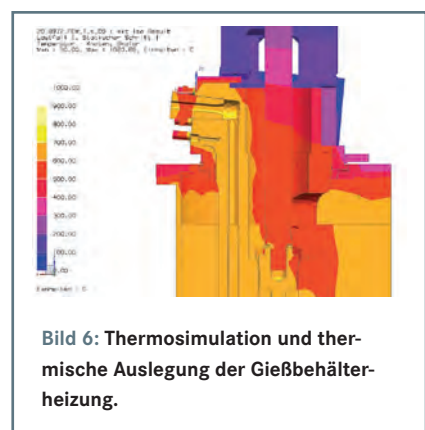


Bild 5: a) Thermobild bei Standardabdeckung, b) Thermobild bei speziell isolierter Abdeckung, c) normales Bild der isolierten Abdeckung.



Schmelze in der Gießkammer bis zum Anschnitt befördert wird.

FGS-Druckgießen

Beim Druckgießen mit der FGS-Technologie steht der Thermohaushalt im Fokus des Prozesses. Daher ist es nicht sinnvoll, bestehende Formen umzubauen. Vielmehr müssen die Formen von vornherein entsprechend ausgelegt sein, um alle Vorteile nutzen zu können (Bild 4).

Das Produktionsfenster ist hinsichtlich der thermischen Verhältnisse sehr viel enger als beim klassischen Druckgießen. Gleichwohl nehmen die integrierten Regelkreise und eine vollautomatische Prozessführung dem Werker das Problem ab, all dem Rechnung zu tragen. Das Bedienen einer FGS-Druckgießmaschine ist daher nicht schwieriger. Aber es gilt auch hier – wie für jede neue Technologie: Der Gießer muss die Bereitschaft haben, sich das entsprechende Prozesswissen anzueignen und dieses auch anzuwenden. Frech unterstützt die Einführung mit seinen Prozesstechnologen.

Magnesiumdruckgießen mit der FGS-Technologie

Voraussetzung für das System ist der optimal kontrollierte Wärmehaushalt, einerseits in der Form, andererseits im kompletten Gießsystem der Druckgießmaschine.

Die Versuchsanlage im Frech-Technikum ist mit einem Magnesiummaschinenofen der Meltec Industrieofenbau GmbH, Vorchdorf, Österreich, mit neuester Beheizungs- und Isolationstechnik ausgerüstet. Neue Öfen dieser Art sparen aufgrund der guten Isolation deutlich Energie ein (Bild 5). Zudem hält die Regelung die Ofentemperatur bei gleichmäßigem Chargieren innerhalb einer Schwankungsbreite von $\pm 1\%$.

Das Gießbehältersystem (Gießbehälter und -mundstück) ist mit neuester Widerstandbeheizungstechnik ausgestattet. Zur Vermeidung von lokalen Übertemperaturen im System wurden die Beheizungsanordnung und Auslegung über entsprechende Temperatursimulationen optimiert. Ziel ist es dabei, im Schmelze fördernden Kanal des Gießbehälters und der Düse eine sehr gleichmäßige Temperatur zu erreichen und gleichzeitig den Wärmeeintrag in die Gießbehälteraufnahme so gering wie möglich zu halten (Bild 6).

Bild 7 zeigt das widerstandsbeheizte Gießbehälterdüsensystem. Der Vorteil der Widerstandsheizung ist hierbei, dass die relativ schlanke Bauform ein tieferes Eintauchen in die Form zulässt, wodurch bereits bei klassischem Aufbau einer Warmkammerform der Angusszapfen deutlich reduziert werden kann.

Die gute Temperaturführung ermöglicht nun eine präzise Prozessführung, wie sie beim Zinkdruckgießen schon lange üblich ist. Bild 8 zeigt, wie verfahrenstechnisch exakt reproduzierbar verschiedene Gießtechniken eingestellt werden können.

Darüber hinaus lässt sich der Ablauf des Gießprozesses nun auch modifizieren, da über die gute Temperierung der Wärmeverlust der Schmelze auch bei längerer Verweildauer im Mundstückkörper vermieden werden kann. Damit ist es mög-

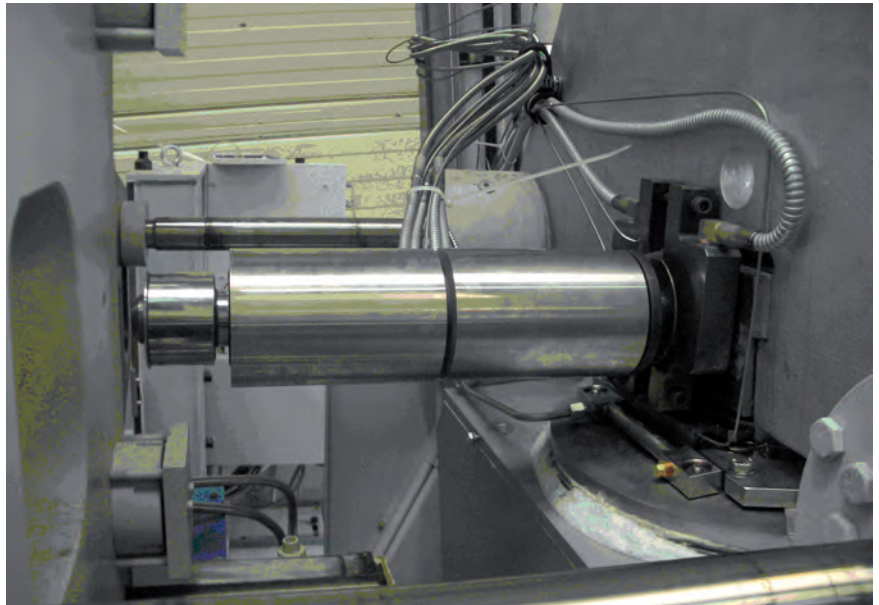


Bild 7: Optimiertes Beheizungssystem des Gießbehälters – Ansicht auf dem Mundstückkörper.



Bild 8: Verfahrensmöglichkeiten beim Magnesiumdruckgießen: mit Pfropf, ohne Pfropf, Abschmelzen (v. l. n. r.).



Bild 9: Durch bessere Entlüftung wurde bei diesem Gussteil die Mikroporosität gesenkt.



Bild 10: Im Rahmen von Laborversuchen im Frech-Technikum hergestelltes Magnesium-gussteil.

Tabelle 1: Technische Daten des Versuchsteils aus Magnesiumdruckguss.

Sprengfläche	Teil: 480 cm ² , Anguss: 89 cm ²
Teilgewicht	320 g
Schussgewicht	427 g
Wandstärke	1,6 mm
Legierung	AM 60
max. Fließlänge	289 mm
Umlenkungen	4 x ~ 90° (2 x 87°, 2 x 93°)

lich, mit einer langsameren ersten Phase oder aber mit dem von Frech patentierten Verfahren des Vorfüllens zu arbeiten, um eine bessere Entlüftung zu erreichen und somit die Gussqualität nochmals zu steigern. Bild 9 zeigt ein Teil, bei dem mit besserer Entlüftung die Mikroporosität signifikant reduziert werden konnte. Dies gelingt auch bei jenen Verfahren, die ohne sogenannten Pfropfen arbeiten.

Anhand dieser Beispiele mit klassischem Angusszapfen erkennt man, dass bereits die Beheizungstechnik ein großes Potential für eine optimierte Gießtechnik eröffnet. Gleichzeitig ist diese Technologie die Voraussetzung, um die FGS-Technik beim Magnesiumdruckgießen einzusetzen.

Bild 4 zeigt eine derartige Form. Dabei war es das Ziel für ein sehr dünnwandiges, langes Profilteil, den Anguss weitgehend zu vermeiden. Durch den Einsatz eines FGS-Systems in der Form ist das Schussgewicht nur um ca. ein Drittel größer als das Teilegewicht selbst. Bei der klassischen Angusstechnik einer Warmkammerform hätte das Verhältnis 2:1 betragen – das Teil wäre in der Konsequenz auf einer 200 t-Maschine nicht mehr gießbar gewesen.

Das Beispiel in Bild 10 und Tabelle 1 zeigt sehr gut, welche Möglichkeiten das FGS gerade auch im Magnesiumdruckgießen eröffnet. Zudem ist bei diesem Verfahren die Vermeidung von Angussmaterial ungleich wichtiger, da das Recycling aufwendiger ist. Die Prozessvorteile der

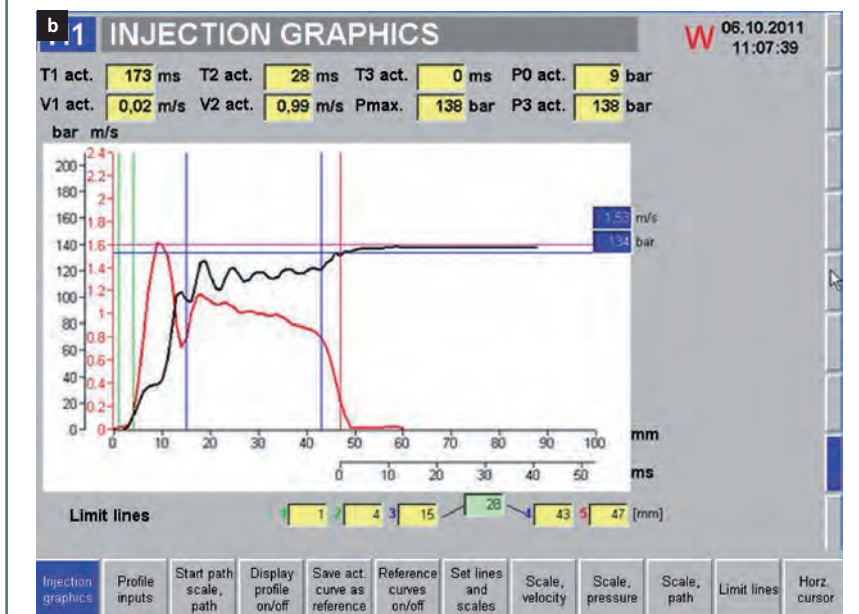
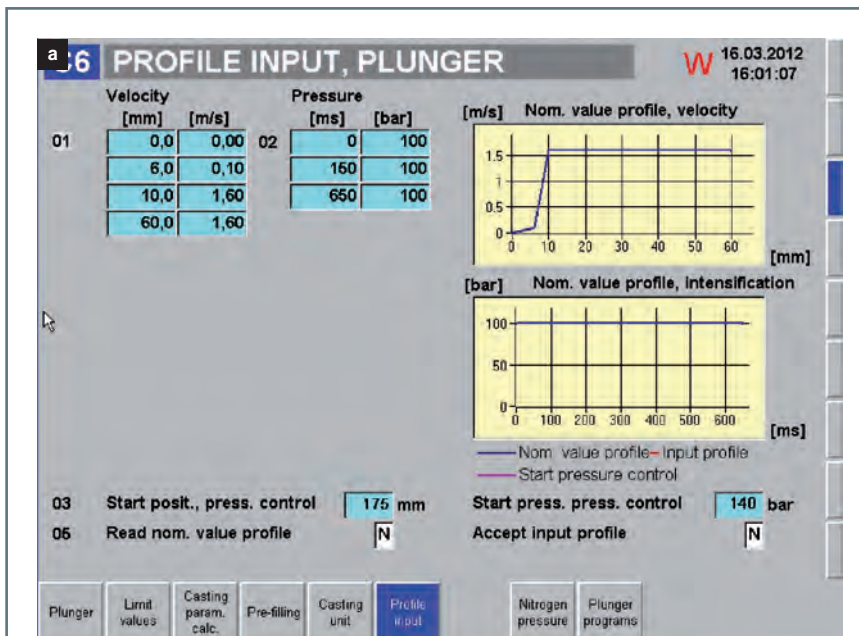


Bild 11: a) Gießprofil und b) Gießgraphik.

FGS-Technologie gelten auch beim Magnesiumdruckgießen, wie die Laborversuche im Frech-Technikum zeigten.

In Bild 11 ist das Gießprofil zu sehen. Darin erkennbar sind die für das Magnesiumwarmkammerdruckgießen niedrigen Gießgeschwindigkeiten und die exakte Formfüllung immer an absolut der gleichen Stelle, das heißt Niveauschwankungen im Ofen wirken sich hier nicht mehr aus, führen folglich nicht mehr zu Dosierschwankungen. Über das FGS-System und den FGS-Gießprozessablauf der Maschine ist sichergestellt, dass das Gießsystem immer vollständig bis in die Form hinein mit flüssiger Schmelze gefüllt ist.

Das Versuchsteil in Bild 10 war Untersuchungsgegenstand einer von Frech betriebenen Validierung der FGS-Technik in Anwendung auf das Magnesiumdruckgießen. Die Ergebnisse gerade hinsichtlich

- > der Teilegröße (Sprengfläche) bezogen auf die eingesetzte Druckgießmaschine,
- > der vergossenen Legierung AM 60 mit entsprechenden Anforderungen an die Temperierung sowie
- > des sehr dünnen Gussteils (1,6 mm) mit Fließwegen von ca. 289 mm bei gleichzeitig vier rechtwinkligen Umlenkungen

waren sehr positiv. Sie eröffnen z. B. beim Teilespektrum „dünnwandig und flächig“ interessante Möglichkeiten. Es ist gut vorstellbar, dass mit dieser Technik des Magnesiumwarmkammerdruckgießens künftig auch größere Teile gefertigt werden.

Dr.-Ing. Norbert Erhard, Geschäftsführer Oskar Frech GmbH + Co. KG, Schorndorf

Literatur:

[1] Giesserei 99 (2012), Nr. 1, S. 42 ff.