

EUROGUSS

DAS MAGAZIN

Exklusive Vorausschau auf die wichtigste Veranstaltung für die Druckguss-Industrie



TECHNIK, PROZESSE, PRODUKTE



ADDITIVE FERTIGUNG

Innovationen machen den Einsatz der Technologie immer effizienter und erschließen neue Einsatzfelder.

GUSS 4.0

Die vernetzte Gießerei wird Wirklichkeit. Neuheiten sorgen für die kostengünstige, zuverlässige Umsetzung.

NACHWUCHS

Gut ausgebildete Mitarbeiter werden zum Schlüssel für Wachstum und Innovation.

Nürnberg, Germany
14.– 16.1.2020



EUROGUSS 2020

Internationale Fachmesse für Druckguss:
Technik, Prozesse, Produkte

Save the date
14.– 16.1.2020

euroguss.de

Ideelle Träger

VDD Verband Deutscher
Druckgießereien

CEMAFON

The European Foundry Equipment
Suppliers Association

Wir beraten Sie gerne

Veranstaltungsteam EUROGUSS
T +49 9 11 86 06-86 52
T +49 9 11 86 06-86 23
euroguss@nuernbergmesse.de

NÜRNBERG / MESSE

So viel Wandel war selten

Aussteller und Besucher der EUROGUSS 2020 agieren in einem Markt, der sich seit der letzten Veranstaltung im Januar 2018 geändert hat. Nicht alle Veränderungen kamen überraschend, aber sie sind tiefgreifend. Da sind zum einen die Kunden, und die kommen in der Druckgussbranche hauptsächlich aus der Automobilindustrie und ihren Zulieferern. Die Automobilbranche ist einer der wichtigsten Industriezweige in Deutschland und Europa und spielt daher auch eine wichtige Rolle im Portfolio der NürnbergMesse. Man denke hier beispielsweise an die ECS – die weltweit größte Veranstaltung für die Lackindustrie oder die AEE – die Fachmesse zum Themenkomplex Karosseriebau, Lackierung und Endmontage. Der Abschied vom klassischen Verbrennungsmotor scheint eingeleitet zu sein. Es ist davon auszugehen, dass Fragen nach innovativen Gussteilen für Dieselmotoren abnehmen, und die Kunden künftig eher Fragen rund um Batteriegehäuse oder Wasserstofftanks beschäftigen werden. Die Prognosen für Druckgusserzeugnisse stehen auf Wachstum. Laut wie nie ist auch die Forderung von Kunden und Öffentlichkeit nach



Klimaschutz und Ressourceneffizienz. Ein Thema, das die Branche allerdings schon lange erfolgreich bearbeitet und wo sich dennoch Potenzial für Verbesserungen findet – auch im Sinne wirtschaftlicher Unternehmensführung. Am spannendsten ist jedoch der Trend zur Digitalisierung. Additive Fertigungsverfahren halten nun endgültig Einzug in die Gießereien, ob nun zum beschleunigten Werkzeug- und Formenbau oder für Aufträge in Losgröße 1. Die Industrie 4.0 streckt ihre Sensoren und Netzwerke bis in die Fertigungshallen aus und erlaubt neue Anwendungen und neue Einblicke in die Betriebsabläufe. All das verändert tiefgreifend die Produktionsabläufe und die Unternehmen selbst. Eines aber wandelt sich nicht: Die Notwendigkeit, sich mit Kollegen fachlich auszutauschen, über Entwicklungen zu diskutieren, neue Produkte kennenzulernen und Kunden zu treffen. So gesehen liegt es nahe, das Jahr 2020 auf der EUROGUSS zu beginnen. Denn die EUROGUSS ist der Treffpunkt für die europäische Druckgussbranche.

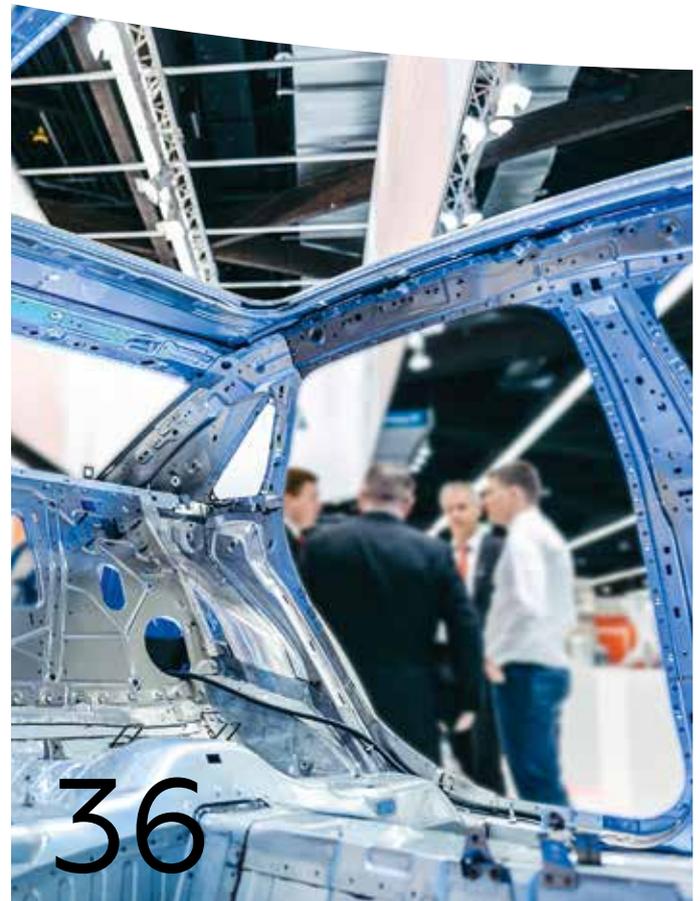
Rolf M. Keller
Mitglied der Geschäftsleitung
NürnbergMesse GmbH

MÄRKTE

- 6 Die Gießerei-Industrie in fünf Zahlen
- 8 EUROGUSS 2020:
Treffpunkt für die Druckgussbranche
- 12 Christopher Boss im Interview
- 14 Premiere am Drehkreuz der
Automobilindustrie
- 16 Wachstumseuphorie in der größten
Demokratie der Welt

TECHNOLOGIETRENDS

- 18 Strukturbauteile –
Chancen und Herausforderungen
Lucas Schulte-Vorwick
- 26 Guss von Innen
- 28 Paradigmenwechsel in der Gussimulation
Felix Radisch

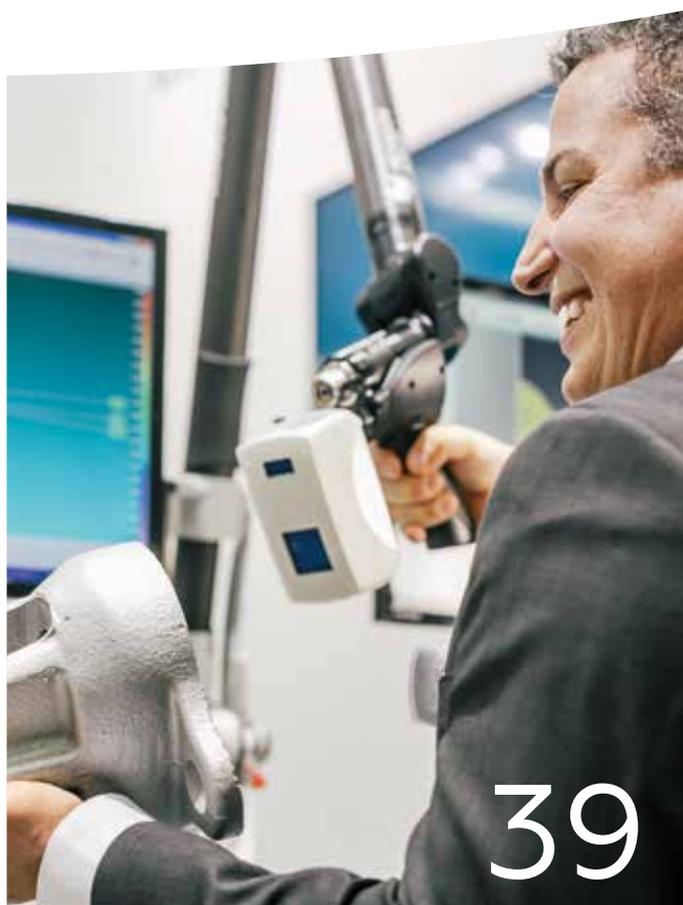


AUS DER BRANCHE

- 32 Ausbildung – Schlüssel für die Zukunft der Branche
- 36 Überall ist Druckguss
- 39 Vernetztes Gießen im Zeitalter von Industrie 4.0
- 42 Der Druckguss wird digital

ZUKUNFTSCHANCEN

- 44 Additive Fertigung
- 48 Fünf Herausforderungen für den Druckguss
- 50 Kommentar
Michael Franke



Die Gießerei- Industrie in fünf Zahlen

**1 LEICHT- UND ULTRALEICHTGUSS IN EUROPA:
DIE ZEHN GRÖSSTEN PRODUKTIONSLÄNDER 2018**
(Aluminium- und Magnesiumdruckguss addiert in Tonnen)
(Quellen: BD Guss und CAEF)

EUROPA ZUSAMMEN 3.942.824

0 200.000 400.000 600.000 800.000 1.000.000 1.200.000

Deutschland **1.038.211**

Italien **864.081**

Türkei **476.253**

Frankreich **394.727**

Polen **330.000**

Österreich **150.559**

Vereinigtes Königreich **149.540**

Ungarn **136.791**

Spanien **127.159**

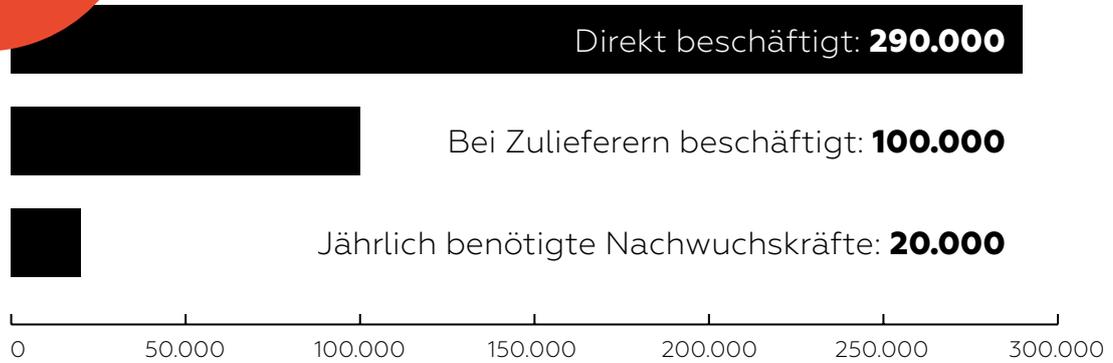
Tschechische Republik **102.500**





2 MENSCHEN IN DER EUROPÄISCHEN GIESSEREI-INDUSTRIE

Die Branche bleibt europaweit ein wichtiger Arbeitgeber. (Quelle: CAEF)



3 UMSATZ DER GIESSEREI-INDUSTRIE IN DEUTSCHLAND (2018)

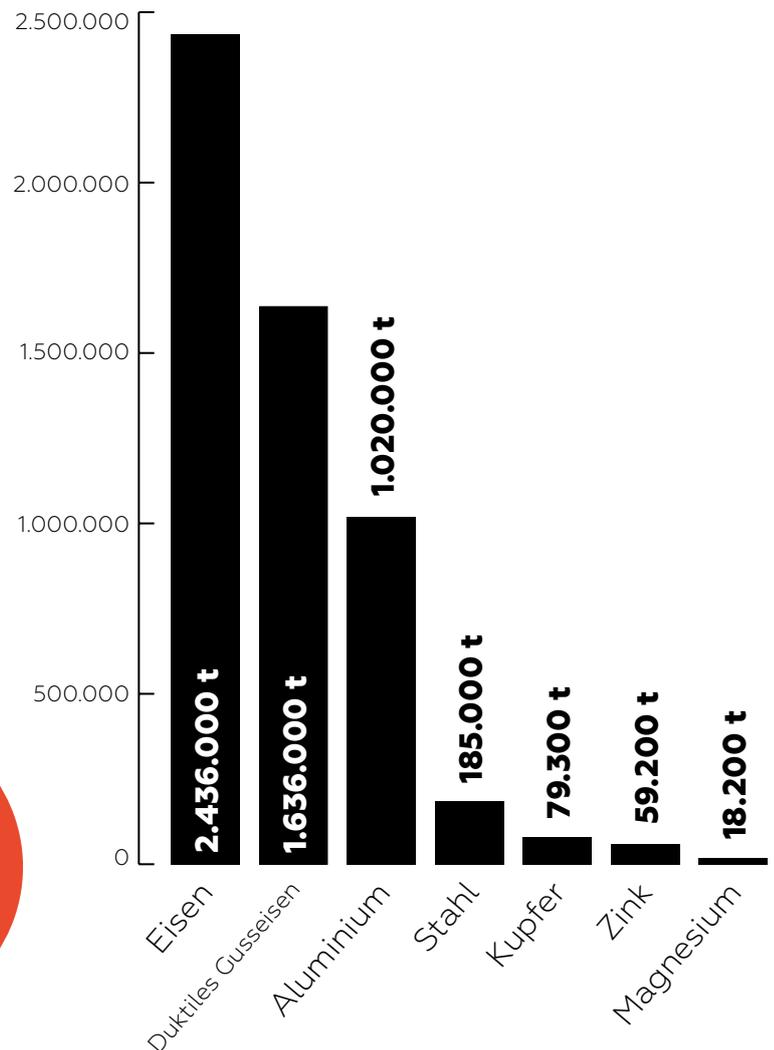
13.633.000.000 EURO

(Quelle: statist. Bundesamt und BD Guss; vorläufige Zahlen)



4 MARKTSEGMENTE IN DEUTSCHLAND 2018

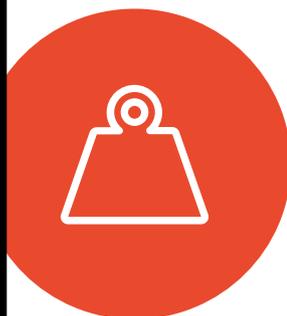
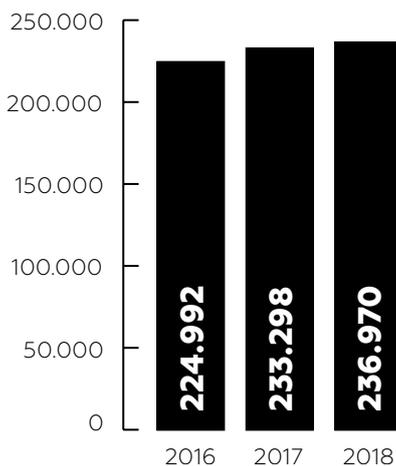
(Quelle: BD Guss; vorläufige Zahlen)



5 ZINKDRUCKGUSS WÄCHST LANGSAM ABER STETIG

(Produktionsvolumen in Tonnen)

(Quellen: BD Guss und CAEF)





EUROGUSS 2020

Treffpunkt für die Druckgussbranche

Alle zwei Jahre ist
Nürnberg die
Heimat der welt-
weit größten
Fachmesse für
Druckguss.

© NürnbergMesse

Die Märkte für Druckguss wachsen weltweit. Parallel entwickelt sich auch die EUROGUSS ausgezeichnet: sowohl im heimatlichen Nürnberg, als auch die Mitglieder der EUROGUSS-Produktfamilie in China, Indien, Mexico und Thailand.

leichtbauweise, Hybridbauteile, komplexe Gussformen und steigende Rohstoffpreise sind einige der aktuell in der Branche diskutierten Top-Themen, die die Entwicklungen rund um Druckguss vorantreiben und die auch die Agenda der Leitmesse EUROGUSS 2020 bestimmen werden. Vom 14. bis 16. Januar 2020 ist es wieder soweit: Die Druckgussbranche trifft sich im Messezentrum Nürnberg. Parallel zur Fachmesse findet der 20. Druckgusstag statt. Der renommierte Kongress bringt Praktiker und Forscher aus Industrie und Wissenschaft zusammen, um drei Tage lang die technologische Weiterentwicklung der Druckgussindustrie und ihrer Verfahren zu diskutieren. Veranstalter sind die Branchenverbände Verband Deutscher Druckgießereien (VDD) und Bundesverband der Deutschen Gießerei-Industrie (BDG).

Alle Antworten zum Thema Druckguss

Die EUROGUSS zeichnet sich dadurch aus, dass sie einen umfassenden Überblick zum Thema Druckguss bietet und

sich ganz auf ihr Thema konzentriert. So können sich die Besucher auch 2020 wieder auf innovative Lösungen für Druckgussverfahren wie Aluminium, Magnesium oder Zink freuen und einen Überblick über den aktuellen Stand der Technik bei Druckgussmaschinen, Rapid Prototyping, CNC Maschinen, Metalllegierungen, Formen, Peripheriegeräte, Prozessoptimierung und Energieeffizienz gewinnen. Bei der kommenden Veranstaltung wird es aber auch eine Reihe von Neuerungen geben: Erstmals öffnet eine vierte Halle, der Nachwuchs wird besonders angesprochen und das Begleitprogramm erweitert. (Mehr dazu im Interview mit Messeleiter Christopher Boss ab Seite 12.)

Die ganze Wertschöpfungskette

Die EUROGUSS ist die einzige Veranstaltung, die die gesamte Wertschöpfungskette des Druckguss abbildet: angefangen bei Rohstoffen über Technik und Prozesse bis hin zu den fertigen Produkten. Die Aussteller sind Druckgießereien sowie deren Zulieferer, Ausrüster und Dienstleister. Das Angebot richtet

sich an ein hochkarätiges Fachpublikum aus den wichtigsten Zielgruppen. Besonders stark vertreten sind unter den Besuchern die Automobilhersteller und ihre Zulieferer, aber auch Maschinen- und Anlagenbauer ebenso wie Fertigungsspezialisten, Entwickler oder Einkäufer.

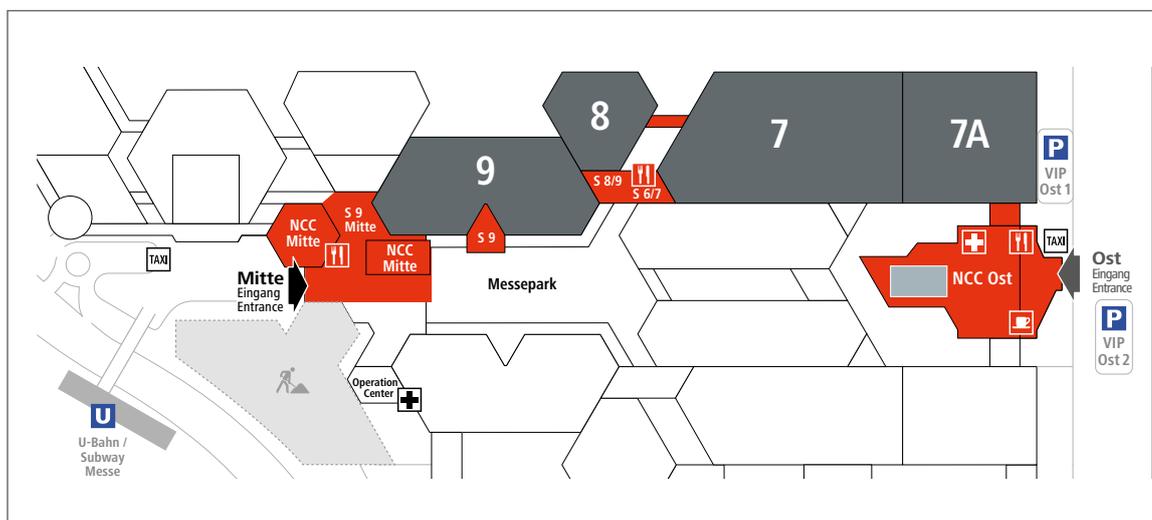
Rückblick auf 2018

Die EUROGUSS 2018 schloss nach drei erfolgreichen Messetagen mit einem Besucherrekord. Rund 15.000 Fachbesucher (2016: 12.032 Fachbesucher) kamen nach Nürnberg, um sich bei 641 Ausstellern über Innovationen und Trends in der Branche zu informieren. Dabei war die Internationalität des Fachpublikums nochmal deutlich gestiegen. Die Themen E-Mobilität, Strukturbauteile, anwendungsspezifische Legierungen und Additive Fertigung wurden an vielen Messeständen diskutiert. Der Druckgusstag, war ebenfalls sehr gut besucht und wurde von den Teilnehmern gelobt.



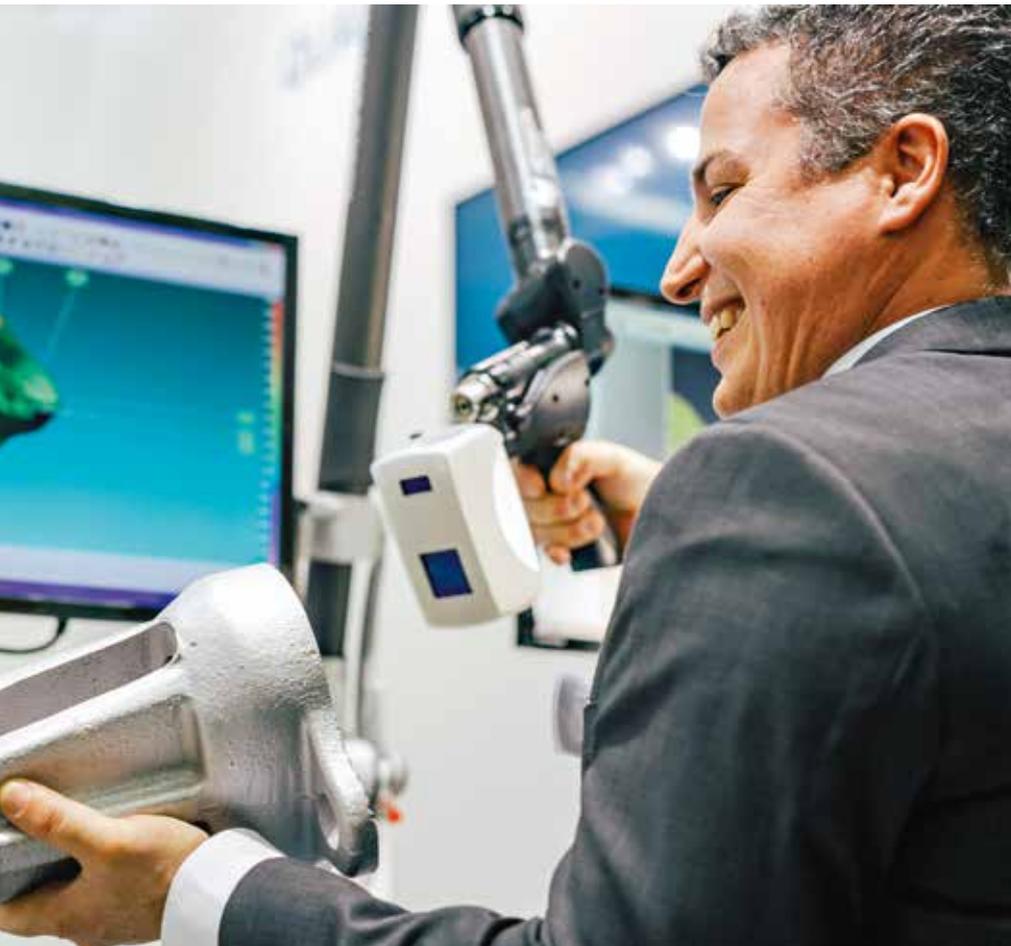
Internationale Fachmesse für Druckguss: Technik, Prozesse, Produkte
International Trade Fair for Die Casting: Technology, Processes, Products

Nürnberg | Deutschland | 14.–16.1.2020



Eine neue Halleneinteilung und ein zusätzlicher Besucherzugang tragen dem steigenden Interesse an der EUROGUSS Rechnung.

© NürnbergMesse



Neue Technologien für den Druckguss sind das Herzstück der Veranstaltung.

© NürnbergMesse

THE LEADING DIE CASTING SHOWS:

Eine große Messefamilie

Die Internationalität der Messe kommt auch in der wachsenden Zahl der internationalen Mitglieder der Produktfamilie zum Ausdruck: Aktuell ist die EUROGUSS Family in vier Märkten vertreten: China, Indien, Thailand und Mexiko. China ist der weltweit größte Druckgussmarkt. Die NürnbergMesse ist hier mit der CHINA DIECASTING, Chinas führende Messe, bereits seit mehr als fünf Jahren aktiv. Die Fachmesse findet jährlich in Shanghai statt.

Wachstumsmarkt Indien

Indien ist der international drittgrößte Produzent von Aluminiumdruckgussteilen (Lesen Sie den Länderbericht auf Seite 16). Die ALUCAST ist Indiens Leitmesse für Druck- und Aluminiumguss und findet das nächste Mal 2020 in Chennai statt. Premiere feierte 2018

der Ausstellerpavillon EUROGUSS ASIA PACIFIC im Rahmen der Metal AP, Fachmesse für die Metall- und Gussindustrie in Bangkok. Thailand zählt zu den Top fünf Ländern der Automobilproduktion und ist äußerst lukrativ für die Branche.

Mexiko: Markt mit Potenzial

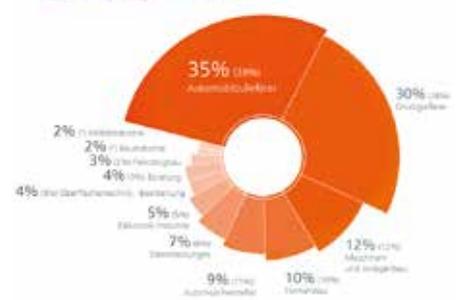
Auch Mexiko gilt als großer Potenzialmarkt und ist einer der führenden Märkte von Kraftfahrzeugen. (Lesen Sie den Länderbericht auf Seite 14) Aufgrund des großen Interesses und der erfolgreichen Durchführung des Ausstellerpavillons in 2018, wird es ab 2020 eine eigenständige Fachmesse EUROGUSS Mexico geben. Die Veranstaltung zeigt die gesamte Bandbreite des Leichtmetallgusses und findet im November 2020 in Guadalajara statt.

Damit bleibt Druckguss im Fokus – in Europa und der gesamten Welt.

STRUKTURDATEN

	GESAMT	DEUTSCHLAND	INTERNATIONAL
Standorte	641	297	344
Besucher	15.354	8.632	6.722
Ausstellende Unternehmen	33.100	—	—
Spezialmaschinen	18.758	9.019	9.739

BESUCHERBRANCHEN



Auf internationalem Parkett: Über 54 Prozent der EUROGUSS-Aussteller kommen aus dem Ausland.

© NürnbergMesse

Veranstaltungsort: Messezentrum Nürnberg
 Veranstaltungstermin: Dienstag, 14. bis Donnerstag, 16. Januar 2020
 Öffnungszeiten: Täglich von 09:00 – 17:00 Uhr
 Tageskarte: EUR 40
 Dauerkarte: EUR 50
 Website: www.euroguss.de



Die Automobilindustrie und ihre Zulieferer zählen zu den größten und wichtigsten Abnehmern von Druckguss. Doch auch andere Industriezweige wie die Elektroindustrie wachsen stark.

© NürnbergMesse



Innovationen für den Druckguss

Messeleiter Christopher Boss steckt mitten in den Vorbereitungen für die EUROGUSS 2020. Wenige Monate vor dem Start hat das EUROGUSS-Magazin nachgefragt, was die Besucher erwartet.

Herr Boss, welche neuen Trends sehen die Besucher auf der EUROGUSS 2020?

Es wird bei der EUROGUSS 2020 erstmals die Sonderschau „Additive Fertigung“ geben, denn 3D-Druck wird auch im Bereich Druckguss immer wichtiger. Das Ziel ist die gesamte Wertschöpfungskette darzustellen. Eine weitere Neuheit ist der Gemeinschaftstand „Innovation made in Germany“. Das ist eine vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) geförderte Messeteilnahme für junge innovative Unternehmen. Wir erhoffen uns dabei vor allem auch Firmen anzusprechen, die nicht ausschließlich im Druckguss unterwegs sind, für die diese Branche aber spannend ist.

Asien ist heute Zentrum des Druckguss. Was bedeutet das für Nürnberg?

Diese Märkte, allen voran natürlich China, entwickeln sich rein quantitativ betrachtet, sehr stark. Aber in Deutschland und in Europa ist extrem viel Know-how vorhanden. Die wirklichen Innovationen kommen aus unseren Breitengraden. Nichtsdestotrotz sind wir seit 2013 in China mit der CHINA DIECASTING und seit 2014 in Indien mit der ALUCAST vertreten. Letztes Jahr fand außerdem erstmals der Ausstellerpavillon EUROGUSS ASIA PACIFIC im Rahmen der METAL AP in Thailand statt, und im November 2020 geht die EUROGUSS Mexico zum ersten Mal als eigenständige Messe an den Start. Sie stellt das Thema Leichtmetallguss in den Fokus. Wir bieten also mit unseren Messen

Unternehmen eine Plattform, Teil dieser rasanten Bewegung zu werden. Aber es kann natürlich sein, dass eine CHINA DIECASTING, die aktuell circa 450 Aussteller hat, mittelfristig die Größe einer EUROGUSS erreicht oder darüber hinaus geht.

Beeinflussen diese Veranstaltungen auch die Messe in Nürnberg?

Vor allem wird unser Netzwerk immer größer - nicht nur an Unternehmen und Besuchern, sondern vor allem an Partnern, Verbänden und Medien. Wir nutzen bereits heute unser großes Netzwerk, um die Messe auch für den Transfer von Wissen zu nutzen. Interessant ist aber zum Beispiel die Besucherkommunikation in China: Dort beherrscht WeChat die gesamte Kommunikation. Das haben wir

für die EUROGUSS mitgenommen und gründeten daraufhin erstmals zur 2018er Veranstaltung einen WhatsApp-Kanal, der Besuchern und Ausstellern schnelle Informationen jederzeit mobil zur Verfügung stellt. Außerdem können sie darüber noch direkter mit uns kommunizieren.

Das Wachstum verlangsamt. Bereiten sich Aussteller und Besucher nun anders auf die Messe vor?

Messen sind Marktplätze der Branche und bilden damit 1:1 den Markt ab. Sicherlich betrachten wir mit Spannung die aktuellen Entwicklungen in der Wirtschaft. Bislang merken wir jedoch keinen Rückgang bei den Ausstellern. Ganz im Gegenteil: Die Fläche wird zur Veranstaltung 2020 um rund 15 Prozent größer sein. Viele Unternehmen haben ihre Stände vergrößert. Die EUROGUSS ist schon immer eine klassische 1-2 Tage Messe. Sprich Besucher reisen am Vorabend an und sind dann für einen Tag auf der Messe. Mit der Laufzeit von drei Tagen von Dienstag bis Donnerstag und einer Größe von vier Hallen sind wir meiner Meinung nach perfekt aufgestellt. Das wird uns von Ausstellern und

Besuchern auch immer wieder bestätigt. Sicherlich bieten digitale Tools wie die digitale Aussteller- und Produktdatenbank die Möglichkeit sich individuell und effizient auf den Messebesuch vorzubereiten.

Welche Rolle spielt der Nachwuchs für die EUROGUSS?

Wir merken, dass dieses Thema aktuell die gesamte Branche und damit auch unsere Aussteller sehr beschäftigt. Oftmals können nicht nur Lehrstellen,

„Die EUROGUSS ist die einzige Veranstaltung, die die gesamte Druckguss-Prozesskette abbildet.“

sondern auch Stellen für Fachkräfte nicht besetzt werden. Die Unternehmen aus dem Bereich Druckguss müssen also investieren, um als attraktive Arbeitgeber wahrgenommen zu werden. Aus diesem Grund werden wir zur EUROGUSS 2020 das Thema Recruiting verstärkt in den Fokus rücken und den Ausstellern verschiedene Möglichkeiten anbieten, potentielle Arbeitnehmer anzusprechen, ob Fachkraft oder Nachwuchs. Mit der Sonderschau „Forschung, die Wissenschaft(f)t“ bieten wir bereits seit vielen Jahren Universitäten die Möglichkeit, sich auf der EUROGUSS zu präsentieren. Außerdem wird es 2020 erstmals den EUROGUSS Talent Award für Nachwuchskräfte im Bereich Druckguss geben. Absolventen reichen ihre Abschlussarbeiten ein und eine Fachjury wählt dann die besten aus. Der Gewinner wird auf die EUROGUSS eingeladen und darf seine Abschlussarbeit vorstellen. Außerdem wird die Arbeit in Form eines Fachartikels auf der Online-Plattform SPOTLIGHTMETAL veröffentlicht und er erhält zudem noch einen attraktiven Sachpreis.



Ein Blick in die Zukunft: Welche Innovationen werden die EUROGUSS 2040 prägen?

Das Thema Personalisierung wird immer weiter zunehmen. Das bedeutet beispielsweise, dass eine Kamera im Eingangsbereich erkennt, wenn Sie die Messe betreten. Ihr persönliches Ticket wird bereits parallel gedruckt und Ihre App erkennt, dass Sie sich jetzt auf dem Gelände befinden und berechnet automatisch die Laufwege zu den Ausstellern, die wir im Vorfeld für Sie identifiziert haben. Gleichzeitig erhält der Aussteller die Nachricht, dass Sie in voraussichtlich 5 Minuten an seinem Stand sein werden und kann Sie bereits mit einer individualisierten Präsentation begrüßen. Das wird noch deutlich vor 2040 der Fall sein. Grundsätzlich wird sich jedoch nichts am Bedürfnis der Menschen ändern, sich PERSÖNLICH miteinander auszutauschen – selbst 2040, wenn Druckgussteile nicht mehr hauptsächlich in Autos, sondern etwa in autonomen Drohnen-Taxis verbaut werden.



Premiere am Drehkreuz der Automobilindustrie

Die EUROGUSS Mexico geht 2020 vom 10. bis 12. November auf dem Messegelände Expo Guadalajara nach dem erfolgreichen Start in Form eines Ausstellerpavillons einen weiteren Schritt. Dargestellt wird die gesamte Bandbreite des Leichtmetallgusses, der durch den Wandel des globalen Mobilitätsmarktes besonders profitiert. Autorin: Corinna Robertz



Die Arbeitskraft war vorhanden und die Beschaffung von Rohmaterial möglich“, antwortet Jonathan Herrera von der Nissan Motor Corporation nüchtern auf die Frage, warum der japanische Automobilhersteller in Mexiko produziert. Hinter ihm stehen die polierten Ausstellungsfahrzeuge der in diesen Werkhallen entstandenen Modelle Sentra, Kicks, March/Micra und Versa.

Herrera ist selbst Beispiel der erwähnten Arbeitskraft: gut ausgebildet und mit beruflichen Stationen in Deutschland

und Frankreich. Zusätzlich lernt Nissan in eigenen Training Centers seine Fachkräfte für morgen an - mit japanischen Methoden für nordamerikanische Arbeiter.

In dem Werk in Aguascalientes führt Herrera seine Zuhörer durch die Hallen. Die Besucher sind Teilnehmer der EUROGUSS Mexico, die neben einem ausführlichen Konferenzprogramm auch die Besichtigung des Nissan-Werks in dem rund 200 Kilometer nördlich von Guadalajara gelegenen Aguascalientes angeboten hat. Die Region ist von Werken wichtiger Hersteller, Zulieferer

sowie Zentren für Forschung & Entwicklung umgeben – darunter auch Honda, VW, Toyota, Siemens und Valeo. Das Werk von Nissan in Aguascalientes soll beispielhaft sein, denn der mit Abstand größte Abnehmer von Druckgussteilen in Mexiko ist die Automobilindustrie.

Das Marktforschungsunternehmen Mordor Intelligence spricht von einem Volumen von 1,8 Milliarden US-Dollar, auf das der mexikanische Markt für Kfz-Teile aus Druckguss bis 2020 wachsen soll. Der Umsatz bei Aluminiumdruckguss im Automobilbereich soll bis in selbes Jahr jährlich um rund acht Prozent, bei Magnesiumteilen um durchschnittlich zehn und bei Teilen aus Zink um zwei Prozent steigen. Die Produktionswerke der Automobilhersteller ziehen Zulieferer an. Viele Gießereiunternehmen haben in jüngster Vergangenheit nach Mexiko expandiert und neue Werke in Betrieb genommen. Bestehende mexikanische Zulieferbetriebe müssen ihre Fertigung fortlaufend modernisieren, um die geforderten Produktionsstandards weiterhin zu erfüllen. Daher ist auch der Bedarf an Gießereimaschinen und Ausrüstung stetig gestiegen. Diese werden vor allem importiert, die bedeutendsten Bezugsländer sind USA, China, Italien und Deutschland.

Mit der Montage von Fahrzeugen in Mexiko begann Nissan 1966 mit der Produktion des Datsun Bluebird im CIVAC-Werk Morelos. Diese Produktionsstätte war die erste des Unternehmens, die außerhalb Japans errichtet wurde. Neben einem



MEXIKO IST MIT 3,46 MILLIONEN UNITS DER WELTWEIT SIEBTGRÖSSTE AUTOMOBILPRODUZENT UND MIT 2,76 MILLIONEN UNITS DER VIERTGRÖSSTE AUTOMOBILEXPORTEUR.

Die Fahrzeuge werden hauptsächlich in Nordamerika vertrieben, ermöglicht durch bestehende Freihandelsabkommen.

Werk in Cuernavaca und zwei in Aguascalientes betreibt die Nissan-Renault-Allianz in derselben Stadt ein Joint Venture mit Daimler. COMPAS (Cooperation Manufacturing Plant Aguascalientes) ist die neue 1-Milliarde-US-Dollar-Produktionsstätte, die mit der Produktion des Infiniti QX50 begonnen hat und in der auch die Mercedes-Benz-A-Klasse Sedan entstehen soll. Die Fahrzeuge werden hauptsächlich in Nordamerika vertrieben, ermöglicht durch bestehende Freihandelsabkommen.

Während Automobilhersteller wie Mercedes-Benz (mit Nissan), BMW, Audi und Toyota neue Werke in Mexiko errichten, erweitern andere Hersteller wie General Motors, Fiat-Chrysler, Honda und Hyundai ihre bestehenden Fabriken. Mexiko, ein Land mit rund 123 Millionen Einwohnern und einer Fläche fast sechsmal so groß wie Deutschland, ist nach Brasilien die zweitgrößte Volkswirtschaft Lateinamerikas. Mexiko ist mit 3,46 Millionen Units der weltweit siebtgrößte Automobilproduzent und hinter Deutschland, Japan und Südkorea mit 2,76 Millionen Units der viertgrößte

Automobilexporteur. Das Land verschafft günstigen Zugang zu Märkten im amerikanischen und pazifischen Raum, wird das Drehkreuz für den weltweiten Export von Automobilen genannt.

Die EUROGUSS Mexico will, gemeinsam mit dem Gießerei-Cluster „Cluster de la Fundicion“ sowie dem mexikanischen Aluminiumverband IMEDAL, Unternehmen das Tor zum mexikanischen Wirtschaftsraum öffnen: „Mexiko hat enormes Potenzial. Die äußerst erfolgreiche Durchführung und das durchweg sehr positive Feedback der Aussteller des EUROGUSS Mexico Pavillons hat uns darin bestärkt, die EUROGUSS Mexico als eigenständige Fachmesse zu etablieren“, erklärt Christopher Boss, Leiter und internationaler Produktmanager der EUROGUSS. Der Bedarf an einer Fachmesse im Bereich Leichtmetallguss sei definitiv vorhanden und eine eigenständige Veranstaltung der logische Schluss. „Viele der EUROGUSS-Aussteller haben uns ihre Teilnahme schon zugesagt“, so Boss weiter. Im zweijährigen Turnus mit Beginn 2020 wird das globale Treffen das Thema Druckguss, aber auch weitere Leichtmetallgussverfahren

wie Kokillenguss, Niederdruckguss und Aluminium-Sandguss für die Werkstoffe Aluminium, Zink und Magnesium zur Diskussion stellen.

Was Jonathan Herrera als Beweggrund für den mexikanischen Markt erklärt hat, klingt in den Messetagen nach: Arbeitskraft ist, in Mexiko wie weltweit, Antrieb der Industrie. BMW Mexicana, die seit diesem Jahr im neuen Werk in San Luis Potosi die 3er-Serie von BMW produzieren, sprechen von einem Wettkampf um die Arbeiter. Für die 300 Hektar große und 1 Billion US-Dollar starke Anlage rekrutierte das Unternehmen 1500 neue Kräfte, mit deren Hilfe bis zu 175.000 Fahrzeuge jährlich fertig gestellt werden sollen. Arbeitskraft finden, Nachwuchs bilden, das will auch die EUROGUSS in Mexiko schaffen. Expertise hat sie, als Mitglied der Druckguss-Produktfamilie, dafür genügend.



EUROGUSS Mexico

10. – 12. November 2020

Guadalajara, Mexiko

www.euroguss-mexico.com

DER UMSATZ BEI ALUMINIUMDRUCKGUSS IM AUTOMOBILBEREICH SOLL BIS 2020 JÄHRLICH UM 8, BEI MAGNESIUMTEILEN UM 10 UND BEI TEILEN AUS ZINK UM 2 PROZENT STEIGEN.



Produktionswerke namhafter Automobilhersteller wie Audi, BMW, VW Toyota oder Mercedes-Benz ziehen Zulieferer an und stärken den mexikanischen Wirtschaftsraum.

Wachstumseuphorie in der größten Demokratie der Welt

Indien, das bald bevölkerungsreichste Land der Welt, will Musterstandort der Automobilproduktion werden. Die ALUCAST lädt vom 3. – 5. Dezember 2020 nach Chennai, um dem globalen Treffen der Aluminiumindustrie beizuwohnen. Autorin: Corinna Robertz



Sein Land soll China endlich auf Augenhöhe begegnen, und dafür muss sich einiges ändern: Indiens Premierminister Narendra Modi ist in diesem Jahr mit seiner Partei BJP eindrucksvoll erneut gewählt worden. Es war die deutlichste Wiederwahl einer indischen Regierungspartei seit 1971. Damit tritt Modi seine zweite, fünfjährige Amtszeit zum Regierungschef an. Der Hindu-Nationalist ist mit dem Versprechen von Dynamik und Fortschritt für sein Land berühmt geworden.

Narendra Modi ist Premierminister eines Landes, in dem 600 Millionen Menschen unter 25 Jahren leben. Die Bevölkerung wächst schneller als die in China. Das bedeutet: Indien wird, noch vor 2025, das bevölkerungsreichste Land der Welt sein. Die Demographie lockt, nicht zuletzt wegen der kraftvollen, vor allem aber

kostengünstigen Arbeitskraft, globale Investoren. Denn mit expansiver Finanzpolitik fördert die Regierung den Konsum. Dazu gesellt sich das Potenzial und die Größe des indischen Absatzmarktes.

„Make in India“ soll ein Aufruf zum Handeln an die indischen Bürger und Wirtschaftsführer als auch eine Einladung an potenzielle Partner und Investoren der ganzen Welt sein: Unter der Leitung des Premierministers und seiner Parole „Minimum Government, Maximum Governance“ wurde die Initiative 2014 ausgerufen. Sie soll die Fertigungsindustrie stärken, indem die Bedingungen für globale Unternehmen reformiert wurden. Waren sollen zukünftig weniger importiert, sondern vielmehr vor Ort gefertigt werden. So will Modi das Handelsbilanzdefizit reduzieren und pro Monat eine Million Jobs für die Bevölkerung schaffen.

Bisher besitzen nur etwa 3,2 Prozent der Inder ein Auto, in Deutschland beispielsweise sind es fast 70 Prozent. Mit der Einführung von 100 Prozent Foreign Direct Investment (FDI) in den Automobil- und Zuliefersektor haben globale Unternehmen begonnen, im Land Produktionsstätten zu errichten. Die Fahrzeuge werden sowohl für den lokalen als auch den globalen Markt gebaut. Nicht zuletzt die Ankündigung des deutschen Automobilkonzerns Volkswagen sorgte für Aufsehen: In den Jahren bis 2021 werde das Unternehmen rund 1 Milliarde Euro für das Land aufwenden, sechs neue Modelle sollen in die Entwicklung gehen. Die Leitung des „India 2.0“ genannten Expansionsprojekts übernimmt Skoda.

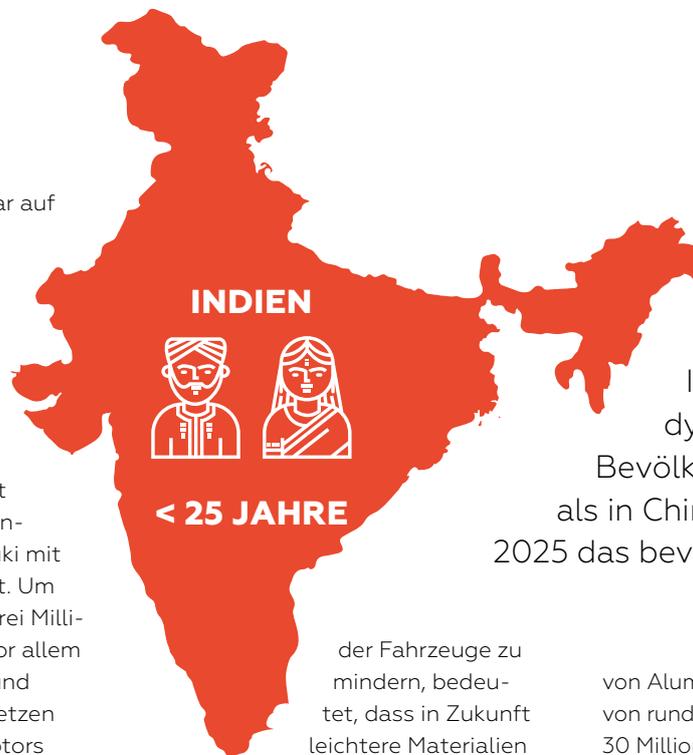
Bis zum gleichen Jahr kündigte auch Kia Motors, zweitgrößter Automobilhersteller aus Südkorea, eine Erhöhung seiner

Investition von 1,1 Milliarden Dollar auf zwei Milliarden Dollar an. Damit sollen 10000 Arbeitsplätze geschaffen werden.

Denn noch profitieren japanische und koreanische Marken von der Lust der Inder am Autofahren: Der mit Abstand größte Autobauer auf dem Subkontinent ist das japanisch-indische Gemeinschaftsunternehmen Maruti Suzuki mit einem Marktanteil von 53 Prozent. Um seine Stellung zu halten, sollen drei Milliarden Dollar investiert werden, vor allem für die Entwicklung elektrischer und hybrider Fahrzeuge. Folgend besetzen Hyundai Motor India und Tata Motors den Markt. Als Automobilzulieferer in Indien sind Bosch, Rico Auto Industries, Wheels India, Continental, Magna, Valeo oder Schaeffler India zu nennen.

Geschafft werden soll der Paradigmenwechsel in der Automobil- und Transportindustrie durch die Förderung von hybrider und elektrischer Mobilität. Der National Electric Mobility Mission Plan 2020 (NEMMP) sieht bis 2020 einen Fahrzeugbestand von rund 6 bis 7 Millionen dieser Fahrzeuge vor.

Die Verschärfung der Umweltgesetzgebung und der steigende Druck, Kraftstoffverbrauch und CO₂-Emission



der Fahrzeuge zu mindern, bedeutet, dass in Zukunft leichtere Materialien als Stahl und Gusseisen benötigt werden. In elektrisch angetriebenen Fahrzeugen muss das zusätzliche Gewicht der Lithium-Ionen-Batterien ausgeglichen werden. Damit sind dünnwandige Gussteile für die Leichtbauweise von Fahrzeugen und Strukturteilen wichtig, die die Last tragen, indem sie das beste Verhältnis von Gewicht zu Stärke bieten.

Die Dynamik der Aluminiumindustrie wird sich mit erhöhter Verwendung ändern: Bis 2022 soll das durchschnittliche Auto fast 100 zusätzliche Kilogramm Aluminium enthalten, um schwere Komponenten zu ersetzen. Weltweit soll sich der Einsatz

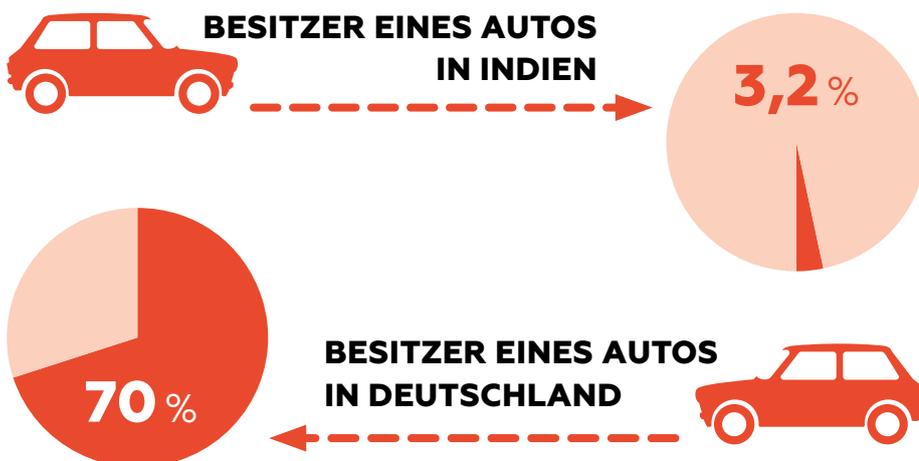
IN INDIEN LEBEN 600 MILLIONEN MENSCHEN UNTER 25 JAHREN.

Indien ist demokratisch, dynamisch, jung: Weil die Bevölkerung schneller wächst als in China, wird Indien noch vor 2025 das bevölkerungsreichste Land der Welt sein.

von Aluminium im Automobil bis 2025 von rund 12 auf 25 Prozent, das entspricht 30 Millionen Tonnen, verdoppeln.

„In Indien gibt es viel zu tun“, räumt Sonia Prashar, Geschäftsführerin der NürnbergMesse India, die die ALUCAST veranstaltet, ein. Gemeinsam mit dem Verband für Aluminiumguss ALUCAST (Aluminium Casters' Association of India) kommt das Publikum für das globale Treffen der Aluminiumindustrie alle zwei Jahre in wechselnden Städten Indiens zusammen. Rund 150 Aussteller bilden auf 7000 Quadratmeter Fläche die gesamte Wertschöpfungskette des Aluminiumdruckgusses ab. Prashar fügt an: „Wir haben noch nicht erreicht, was China geschafft hat. Aber um Teil der indischen Wachstumsgeschichte zu werden, würde ich doch hier sein wollen. Die Möglichkeiten sind absolut unbegrenzt.“

Ab 2020 tritt in Indien die Emissionsnorm Bharat VI in Kraft, die der EURO-VI-Norm entspricht. Für die Aluminiumindustrie eröffnet die Entwicklung die Opportunität des Neuen: Im stillen Auto der Zukunft, in dem kein Verbrennungsmotor röhrt, wird Lärmkompensation wichtig. Ebenso ist die gießtechnische Integration elektronischer Funktionselemente, das „Smart Casting“, von zunehmender Bedeutung. Sie ermöglichen die Zustandsüberwachung von Gussteilen während ihrer Nutzungsphase und bilden die Basis für die Digitalisierung der Herstellungsprozesse von Gussteilen.



Um zukünftig nationale Kraftstoffsicherheit zu gewährleisten, zielt der National Electric Mobility Mission Plan 2020 darauf ab, einen Bestand von 6 – 7 Millionen Hybrid- und Elektrofahrzeugen in Indien zu erreichen.



ALUCAST

3. – 5. Dezember 2020

Chennai, Indien

www.alucastexpo.com

Strukturbauteile – Chancen und Herausforderungen

Strukturbauteile aus Leichtmetalldruckguss sind ein zentraler Bestandteil der Karosserie und leisten einen erheblichen Beitrag zur Leichtbaustrategie. Um auch künftig wettbewerbsfähig im Vergleich mit neuen Technologien wie dem Additiv Manufacturing zu sein, bedarf es neuer Konzepte für die Strukturbauteile der nächsten Generation. Die drei Hauptanforderungen dabei lauten: Gewichtsreduzierung, Kostensenkung und Flexibilitätssteigerung. Vor dem Hintergrund zunehmender Komplexität und Vernetzung des Herstellungsprozesses können eine effiziente Prozessentwicklung und ein reibungsloser Produktanlauf nur mit dem konsequenten Einsatz von Simulation und intelligenten Auswertetools zur Fehlersuche und -behebung gelingen.

Schlagworte: Druckguss, Leichtmetallguss, Simulation, Strukturbauteile

Autor: Lucas Schulte-Vorwick

Im Zug der öffentlichen Debatte um den Dieselantrieb wird in Politik und Gesellschaft viel über die Zukunft des Verbrennungsmotors und der Elektromobilität diskutiert. In Deutschland stehen Fahrverbote für dieselbetriebene Fahrzeuge älterer Generationen in Innenstädten im Raum. Großbritannien plant ab 2050 keine neuen PKW mit Verbrennungsmotor mehr zuzulassen, Frankreich ab 2040 und die Niederlande sogar bereits ab 2035 [1]. Bis es soweit ist soll der Umstieg auf Elektrofahrzeuge mit Kaufprämien, Steuererleichterungen [2] und anderen Anreizen wie zum Beispiel reduzierten Parkgebühren beschleunigt werden [3]. Gleichzeitig soll in vielen Städten der lokal emissionsfreie ÖPNV weiter vorangetrieben werden. Die chinesische Stadt Shenzhen beispielsweise hat bereits all ihre 16.000 Busse auf E-Antrieb umgestellt [4]. Ebenso präsent und viel diskutiert die Frage nach dem Antrieb der Zukunft sind die Themen „autonomes Fahren“ und „ver-



Druckgießen



Schleifen

Wärmebehandlung



Richten



Bezahlbarer Leichtbau

Ein ganz entscheidender Aspekt ist und bleibt dabei das Thema „Leichtbau in der Karosserie“ und hier insbesondere der Einsatz von Strukturbauteilen aus Leichtmetalldruckguss.

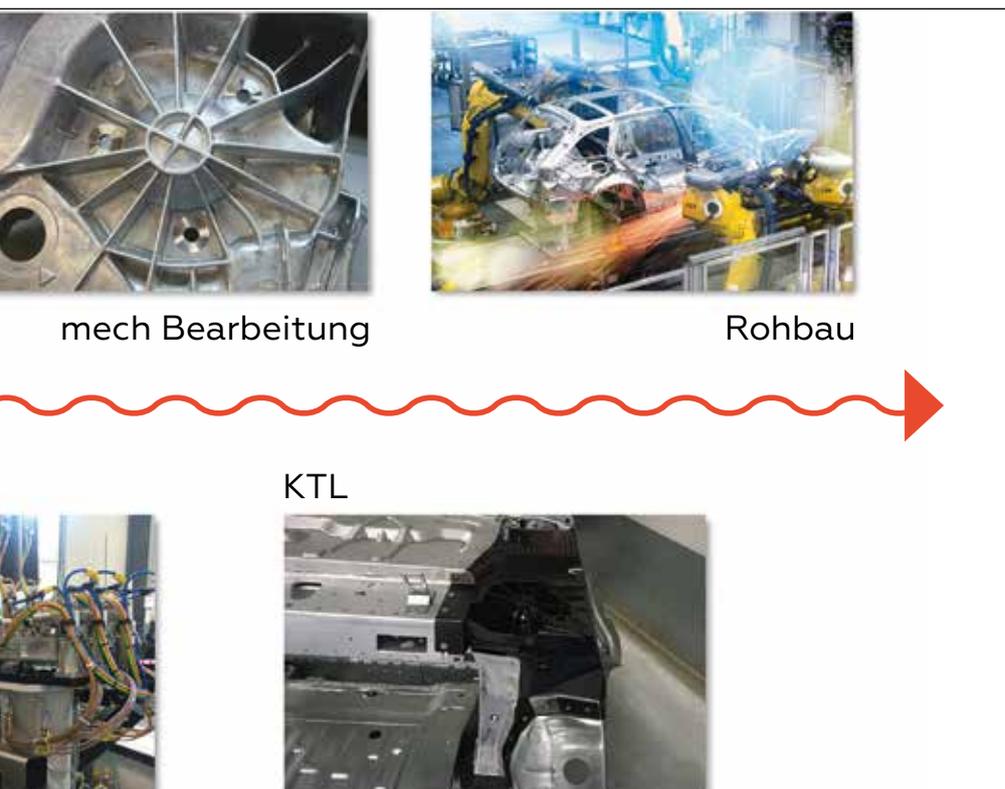
Bestand die Karosserie anfangs aus zusammengeschweißten Stahlprofilen und -blechen wurde der Stahl im Zuge der Leichtbauinitiative sukzessive durch andere Materialien wie zum Beispiel Aluminium substituiert – die Hybridbauweise in der Karosserie war geboren. Berücksichtigt man jedoch die ISO-Stei-figkeit, so stößt die reine Materialsubstitution recht bald an Grenzen. Nur durch anforderungsgerecht partiell verstärkte bzw. ausgedünnte Wanddicken lässt sich das Gewicht noch weiter reduzieren. Dies gelingt mit dem Einsatz integrativer Gussbauteile in strukturellen Anwendungen [5].

Neben der Gewichtsreduzierung eröffnet sich damit auch ein erweiterter geometrischer Gestaltungsspielraum, der die Integration einer Vielzahl verschiedener Funktionen ermöglicht.

netzte Mobilität“, denen mittelfristig eine große Bedeutung zukommen wird.

Auch wenn der Fokus aktuell auf diesen Themen liegt, darf eines nicht vergessen werden: Unabhängig davon wie das Auto der Zukunft angetrieben wird und ob dann noch ein Mensch am Steuer sitzt oder autonom an sein Ziel gefahren wird, auch das Fahrzeug der Zukunft wird eine irgendwie geartete Karosserie benötigen. Und auch hier muss und wird die Entwicklung weitergehen.

1 Wertstrom zur Herstellung aktueller Strukturbauteile.



Auch für die nächste Generation der Strukturbauteile gibt es verschiedene Ansätze, um bestehenden und neuen Anforderungen noch besser gerecht zu werden. Um die damit verbundenen Chancen voll ausschöpfen zu können, müssen jedoch zunächst auch Herausforderungen gemeistert werden. Die Entwicklung und Produktion ist insofern herausfordernd, als dass dabei drei wesentliche Anforderungen zu berücksichtigen sind.

Die erste betrifft die weitere Reduzierung des Fahrzeuggewichts. Dies ist einerseits zur Erreichung der gesetzlichen Vorgaben in Bezug auf Kraftstoffverbrauch und CO2-Emissionen aber auch vor dem Hintergrund einer guten Fahrdynamik erforderlich. Im Zuge der Elektrifizierung der Fahrzeugflotten werden in den nächsten Jahren immer mehr Hybridfahrzeuge auf die Straße drängen. Diese verfügen neben dem herkömmlichen Verbrennungsmotor zusätzlich auch über einen Elektroantrieb inklusive eines Energiespeichers. Dieser zusätzliche Antrieb bringt ein Mehr an Gewicht mit sich, das es an anderer Stelle einzusparen gilt, um das Fahrzeuggesamtgewicht nicht übermäßig ansteigen zu lassen. Eine weitere Herausforderung, die sich aus der Elektrifizierung ergibt, besteht in der Schaffung von zusätzlichem Bauraum. E-Antrieb und Batterie müssen schließlich in die existierende Fahrzeugarchitektur integriert werden ohne dabei Komforteinbußen wie z.B. ein geringeres Kofferraumvolumen hinnehmen zu müssen.

Als zweite Anforderung ist die Senkung der Herstellkosten zu nennen. Um nach wie vor gute Produkte zu attraktiven Preisen anbieten zu können, müssen Kosten reduziert werden. Dabei gilt es, die gesamte Wertschöpfungskette im Blick zu behalten. Nicht die lokal günstigste, sondern die über den gesamten Wertstrom günstigste, Lösung ist anzustreben.

Zu guter Letzt gilt es die Flexibilität zu steigern. Gerade die Diskussion um den Dieselantrieb hat gezeigt, wie volatil die Nachfrage sein kann. Auf solche Schwankungen muss künftig noch flexibler und besser reagiert werden können.

In diesem Umfeld wird sich die Entwicklung der Strukturbauteile der nächsten Generation bewegen. Das übergeordnete Ziel dabei lautet: Bezahlbarer Leichtbau auf Komponentenebene, aber vor allem über den gesamten Wertstrom hinweg.

Strukturbauteile der nächsten Generation

Um dieses Ziel zu erreichen, erscheinen zwei Stoßrichtungen geeignet – die Entwicklung neuer Konzepte für Strukturbauteile der nächsten Generation und der dafür erforderlichen Herstellverfahren sowie die Digitalisierung des Entwicklungs- und Herstellprozesses.

Bild1 zeigt den Wertstrom zur Herstellung aktueller Druckgussstrukturbauteile am Beispiel einer Federbeinstütze, angefangen mit dem Druckgießprozess bis hin zum Rohbau.

Für die Strukturbauteile der nächsten Generation sind verschiedene Ansätze denkbar, um die eingangs aufgezeigten Ziele zu erreichen.



So hat eine weitere, lokale Reduzierung der Wandstärke das Potenzial, die Forderung nach einer zusätzlichen Gewichtsreduzierung zu erfüllen. Liegen die aktuell prozesssicher herstellbaren Wandstärken bei Strukturbauteilen aus Leichtmetalldruckguss zwischen 2,5mm und 3,0mm, so muss das Ziel die Reduzierung auf unter 2,0mm sein. Wenn dies reproduzierbar möglich ist, kann die Wandstärkengestaltung der Strukturteile noch lastgerechter erfolgen. Das dabei eingesparte Material zählt zu 100% in die Gewichtsreduzierung der Komponente ein. Gleichzeitig trägt dies zu einer Reduzierung der Material- und Energiekosten bei. Denn diese machen ungefähr 50% der Bauteilgesamtkosten aus. Allein durch die Reduzierung des Gewichts um ein Prozent lassen sich die Herstellkosten somit um etwa 0,5% senken.

Den genannten Chancen stehen jedoch auch Herausforderungen gegenüber. So bergen dünne Wandstärken insbesondere in Verbindung mit langen Fließwegen immer die Gefahr von Kaltläufen. Dem kann man jedoch mit einer gezielten Anschnittgestaltung und unter Verwendung eines Dreiplattenwerkzeugs sowie einer konturnahen Temperierung entgegenwirken.

Die Wandstärkenreduzierung wirkt sich jedoch nicht nur auf den Gießprozess sondern auch auf die in Bild1 dargestellten Folgeprozesse aus. Schon jetzt wird ein hoher Aufwand bei der Auslegung des Wärmebehandlungsprozesses und der Glühgestelle betrieben, um einen unzulässigen Bauteilverzug infolge von Kriechvorgängen während des Lösungsglühens zu vermeiden oder zumindest zu begrenzen. Lokal noch dünnere Wandstärken werden dieses Verhalten wahrscheinlich noch verstärken.

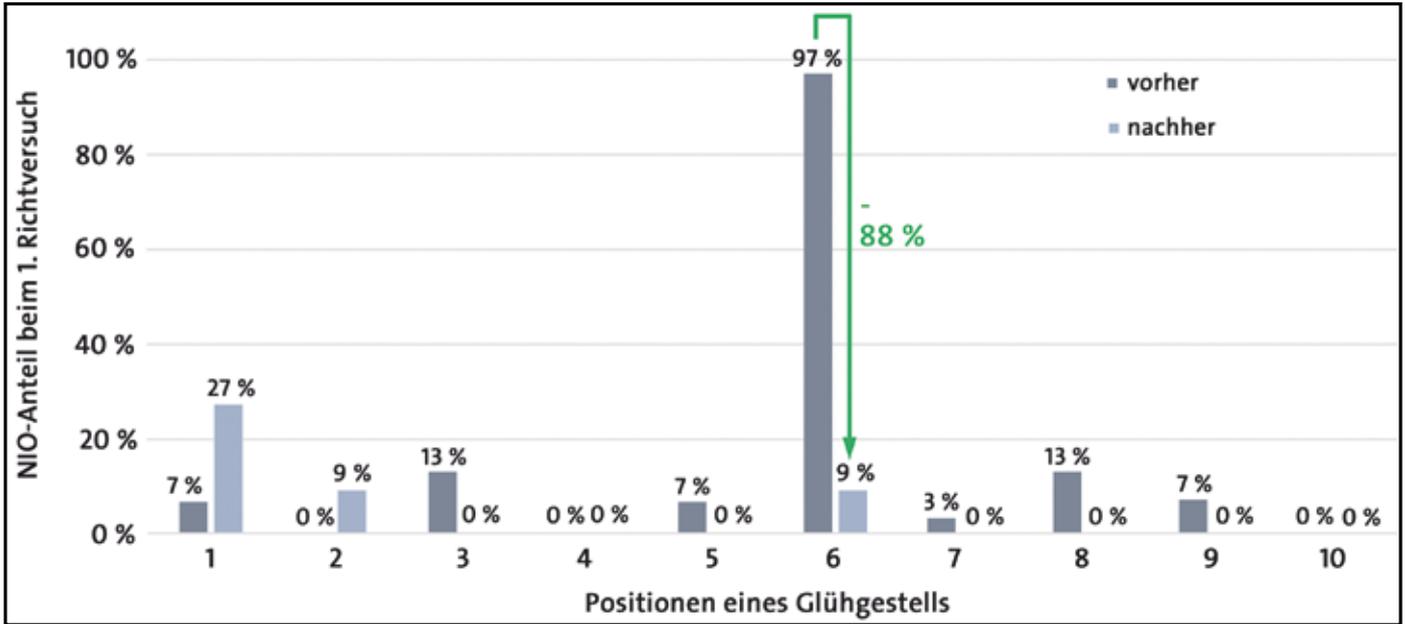


Der Einfluss von Ungängen wie Oxiden, Luft- und Trennmittleinschlüsse auf die Festigkeit wird bei dünneren Wandstärken noch mehr ins Gewicht fallen. Insbesondere die Blisterbildung infolge der Ausdehnung der beim Abguss eingeschlossener Gase während der Wärmebehandlung muss vermieden werden.

Mit einer reduzierten Sollwandstärke werden auch geringere Wandstärkentrogerenzen einhergehen. Die sich daraus ergebende Mindestwandstärke gilt es auch nach einem Schleifprozess in jedem Falle einzuhalten. Dafür ist ein möglichst definierter und prozesssicherer Materialabtrag erforderlich, der mit einer geeigneten Messmethode schnell und unkompliziert direkt in der Produktion überprüft werden kann.

Auch wenn hier noch die eine oder andere Frage offen ist, wird dies doch kein Hindernis für eine weitere Reduzierung der Wandstärken und die damit verbundene Gewichtseinsparung darstellen.

Neben der Gewichtsreduzierung spielt aber auch die Reduzierung des erforderlichen Bauraums der Strukturbauteile eine wichtige Rolle für die Fahrzeugkonzepte der nächsten Generation. Mehr Gestaltungsspielraum im Package bei gleicher Steifigkeit lautet hier die Devise. Dies kann beispielsweise mittels einer Hybridisierung der bis dato monolithen Strukturbauteile erreicht werden. Durch das Eingießen eines Stahlinserts lässt sich eine lokale Versteifung erzielen während gleichzeitig auf eine Wandstärkenaufdickung oder den Einsatz von Versteifungsrippen zugunsten eines geringeren Bauraumbedarfs verzichtet werden kann. Auch wenn diese Maßnahme zur Steigerung der Bauteilsteifigkeit in Bezug



2

auf das Bauteilgewicht schlechter ist als eine konventionelle Verstärkung mittels Gussrippen, so spielt sie ihren Vorteil umso mehr bei begrenztem Bauraum aus. Die Hybridbauweise hält damit auch auf Komponentenebene Einzug [6].

Der nächste Lösungsansatz zielt auf eine Senkung der Herstellkosten ab. Wie eingangs bereits erwähnt, gilt es die über den gesamten Wertstrom hinweg günstigste Lösung zu finden. So auch in Bezug auf die Fügechnik.



Bedingt durch die Integralbauweise mit Guss wurden im Rohbau neue Investitionen und Prozessanpassungen nötig, schließlich war das Fügen von Stahl-Stahl-Verbindungen mittels Widerstandspunktschweißen bis dato die bevorzugte Technik. Ein Lösungsansatz, um diese Kosten und den hohen Bedarf an Produktionsfläche einzusparen, sieht nun vor, Stahlflansche an die Aluminiumgussbauteile zu fügen und dies bereits beim Gießere, nicht erst im Rohbau. So könnte im Rohbau nach wie vor konventionell mittels Widerstandspunktschweißen Stahl mit Stahl gefügt werden, da die Anbindungspunkte jeweils in Stahl vorliegen [7].

Die Gießerei würde lediglich einen Hybrid-Untersammenbau statt eines reinen Aluminiumstrukturbauteils fertigen. Der bestehende Anlagenpark im Rohbau könnte für neue Bauteilgenerationen wiederverwendet werden ohne Einschränkungen bei der Materialauswahl hinnehmen zu müssen. So ließen sich die Investitionen im Rohbau erheblich reduzieren, bei gleichzeitig geringfügig höheren Investitionen auf Seiten der Gießerei.

2 Vergleich des NIO-Anteils beim 1. Richtversuch in Abhängigkeit von der Glühstellposition vor und nach deren Nachjustierung.

Mit dem Wechsel des Fügeverfahrens vom Stanznieten zurück zum herkömmlichen Widerstandspunktschweißen könnte gegebenenfalls auch ein Entfall der kosten- und ressourcenintensiven Wärmebehandlung einhergehen. Denn wenn weder für die Crashesicherheit im Fahrzeug noch für den Fügeprozess ein gegenüber dem Gusszustand erhöhtes Formänderungsvermögen erforderlich ist, kann auf die Wärmebehandlung verzichtet werden.



Effiziente Prozessentwicklung, -überwachung und -steuerung

Um all diese Innovationen erfolgreich in Serie zu bringen, muss auch die Prozessentwicklung auf dem neuesten Stand der Technik sein. Ein bewährtes Mittel ist der Einsatz numerischer Simulation, deren Bedeutung weiter zunehmen wird, insbesondere vor dem Hintergrund kürzerer Entwicklungszyklen und der zunehmenden Substitution von Hardwarebaugruppen durch virtuelle Baugruppen. Der Einsatz von diversen Simulations-, Optimierungs- und Auswertetools dient dem Ziel einer effizienten Prozessentwicklung, -überwachung und -steuerung.

Gieß-, Spannungs- und Verzugssimulation sind mittlerweile Stand der Technik. Doch auch bei der effizienten Entwicklung neuer Prozesse wie der eines Richtprozesses kann die numerische Simulation unterstützen. Eine Vielzahl von Strukturbauteilen, insbesondere wenn diese eine Wärmebehandlung erfahren, müssen anschließend einem Richtprozess unterzogen werden, um die hohen Anforderungen an die Maßhaltigkeitprozesssicher einhalten zu können. Die Auslegung dieses Prozesses und der dafür erforderlichen Anlagentechnik ist bisher stark empirisch. Um die technische und betriebswirtschaftliche Planungssicherheit in Bezug auf die Integration eines solchen Richtprozesses zu steigern, wird in der Leichtmetallgießerei der BMW Group zurzeit eine Richtsimulation etabliert. Diese bietet in den verschiedenen Phasen des Produktentstehungsprozesses folgende Chancen:

- Bereits in der frühen Phase, wenn das Bauteil physisch noch nicht vorliegt, lässt sich mit Hilfe der Richtsimulation ein Grundverständnis für das Richtverhalten und die Wirkzusammenhänge gewinnen
- Darauf aufbauend kann der gesamte Richtvorgang virtuell abgesichert werden, um so mit einem deutlich höheren Reifegrad in die physische Inbetriebnahme zu starten und diese bisher kosten- und zeitintensive Phase zu verkürzen.



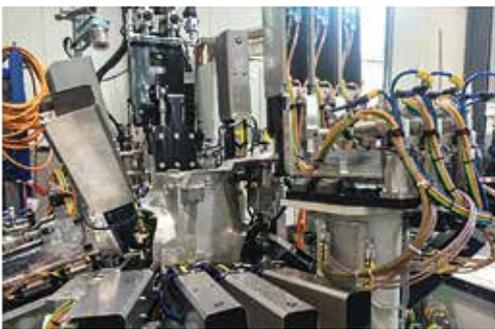
- Die Richtsimulation kann aber auch zur Problemlösung im Serienbetrieb beitragen. Statt wie bisher die Fehlersuche und -lösung vor Ort an der Richtanlage durchzuführen und dabei möglicherweise die Produktion zu behindern, kann das Problem virtuell nachgestellt und analysiert werden. Die mit Hilfe der Simulation gefundene Lösung wird anschließend virtuell abgesichert und in die Produktion übernommen.

Die virtuelle Entwicklung eines solchen Richtprozesses gliedert sich in drei Schritte. Ausgangslage ist dabei die bereits etablierte Spannungs- und Verzugssimulation für den geplanten Herstellprozess ohne Richten. Hier werden nicht nur die einzelnen Idealprozesse betrachtet sondern auch gerade noch zulässige Prozessschwankungen, die sich auf die Maßhaltigkeit auswirken. Diese Simulationen liefern somit ein gutes Gesamtbild des Verzugsspektrums – qualitativ und quantitativ. Anhand verschiedener Kriterien kann nun über die Notwendigkeit eines Richtprozesses und dessen effiziente Integration in den Wertstrom entschieden werden.

Bevor der Richtprozess zur Korrektur eines konkreten Verzugs virtuell ausgelegt werden kann, wird zunächst das generelle Richtverhalten des Bauteils untersucht. Darauf aufbauend kann eine bauteilspezifische und wertschöpfungsorientierte Richtstrategie definiert werden. Diese umfasst die Definition der Richtpunkte, die Richtreihenfolge und den Einsatz von Gegenhaltern. Mithilfe der Richtsimulation wird außerdem der Einfluss verschiedener Prozessparameter auf das Richtverhalten untersucht, um anschließend den meist mehrstufigen Richtvorgang zur Korrektur eines konkreten Bauteilverzugs virtuell abzusichern. Dazu zählt auch die Definition von Prozessfenstern, in denen sich Richtkraft und Richthub bewegen dürfen, um eine Schädigung des Bauteils in jedem Falle auszuschließen.



Alle im Rahmen der virtuellen Entwicklung gewonnenen Erkenntnisse sollen schließlich in die Anlagenentwicklung und Inbetriebnahme einfließen. So kann die Anlagentechnik bedarfsgerecht ausgelegt und eine möglichst kurze Inbetriebnahmephase realisiert werden.



Am Beispiel des Richtprozesses wird deutlich, dass nur durch den konsequenten Einsatz von numerischer Simulation eine Verkürzung des ItO-Prozesses möglich ist und Kosten gesenkt werden können.

Neben den klassischen Simulationstools hält seit einiger Zeit auch vermehrt der Einsatz von Optimierungssoftware Einzug in die Prozessentwicklung. Sei es zur Optimierung einer Schusskurve im Druckguss, um Fehler wie Luft einschüsse zu vermeiden, oder die Optimierung der Gießlaufgeometrie mit dem Ziel eines möglichst synchronen Schmelzeintritts in die Kavität. Die Funktionalität der inversen Optimierung bietet zudem die Möglichkeit, Simulation und Realität immer wieder ab- und anzugleichen. So lassen sich beispielsweise Stoffwerte wie Wärmeleitfähigkeit oder Wärmeübergangskoeffizienten ermitteln. Diese und viele andere Funktionen unterstützen dabei, ein noch besseres und breiteres Verständnis für die Prozesse zu bekommen und mit diesem Wissen die Prozesse kontinuierlich zu verbessern.

Digitalisierung

Ein weiteres Feld, das immer mehr an Bedeutung gewinnt, ist die Datenanalyse. Im Zuge der Digitalisierung lässt sich mittlerweile eine Vielzahl von Prozessdaten erfassen. Diese gilt es gezielt auszuwerten und die gewonnenen Erkenntnisse für eine Steigerung von Qualität und Effizienz sowie zur Kostensenkung nutzbar zu machen.

Oftmals reicht allein eine smarte Datenanalyse aus, um Fehler und Ausschuss zu reduzieren. Exemplarisch sei hier ein Problem aus der Produktion eines Strukturbauteils genannt. Um die engen Maßtoleranzen an allen relevanten Punkten des betrachteten Strukturbauteils sicherzustellen, wird dieses nach der Wärmebehandlung einem vollautomatisierten Richtprozess unterzogen. Dabei kam es sporadisch zu einem erhöhten Richtausschuss. Ursächlich dafür war entweder ein zu großer Anfangsverzug, der außerhalb des richtbaren Bereichs lag, oder die Maßhaltigkeit konnte nicht in der geforderten Taktzeit eingestellt werden.

Dies wiederum hat zu einem erhöhten Richtaufwand geführt.

Für jedes Bauteil wird eine Vielzahl von Prozessparametern unter anderem auch das Glühgestell und die Position des Bauteils darin erfasst. Die Auswertung des Richtbedarfs in Abhängigkeit von dieser Glühgestellposition hat schließlich gezeigt, dass nur einzelne Bauteilaufgaben für diese NIO-Teile verantwortlich waren. Diese wurden nachjustiert und der NIO-Anteil beim 1. Richtversuch konnte zum Teil erheblich gesenkt werden, wie die Grafik auf Seite 21 zeigt.

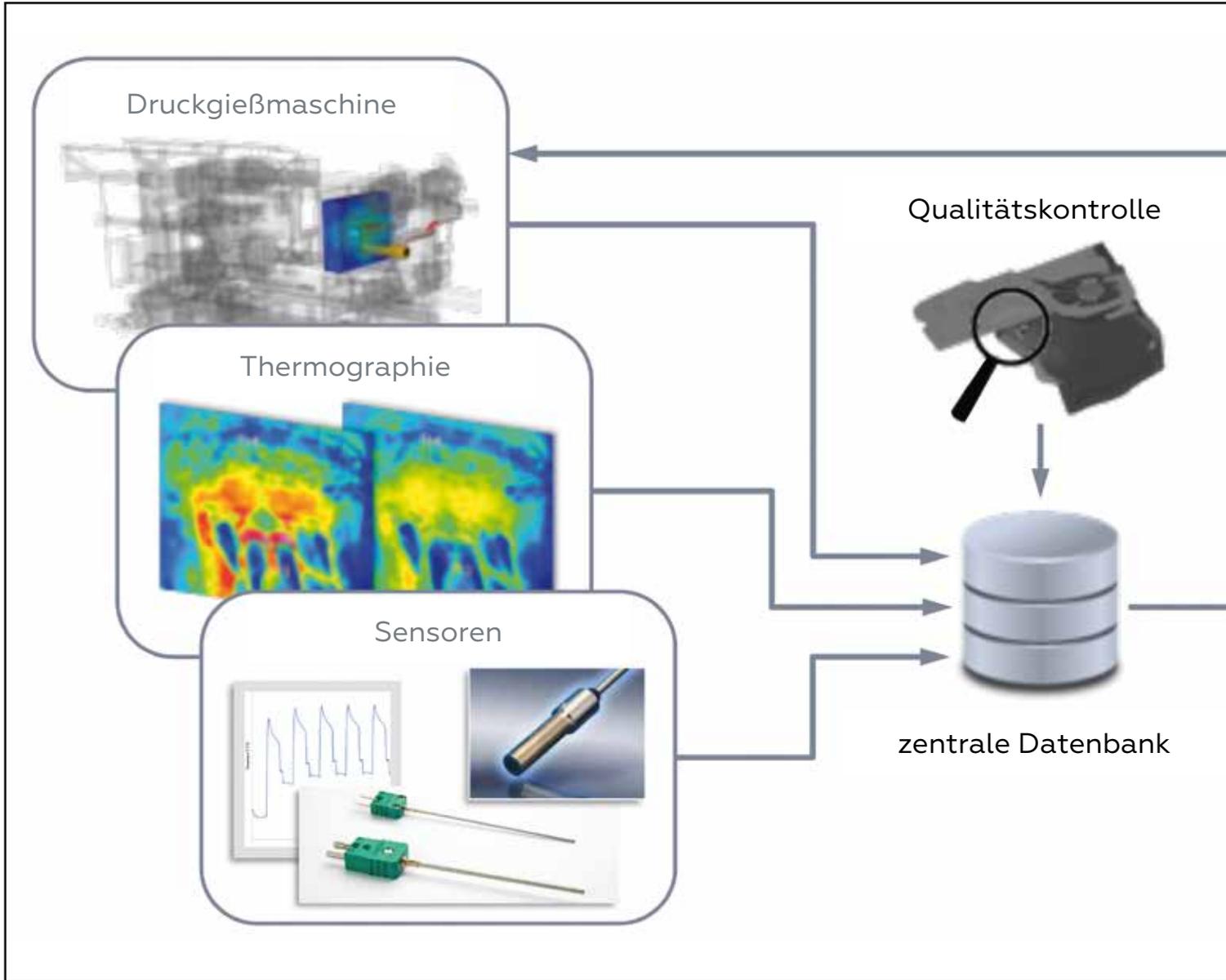
In diesem konkreten Anwendungsfall ließen sich mithilfe der Datenanalyse gezielte Maßnahmen definieren und somit Handrichtbedarf und Richtausschuss reduzieren sowie die Anlagenausbringung steigern. Diese Auswertung wird mittlerweile regelmäßig durchgeführt, um rechtzeitig und gezielt auf eine nicht ideale Einstellung der Glühgestelle reagieren zu können. Der NIO-Anteil beim ersten Richtversuch konnte so nachhaltig reduziert werden.

Die nachgelagerte Datenauswertung, um Fehler und Probleme nachvollziehen und beheben zu können, darf jedoch nur der erste Schritt sein. Das mittelfristige Ziel muss darin bestehen, Probleme vorherzusehen und durch geeignete Maßnahmen zu vermeiden.

Dabei kann eine modellgestützte Prozessüberwachung in Verbindung mit einem Optimierer unterstützen. Für jedes Bauteil sind alle zur Verfügung stehenden Daten in einer zentralen Datenbank zu speichern. Auf dieser Basis werden



mit Methoden des maschinellen Lernens Modelle trainiert, die die komplexen Zusammenhänge zwischen Prozessdaten und Qualität selbstständig erlernen. Damit können in Verbindung mit der Simulation Veränderungen in der Bauteilqualität und Trends rechtzeitig erkannt werden. Mithilfe von Optimierungsalgorithmen sollen Lösungen für die sich anbahnenden Problemstellungen entwickelt werden, die ihren Weg direkt wieder in den Produktionsprozess finden sollen.



Für die Zukunft wird es entscheidend sein, Prozesse nicht nur zu überwachen und auf unzulässige Abweichungen zu reagieren sondern proaktiv einzugreifen, wenn Prozesse oder einzelne Parameter einen zuvor definierten Korridor zu verlassen drohen. Diese Art des Umgangs mit Daten und Informationen ist ein erster Ausblick auf das, was zumeist unter den Begriffen „Industrie 4.0“ und „Digitalisierung“ subsummiert wird.

Aber nicht nur im Produktionsalltag sondern auch in der Planungsphase nimmt die Komplexität zu. Die Leichtmetallgießerei der BMW Group sieht sich zunehmend mit steigender Varianz bei Produkt-, Prozess-, Werkzeug- und Logistikanforderungen konfrontiert. Gleichzeitig gilt es innovative und disruptive Produkte und Fertigungsverfahren in bestehende, kapazitiv begrenzte Anlagen zu integrieren. Kürzere Lebenszyklen und Realisierungszeiten erfordern eine frühzeitige Produktionsabsicherung. Ferner ist ein steigender Automatisierungsgrad zu verzeichnen.

Um all diesen Randbedingungen und Anforderungen gerecht zu werden, bedarf es einer ganzheitlichen, virtuellen Produktions- und Fabrikplanung. Denn nur so lassen sich ein realitätsnahes Abbild der komplexen Fertigungsprozesse zeichnen und potenzielle Ablaufprobleme frühzeitig aufdecken. Führt man sich die drei eingangs genannten Anforderungen an künftige Strukturbauteile nochmals vor Augen, wird deutlich, wie wichtig eine durchgängige, transparente Wertstrom- und Kapazitätsplanung vor allem für die Flexibilitätssteigerung ist. Vor dem Hintergrund immer kürzerer Realisierungszeiten kommt auch der virtuellen Inbetriebnahme eine zunehmende Bedeutung zu.



Zusammenfassung

Strukturbauteile aus Leichtmetalldruckguss werden auch weiterhin ein zentraler Bestandteil der Leichtbaustrategie sein. Eine weitere, gezielte Wandstärkenreduzierung hat das Potenzial, die Forderung nach noch mehr Gewichtsreduzierung zu erfüllen und damit einen Beitrag zum Erfolg der E-Mobilität zu leisten. Die Hybridisierung der Strukturbauteile eröffnet neue Möglichkeiten in der Packagegestaltung ohne dabei Steifigkeitseinbußen hinnehmen zu müssen. Eine Rückbesinnung auf das Widerstandpunktschweißen Stahl mit Stahl als primärer Füge-technik ist ein vielversprechender Ansatz, um Kosten im Karosseriebau einzusparen. Mit dem Fügen von Stahlflanschen an die Aluminiumstrukturbauteile bereits beim Gießen sind die nötigen Rahmenbedingungen dafür geschaffen. Doch alle technisch noch so ausgeklügelten Lösungen müssen letztendlich wirtschaftlich sein – auf Komponentenebene aber vor allem über den gesamten Herstellprozess hinweg.

Gleichzeitig nehmen Komplexität und Vernetzung der Herstellprozesse zu. Dabei ist die Simulation ein zentraler Befähiger für eine effiziente Prozessentwicklung und einen reibungslosen Produktanlauf. Mit dem Einsatz intelligenter Auswertetools zur Analyse großer Datenmengen lassen sich Probleme gezielt analysieren und lösen – künftig hoffentlich sogar vorhersehen und vermeiden. Nur mit einer durchgängigen, virtuellen Produktionsplanung kann in Zukunft noch flexibler und schneller auf eine volatile Nachfrage reagiert werden (Bild 3).

3

3 Vision von Advanced Analytics.

Die Digitalisierung muss den gesamten Produktentstehungsprozess durchdringen.

Auch wenn viele neue Ansätze existieren, die den Fortbestand der Gussteile als zentralem Bestandteil von Antrieb und Fahrwerk sichern sollen, so darf die rasche Entwicklung auf dem Gebiet des Additiv Manufacturing als Alternative zum Gießen nicht außer Acht gelassen werden. Hier eröffnen sich neue Möglichkeiten, technisch wie betriebswirtschaftlich.

Literatur

- [1] Marx, A.: In diesen Ländern sollen bald keine Autos mit Diesel- und Benzinmotoren mehr fahren [online]. Huffingtonpost. Verfügbar unter: http://www.huffingtonpost.de/2017/07/27/in-diesen-landern-sollen-bald-keine-autos-mit-diesel-und-benzinmotoren-mehr-fahren_n_17597616.html, 8. August 2017
- [2] BUNDESREGIERUNG, 2016. Weitere Steuervorteile für Elektroautos [online]. Verfügbar unter: <https://www.bundesregierung.de/Content/DE/Artikel/2016/05/2016-05-18-elektromobilitaet.htm>
- [3] BUNDESREGIERUNG, 2015. Vorteile für Elektroautos [online]. Verfügbar unter: <https://www.bundesregierung.de/Content/DE/Artikel/2015/03/2015-03-27-elektromobilitaets-gesetz-bundesrat-beschluss.html>
- [4] Pluta, W.: Shenzhen elektrifiziert den Personennahverkehr [online]. Verfügbar unter: <https://www.golem.de/news/elektromobilitaet-shenzhen-elektrifiziert-den-personennahverkehr-1712-131797.html>, 2017
- [5] Ségaud, J.-M.: Funktionsintegration bei gegossenen Fahrwerksteilen. Chancen und Grenzen. Magdeburg. VDI-Tagung „Gießen von Fahrwerks- und Karosseriekomponenten“. 7. Februar 2013.
- [6] Schnittenhelm, D., Bublies, A., Busse, M.: Stahlverstärkter Aluminiumguss [online]. Forschung im Ingenieurwesen, 1-17. ISSN 0015-7899. Verfügbar unter: doi:10.1007/s10010-018-0263-3, 2018
- [7] Senff, M., Ségaud, J.-M.: Karosserieleichtbau in Al-Stahl-Mischbauweise. Füge-technisch optimierte Integration von Al-Guss in Rohbauprozessen durch hybride Unterzusammenbauten. Esslingen. VDI-Tagung „Gießen von Fahrwerks- und Karosserie-riekomponenten“. 22. Februar 2018

Guss von Innen

Die Computertomographie hat sich zu einem schnellen und effizienten Verfahren zur zerstörungsfreien Qualitätssicherung bei Druckgussteilen entwickelt.



Poren lassen sich beim Druckguss nie ganz vermeiden. Sie entstehen durch Volumendefizite und die Gasfreisetzung beim Erstarren der vergossenen Legierungen sowie durch die Gasundurchlässigkeit der Druckgießformen. Dennoch arbeiten engagierte Druckgießer seit vielen Jahren daran, die Porenbildung zu minimieren oder doch wenigstens so zu steuern, dass sie die Funktionsfähigkeit des Druckgussteils nicht beeinträchtigen.

Ein schwieriges Unterfangen, denn das Auftreten wird durch eine ganze Reihe von Faktoren beeinflusst. Angefangen bei der Form des Gussteils, über die Legierung, bis hin zum Ablauf des Schmelzens und Erstarrens und der dabei auftretenden Temperaturveränderungen – und die Aufzählung ist noch lange nicht vollständig.

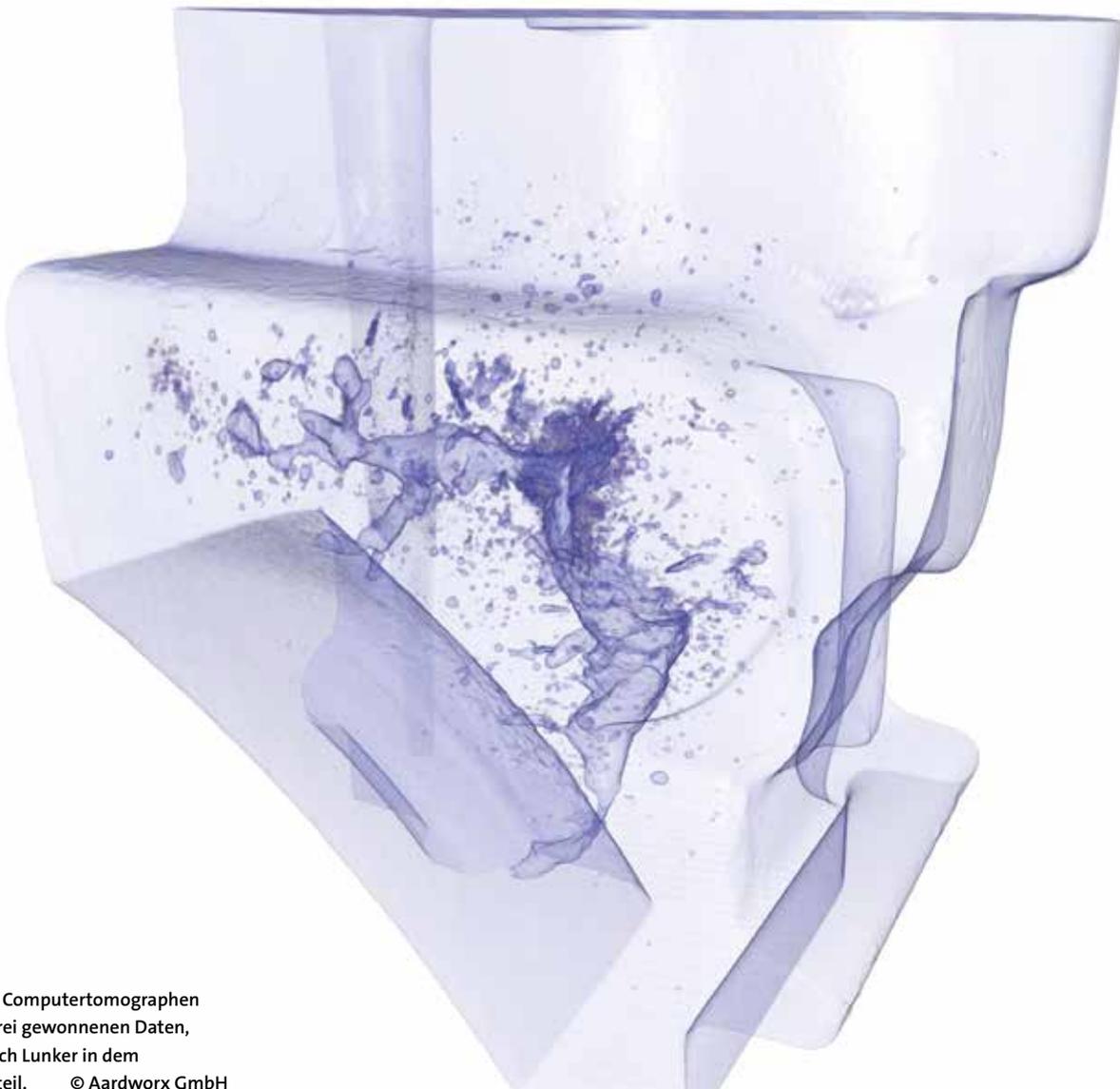
Der Einsatz von Computertomographen für die zerstörungsfreie Analyse von Gussteilen hat sich dabei als doppelt lohnend erwiesen. Zum einen ist es nun sehr viel einfacher, Druckgussteile zu identifizieren, deren Funktionsfähigkeit und Integrität durch Poren beeinträchtigt ist. Zum anderen haben Wissenschaftler und Praktiker nun ein Werkzeug in der Hand, um schneller die Auswirkungen von Parameteränderungen auf das Ergebnis zu überprüfen.

Die gewonnenen Daten helfen weiterhin dabei, die Druckgussimulation am Rechner immer präziser zu programmieren und im besten Fall schon in der Entwicklungsphase die Poren zu reduzieren und Lunker auf bestimmte, unschädliche Bereiche zu beschränken.

Hilfreich ist auch die grafische Aufbereitung der gewonnenen Daten. Angefangen bei einfachen 2D-Grafiken, über komplexere 3D-Renderings bis hin zum virtuellen Objekt, das sich mit Hilfe einer VR-Brille durchwandern, im Raum bewegen oder auch dessen Fehlstellen vermessen lässt.

Ohne gießereitechnischen Sachverstand allerdings bleibt auch das bunteste und detaillierteste 3D-Modell stumm, dem Fachmann aber erschließt es neue Wege.

Das Tool „Virtual Reality Viewer für Computertomografie“ bereitet CT-Daten zu beweglichen 3D-Objekten auf, welche die Inspektion erleichtern. © Aardworx GmbH



Die, mit dem Computertomographen zerstörungsfrei gewonnenen Daten, zeigen deutlich Lunker in dem Motorenbauteil. © Aardworx GmbH

Impressum



Herausgeber:
NürnbergMesse GmbH
Messezentrum
90471 Nürnberg
Tel. +49 911 86 06 0
Fax +49 911 8606 8228

Vertretungsberechtigung: Geschäftsführer
Dr. Roland Fleck, Peter Ottmann

Elektronische Kontaktaufnahmemöglichkeit/E-Mail:
info@nuernbergmesse.de

Vorsitzender des Aufsichtsrates:

Albert Füracker, MdL, Bayerischer Staatsminister
der Finanzen und für Heimat

Handelsregister-Nr.: HRB 761, Registergericht Nürnberg

Umsatzsteueridentifikationsnummer:
Ust-ID-Nr.: DE 133 529 704

Verlag:

Schiele & Schön GmbH
Schlangenhader Str. 13, 14197 Berlin
Telefon: +49 (30) 25 37 52-10
E-Mail: service@schiele-schoen.de
Internet: www.schiele-schoen.de
Registergericht: Amtsgericht Charlottenburg
Handelsregisternummer: 92 HRB 3261
Geschäftsführer: Harald Rauh, Dr. Hans-Gerd Conrad
Umsatzsteuer-ID: DE 136628795

Verantwortliche für alle nicht namentlich gekennzeichneten journalistisch-redaktionelle Inhalte gem. § 55 II RStV:

Daniel Schilling (dsc)

Druck:

Möller Druck und Verlag GmbH
Zeppelinstraße 6
16356 Ahrensfelde
Internet: www.moeller-mediengruppe.de

Produktion, Satz und Layout:

Möller Medienagentur GmbH
Ehrig-Hahn-Straße 4
16356 Ahrensfelde
Internet: www.moeller-medienagentur.de

© 2019 by NürnbergMesse GmbH, Nürnberg

Paradigmenwechsel in der Gussimulation

CAD Systeme sind kostengünstig, in sämtlichen Industrien etabliert und nahezu unabdingbar für die wettbewerbsfähige Entwicklung und Fertigung. Den breiten Einsatz von Simulationen für Gießprozesse sieht man hingegen noch immer nicht. Für viele Gießereien waren die bisher auf dem Markt verfügbaren Lösungen nicht wirtschaftlich einsetzbar. Um diese Programme bedienen zu können, benötigt der Anwender viele Tage Schulung und eine zeiteffiziente Nutzung ist nur bei regelmäßiger Verwendung möglich. Kurz: Die Hürden zum Einstieg in die Simulation sind zu hoch. Um diese Situation zu ändern und Simulationen zu etablieren, die einen Paradigmenwechsel in der Gussimulation einleiten, hat Altair Engineering das Werkzeug Altair Engineering Inspire Cast, ehemals Click2Cast, entwickelt. Damit können die Ingenieure ihren Entwicklungsansatz fundamental ändern.

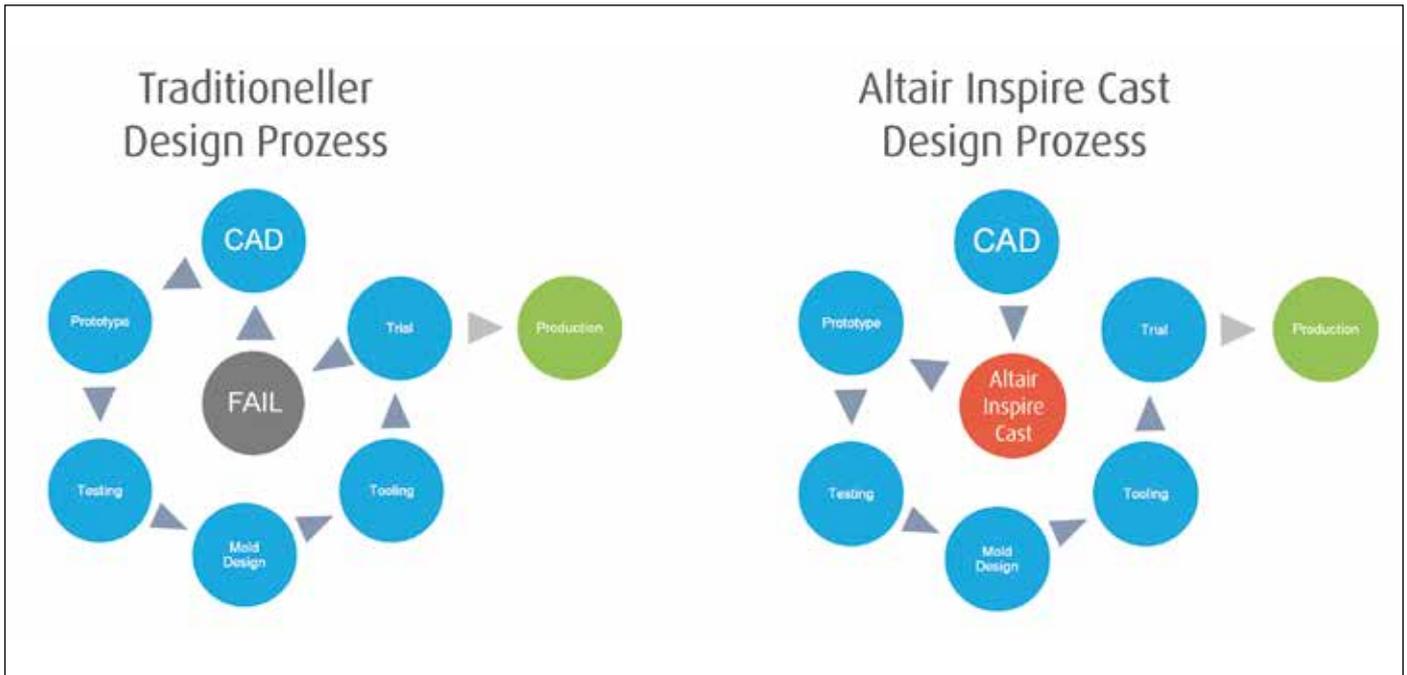
Autor: Felix Radisch

Der Auslegungsprozess im Wandel

Der noch immer andauernde Anstieg preisgünstiger Rechenkapazitäten (Faktor 1000 seit Anfang der 90er), sowie die Verfügbarkeit von Software, welche eine Kombination aus eleganter Modellaufbereitung, vollautomatischer Simulation und anwenderfreundlicher Auswertung ermöglicht – erlaubt es nicht nur diese Hürde zu nehmen, sondern auch die Kosten für Simulationen massiv herab zu setzen.

Herausforderungen frühzeitig erkennen, Auswirkungen verstehen und die richtigen Entscheidungen treffen. Dies kann den Unterschied zwischen einer erfolgreichen Markteinführung und kostspieligen Iterationsschleifen zwischen Konstruktion, Berechnung und Fertigung ausmachen.

Altair Engineering ist ein weltweiter Anbieter von Simulationen und Dienstleistungen, die einen simulationsgetriebenen Entwicklungsprozess unterstützen. Simulation, Optimierung und High Performance Computing werden dabei genutzt, um Prozesse im Produktdesign grundlegend zu verbessern und finale Validierungen durchzuführen.



1

Die Herabsetzung von Hürden für die Gießsimulation, ermöglicht effizientere Arbeitsabläufe und gestattet es, dort Zeit zu investieren – wo sie am effektivsten genutzt werden kann: In der Entwicklung der Komponenten sowie der Fertigungsvorbereitung. Qualitätsanforderungen an den Guss können somit erstmals in der Konstruktionsphase identifiziert und Auswirkungen von Prozessparametern und Werkzeugänderungen bereits lange vor der Serie verstanden werden.

Eine der größten Herausforderungen beim simulationsgetriebenen Entwicklungsprozess war bisher die Komplexität der Gussimulation, welche als sehr zeitaufwendig und kostenintensiv nur für äußerst anspruchsvolle Komponenten zu rechtfertigen war.

Schnell-Check für komplexe Konzepte

Mit solidThinking Click2Cast (Altair Engineering) bietet sich dem Gießer und Konstrukteur eine Möglichkeit, diese konservative Betrachtungsweise grundlegend zu ändern. Eine schnelle Überprüfung des Gusskonzeptes ist zu jedem Zeitpunkt der Produktentwicklung

möglich, wenn Konstrukteur, Gießer und Simulant die Software gleichermaßen nutzen (Bild 1).

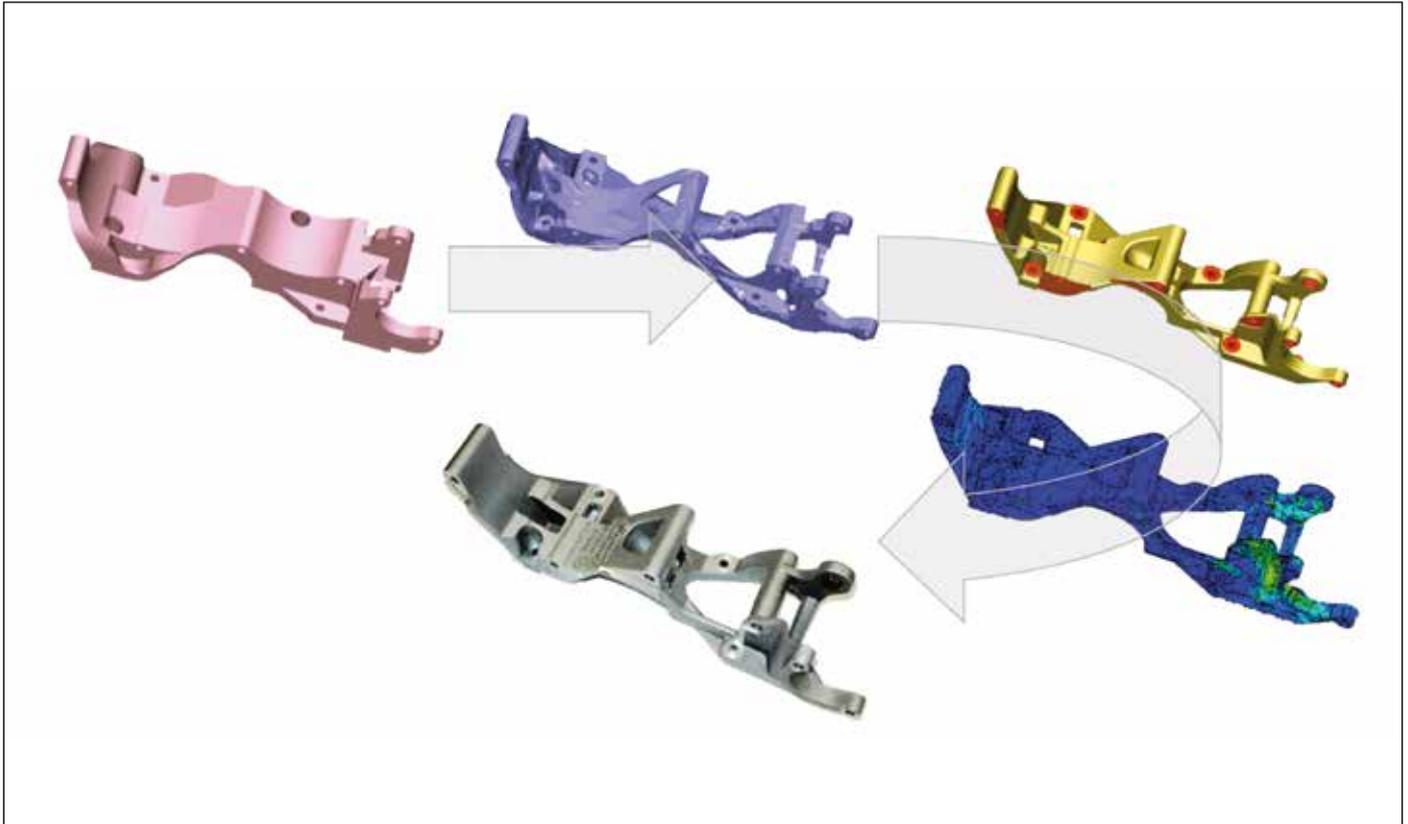
Diese Vorgehensweise stellt einen Paradigmenwechsel in der Gussimulation dar. Aber bereits der Weg zum CAD Modell kann simulationsgetrieben gestaltet werden. Beispielsweise wenn die Erstellung des Bauteilkonzeptes mittels Topologieoptimierung – einer Methodik zur lastkraftgerechten Gestaltung komplexester Strukturen – eingesetzt wird. „Leichtbau“ – die Reduktion des Werkstoffes auf ein Mindestmaß für Festigkeit und Steifigkeit, bietet direkte und indirekte Vorteile für die gießende Industrie. Übliche Werkstoffeinsparungen in seriengefertigten Komponenten führen zu signifikanten Kostenvorteilen in der Produktion – bei gesteigerter Bauteilqualität. Indirekte Effekte sind die Auflösung von porositätsgeneigten Masseanhäufungen und die Verringerung von Wandstärken zur Verbesserung der Bauteileigenschaften.

1 Paradigmenwechsel in der Gussimulation – Eine schnelle Überprüfung des Gusskonzeptes ist zu jedem Zeitpunkt der Produktentwicklung möglich
Bildquelle: Altair Engineering

Simulation und Optimierung – wie aus einem Guss

In einer Topologieoptimierung wird zunächst ein Bauraum definiert. Innerhalb dieses Bauraumes ermittelt solidThinking Inspire, auf Basis von Randbedingungen und Belastungen, die effektivste Materialverteilung.

Das Ergebnis hängt vom Ziel des Konstrukteurs ab: Maximale Steifigkeit oder minimale Masse zu erreichen – oder einen für den speziellen Anwendungsfall optimalen Zwischenweg. Einzigartige Möglichkeiten zur Definition von Fertigungsrestriktionen ermöglichen es dem Anwender Strukturen komplett frei von Auszugsrichtungen (Feinguss), gezielt für den Sand/Kokillenguss oder dünnwandige Rippenstrukturen für den Druckguss zu entwickeln.



2

Die besten Ergebnisse lassen sich bei Gussbauteilen mit einer Kombination aus Strukturoptimierung und Guss-simulation erzielen. Die wichtigsten Ziele dabei sind eine Verbesserung der Qualität des Bauteils hinsichtlich Porosität, Oberfläche und Materialeigenschaften, geringeren Produktionskosten durch einen effizienteren Materialeinsatz, einer rascheren Füllzeit sowie einer Verlängerung der Lebensdauer der Werkzeuge. Darüber hinaus bewirkt eine wirtschaftliche Ausrichtung der Konstruktion mithilfe der Topologie-Optimierung meist auch eine höhere Effizienz der Bauteilstruktur – durch ein funktionales Design bei höherer Bauteilsteifigkeit und einer homogeneren Spannungsverteilung.

Leichter, flexibler, langlebiger: Gussbauteile für den Fahrzeugbau

Ein anschauliches Beispiel für ein topologieoptimiertes Gussbauteil findet sich im Bild 2. Hier wurde ein Halter, welcher im Motorenraum zur Abstützung von Aggregaten eingesetzt wird, mit dem Ziel optimiert, Material einzusparen, Spannungs- und Verformungsgrenzen einzuhalten, die Herstellbarkeit des Halters zu gewährleisten und trotzdem Kosten der Fertigung zu reduzieren. Das Ergebnis: Ein Halter in großer Stückzahl für einen Transporter, der nach der Optimierung 23 % leichter ist als das ursprüngliche Design, wobei die erforderlichen Mindeststeifigkeitswerte eingehalten wurden. Folglich konnte pro Bauteil deutlich weniger Material eingesetzt und signifikante Kosteneinsparungen erzielt werden.

2 Das optimierte Design der Aggregathalterung ist 23 % leichter als das Originaldesign

Bildquelle: Volkswagen AG und Altair Engineering.

Ein weiteres Praxis-Beispiel kommt von dem Altair Engineering Kunden Amazone. Dort wurde kürzlich ein Projekt durchgeführt, bei dem eine Fahrwerkschwinge für ein Bodenbearbeitungsgerät hinsichtlich Materialeinsatz und Dauerfestigkeit optimiert wurde. Amazone hatte sich entschieden, die Schweiß- auf eine Gusskonstruktion umzustellen. Um unnötige Iterationen zwischen Konstruktion und Simulation zu vermeiden, erfolgte der Einsatz des simulationsgetriebenen Konstruktionsprozesses, bei dem bereits vor der ersten Konstruktionsiteration die Topologieoptimierung zur Ermittlung von Lastkraftpfaden eingesetzt wird. Zur Optimierung der Struktur setzten die Konstrukteure solidThinking Inspire ein. Neben dem Bauraum wurden außerdem unveränderliche Bereiche definiert, in denen keine Veränderungen

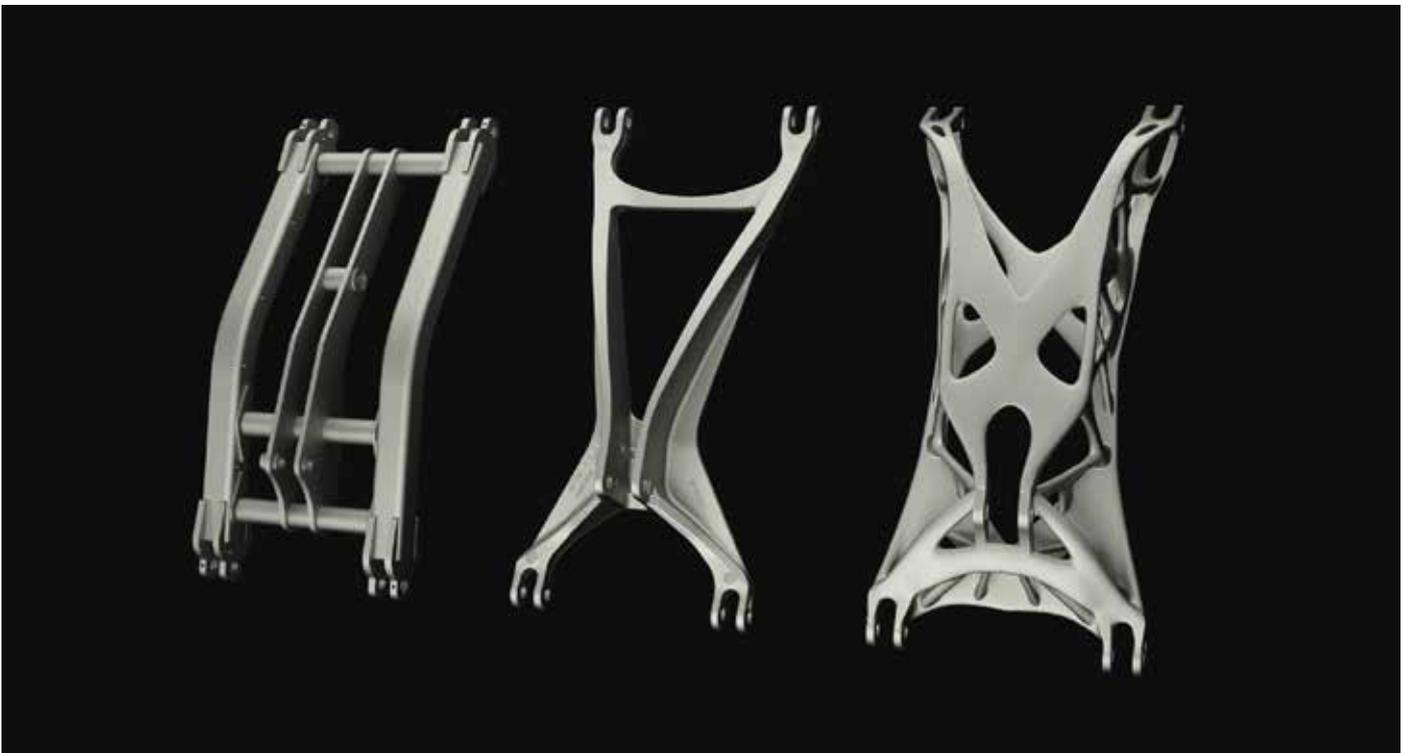
an der Struktur zulässig sind. Mithilfe der Belastungen und Lagerungen – ermittelt aus der Kinematik der Baugruppe – optimierte Inspire die Materialverteilung, um den gestellten Anforderungen an Steifigkeit und Festigkeit bei reduzierter Masse zu genügen. Aus dem Optimierungsergebnis erstellten die Techniker eine Detailkonstruktion, die in einer abschließenden FE-Analyse validiert werden konnte.

Die neue Ausführung der Fahrwerkschwinge (Bild 3) befindet sich bereits im Einsatz und ermöglichte Amazone eine Reduktion der Herstellungskosten von rund einem Drittel im Vergleich zur früheren Schweißkonstruktion. Neben dem Kostenvorteil für Amazone bietet die neue Ausführung der Fahrwerkschwinge dem Endkunden eine größere Flexibilität für Anbaumodule bei einer deutlich erhöhten Lebensdauer.

3 Evolution eines Fahrwerksschwinge-Designs: (links) Schweißkonstruktion, (Mitte) Gussausführung, (rechts) Designstudie zur weiteren Gewichtsoptimierung

Bildquelle: Amazone, voxeljet, ProGuss und Altair Engineering.

3



Tradition mit Zukunft – dank Simulation

Bereits diese zwei exemplarischen Anwendungsfälle zeigen, welche enormen Vorteile sich durch verbesserte Entwicklungsmethoden und geeignete Entwicklungswerkzeuge realisieren lassen. Neben Kosten- und Zeiteinsparungen im beschleunigten Entwicklungsprozess führt diese Herangehensweise zu deutlich besseren, leichteren und kostengünstigeren Produkten. Die frühzeitige Nutzung von Gussimulation und

Strukturoptimierung – in Kombination oder im Einzelnen – eröffnet signifikante Wettbewerbsvorteile und unterstreicht die Wandelbarkeit einer der traditionellsten und zeitgleich innovativsten Industriezweige unserer Zeit.

Ausbildung – Schlüssel für die Zukunft der Branche

Die ganze Gießereibranche und mit ihr der Druckguss befindet sich in einem rapiden Wandel. Automatisierung, Vernetzung und immer anspruchsvollere Kundenaufträge brauchen gut ausgebildete Werker, die keine Scheu vor moderner Technologie haben. Noch gibt es eine hinreichende Zahl potenzieller Auszubildender, doch die Geburtenjahrgänge werden schwächer. Was tun?



Stihl bildet am Standort Prüm-Weinsheim Gießereimechaniker aus. Highlights der Ausbildung sind die Einführung in die Robotertechnik und die CNC-Programmierung.

© Stihl



Der Silbitz Group gelang es 2018 vier junge Männer als Auszubildende für den Beruf des Gießereimechanikers am Standort Silbitz zu gewinnen, die zwei jungen Frauen lernen allerdings lieber Technischen Modellbau. © Silbitz Group



Die letzten Zahlen des Deutschen Industrie- und Handelskammertages für die betriebliche Ausbildung in Deutschland sehen gar nicht so schlecht aus: Knapp 307.000 neue Ausbildungsverträge wurden 2018 abgeschlossen. Die Gießereimechaniker als wichtigste Auszubildendengruppe für die Branche machen davon nur einen winzigen Teil aus: 357 neue Azubis. Es ist noch ein Beruf für Kerle: Von den derzeit 1186 Azubis in allen Ausbildungsjahren sind ganze 18 Frauen.

Die Zeiten stehen aber auf Veränderung. Vielleicht ist die oft zitierte vierte Industrielle Revolution ein bisschen zu hoch gegriffen, aber es ist eine Tatsache, dass auch in den Gießereien seit Jahren die großen Fortschritte in der Wertschöpfung vor allem durch Automatisierung und Digitalisierung erreicht wurden – man denke nur an den Formenbau. In den Rahmenlehrplänen spiegelt sich das allerdings noch nicht wirklich wider. Die dreieinhalbjährige Ausbildung ist sehr gründlich, was die praktische Ausbildung in den verschiedenen Gussverfahren

betrifft, aber Industrie-4.0-Lehrinhalte spielen schulisch noch kaum eine Rolle – wenn nicht die Betriebe selber die Initiative ergreifen.

Immerhin, die heutigen Schülergenerationen und künftigen Azubis sind bestens vertraut mit sozialen Netzwerken und vernetztem Denken; sie bringen also bereits einiges Vorwissen mit, das ihnen bei typischen Industrie-4.0-Anwendungen hilft. Und vielleicht wird der Beruf so auch für Schulabsolventinnen attraktiver. Der Druckguss ist weniger physisch belastend als andere Gussverfahren. Handeln werden die Ausbildungsverantwortlichen müssen, soll der Nachwuchs nicht wegbrechen.

Ein Blick auf die Branche zeigt aber, dass viele einzelne Unternehmen sehr gezielt – und erfolgreich – um cleveren Nachwuchs werben. Ein Beispiel ist die Hansgrohe Group, die sehr systematisch und mit einem durchdachten Konzept um Auszubildende und Duale Studenten wirbt und ihr Ausbildungsprogramm auch extern mit dem Label „Best Place



Bei der Albert Handtmann Holding GmbH & Co. KG in Annaberg übernimmt ein Kooperationspartner die Ausbildung und die Azubis lernen ein breites Spektrum von Betrieben kennen. Automatisierte Anlagen sind Teil der Ausbildung.

© Handtmann

to Learn“ zertifizieren lässt. Ein wichtiges Element ist die individuelle Betreuung durch einen erfahrenen Azubi oder Studenten als Ausbildungspaten. Aber auch eine Ausbildung in Gesundheitsfragen von der richtigen Ernährung bis hin zum ergonomischen Arbeiten gehört dazu, ebenso wie Auslandsaufenthalte oder Nachhilfe, um Bildungslücken zu füllen. So gelingt es dem Unternehmen, weiterhin guten Nachwuchs auf allen Ebenen zu gewinnen.

Bildung kommt aber auch von Herstellerseite. Die Softwareentwickler von Magma beispielsweise, die sich auf Gießprozess-Simulation spezialisiert haben, bieten unter dem Label “MAGMAacademy” ein umfangreiches Ausbildungsprogramm an, das in vier Stufen vom Junior Professional über den Specialist zum Expert führt. So lassen sich sowohl Nachwuchskräfte als auch die bestehende Belegschaft mit präzise strukturierten Seminaren weiterbilden für den Software und IT-Einsatz am Arbeitsplatz.

Auch im Programm der EUROGUSS 2020 spiegelt sich das Interesse der





Geglückte Übernahme: Die Ausbildung zum Gießereimechaniker schloss Quirin Pratsch als Landesbesten ab. Die Hansgrohe Group bildete sich so einen Top-Mitarbeiter selber aus.

© Hansgrohe SE / Braxart

Die Beruflichen Schulen Kirchhain bieten eine solide Ausbildung zum Gießereimechaniker an.

© Berufliche Schulen Kirchhain

Branchenteilnehmer an der Nachwuchsgewinnung wider. Erstmals wird es einen EUROGUSS Talent Award im Bereich Druckguss geben, der eine herausragende Abschlussarbeit würdigt. Die Einreichungen sollen Unternehmen einerseits aber auch dem interessierten Nachwuchs zeigen, was sich mit einer guten Ausbildung fachlich erreichen lässt. Auch bestehende erfolgreiche Angebote laufen 2020 weiter wie die Sonderschau „Forschung, die Wissenschaft(f)t“, ein Angebot an Universitäten und Forschungseinrichtungen, sich potenziellen Studenten wie auch Unternehmen zu präsentieren.

Für den Nachwuchs, ob nun hoffnungsvoller Auszubildender oder angehender (Dualer) Student, aber auch für Studenten aus anderen branchennahen Studiengängen, ist die Veranstaltung der NürnbergMesse auf jeden Fall die beste Gelegenheit, sich einen kompletten Überblick über die Branche zu verschaffen, in der sie künftig ihren Lebensunterhalt verdienen möchten. Die Unternehmen wiederum lernen die aktivsten und interessantesten Nachwuchskräfte kennen und können sich ihnen umfassend und modern präsentieren. Denn das ist die Stärke einer Messe: Menschen direkt miteinander in Kontakt zu bringen. Die EUROGUSS 2020 tut genau das.

Überall ist Druckguss

Immer wenn hochwertige Komponenten schnell und zu geringen Kosten produziert werden müssen, liegt der Druckguss als bevorzugter Produktionsprozess ganz weit vorne. Ob Spielzeug oder Hüftprothese; Lichtschalter oder Tabletgehäuse; Auto- oder Flugzeugkomponenten, sie alle lassen sich per Druckguss schneller, hochwertiger und preiswerter produzieren als mit anderen metallverarbeitenden Verfahren. Auf diesen Seiten sehen Sie gelungene Beispiele für im Druckgussverfahren gefertigte Produkte.



BEREIT FÜR HÖCHSTLEISTUNG

Gerade im Bereich Motoren und Getriebe zeigt der Druckguss seine überlegenen Qualitäten und stellt auch Kunden wie „Maserati“ zufrieden.



SICHERER TRITT

Nicht immer ist sofort offensichtlich, dass sich Druckguss in einem Produkt verbirgt. Bei diesem Fußballschuh kommt es auf Leichtigkeit genauso wie auf Stabilität an. Das Druckguss-Element gibt den Stollen Struktur und Halt.



ZUVERLÄSSIGES WERKZEUG

Im Innern diese Trennschleifers der Firma Stahl sorgen Druckgussteile für Zuverlässigkeit an hoch beanspruchten Stellen.

SCHMÜCKENDES ACCESSOIRE

Dieser Weihnachtsengel erhielt sein Gesangsbuch aus einer Druckgussform.



UNTER HOCHDRUCK

Kitchen Aid verbaut in seinen Nespresso-Kaffeemaschinen Druckgussteile an stark beanspruchten Stellen für ein sicheres Arbeiten auch bei hohem Druck in der Maschine.



Vernetztes Gießen im Zeitalter von Industrie 4.0

Seit acht Jahren verspricht Industrie 4.0 Wachstum, Effizienz und neue Geschäftsmodelle. Für Gießereien bietet das Konzept einige interessante Anwendungen und die Branche ist grundsätzlich gut aufgestellt für das Thema. Erste Unternehmen in Deutschland haben die Anwendung bereits erfolgreich durchgespielt.

Manche Dinge sind einfach sinnvoll. Die Simulation von Gussvorgängen gehört dazu. Hochkomplexe Komponenten in optimaler Qualität und mit dem geringstmöglichen Ressourceneinsatz zu gießen, erfordert viel Erfahrung – und traditionell auch viel Ausprobieren. So waren Gießereien recht bald dabei, als die erste Software auf den Markt kam, mit der sich Gussformen errechnen ließen. Für Industrie 4.0 ist die Branche damit gut aufgestellt und die meisten Gießereien sind auch schon längst mit-tendrin.

Eine neue industrielle Revolution

Industrie 4.0 ist ein deutscher Begriff. Er ist zum einen eine Verbeugung vor der Idee der „Industriellen Revolutionen.“ Zum anderen greift er die inzwischen etwas überholte Idee vom Internet 2.0 auf. Gemeint ist eine umfassende Digitalisierung und digitale Vernetzung der Industrie. Nach der Mechanisierung mit Dampf- und Wasserkraft im 18. Jahrhundert, der Massenfertigung im frühen 20. Jahrhundert und der Einführung von Computern zur Maschinensteuerung im späten 20. Jahrhundert soll dies nun die vierte industrielle Revolution sein. Ver-

Das Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF hat mit dem „Elbedome“ ein Virtual-Reality-Werkzeug geschaffen, um Fabriken schon in der Konzeptionsphase in Originalgröße visualisieren zu können.

© Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF

bunden ist damit die Hoffnung auf einen neuen Wachstumsschub und auf eine industrielle Zukunft für die Hochlohnländer des Westens.

Die Vernetzung reicht dabei theoretisch vom Endverbraucher, der beim Autohändler einen vollausgestatteten Mittelklassewagen mit Plug-in-Hybrid-Motor bestellt, über den Autohersteller, der die Bestellung aufnimmt und die notwendigen Ressourcen wie Arbeitszeit, Produktionskapazität, Komponenten und Logistikkapazitäten blockt, bis hin zu den Produktionsanlagen bei den Zulieferern der Komponenten. Dort, ganz am Anfang der Produktionskette dokumentieren dann Sensoren, dass zum Beispiel in einer Gießerei, der Guss exakt die richtige Legierung enthält und bei den vorgeschriebenen Temperaturen und gegebenenfalls mit dem richtigen Druck gegossen wurde.

Prinzipien von Industrie 4.0

Es gibt verschiedene Definitionen, die meisten laufen auf folgende vier Punkte hinaus:

Sensoren Fabriken, Fahrzeuge, Maschinen und Güter werden mit Sensoren ausgestattet, um mit den gewonnenen Informationen ein virtuelles Abbild der realen Welt zu erstellen.

Netzwerke Maschinen, Geräte, Sensoren und Menschen werden miteinander vernetzt und können über das Internet miteinander kommunizieren.

Assistenz Der Mensch erhält Unterstützung bei seinen Arbeitsaufgaben. Einerseits in Form von Informationen, die für das jeweilige Arbeitsumfeld relevant sind, andererseits auch physische Unterstützung in belastenden oder gefährlichen Arbeitsumgebungen.

Dezentralisierung Anlagen können Entscheidungen eigenständig treffen und erledigen ihre Aufgaben nach Möglichkeit autonom. Menschliches Eingreifen ist nur dann erforderlich, wenn Zielkonflikte auftreten oder ein Problem oder eine Störung von den Algorithmen nicht gelöst werden.

Virtuelles Abbild der Realität

Das Ziel ist, die reale Welt vollständig virtuell abzubilden. Doch dabei soll es nicht bleiben: Die gewonnenen Daten sollen auch genutzt werden. Eine einfache Anwendung ist zum Beispiel, den Kunden zu jedem Zeitpunkt über den Stand seiner Bestellung zu informieren. Aber es geht noch deutlich besser: Dank künstlicher Intelligenz lassen sich Fehler oder Probleme automatisch beheben. Eine defekte Anlage oder ein abgenutztes Verschleißteil kann automatisch den Reparaturdienst oder ein Ersatzteil anfordern. Gleichzeitig wird die Information auch an das Enterprise Resource Planning-System des Unternehmens übergeben, um die Kosten in Echtzeit einzupflegen. Produktionsprozesse werden gleichzeitig auf Anlagen umgeleitet, die gegebenenfalls noch freie Kapazitäten haben. Eine weitere Anwendung ist, externe Dienstleister oder auch neue Mitarbeiter, die an einer Anlage arbeiten, mit den neusten Informationen zu Funktionsweise, Handhabung und Fehlerbehebung zu versorgen.

Für die Analyse der Abläufe bei der Produktion leisten die unzähligen Daten, die ein Industrie-4.0-Workflow liefert, einen wertvollen Beitrag. Mit den richtigen Tools lässt sich rasch feststellen, wo teure Ressourcen verlorengehen oder die Abläufe regelmäßig stocken. Das Ergebnis ist die Smart-Factory, die intelligente Fabrik. Oder eben die „Smart Foundry“.

Smart Factory in der Praxis

Unter diesem Label hat das Unternehmen Kurtz Eisenguss im unterfränkischen Hasloch eine Handformgießerei eingerichtet, die Industrie-4.0-Prinzipien auf eine Gießerei überträgt und nach einem Verkauf inzwischen unter Eisenguss Hasloch Smart Foundry GmbH firmiert. Die 2015 eingeweihte Anlage ist im Augenblick die wohl bekannteste Umsetzung von Industrie 4.0 in der Branche. Technisch steht ein SAP-System hinter der Smart Factory, das einerseits Schnittstellen für Kunden bietet, die sich so an die Abläufe andocken können und andererseits intern die Abläufe steuert. Bei aller Modernität hat Handarbeit an vielen Stationen jedoch immer noch ihren Platz. Industrie 4.0 bedeutet nicht



zwangsläufig eine vollständige Automatisierung. Vollautomatisch ist allerdings das neue Logistiksystem, das auf hoch-effizienten Flurförderfahrzeugen basiert. Die verschiedenen Aufgabenbereiche sind getrennt. Durch entkoppelte Produktionsprozesse lässt sich das Klima in den einzelnen Abteilungen entscheidend verbessern, da die Immissionen durch Anordnung gleichartiger Tätigkeiten an einem Platz viel besser abgesaugt werden können. In der Auskühlhalle sorgt eine systemgesteuerte Wärmerückgewinnungsanlage dafür, dass die eingesetzte Energie wenigstens teilweise zurückgewonnen wird. Jedes Fertigungssegment verfügt über die erforderliche Menge an Roh- und Betriebsstoffen, Kernen, Gusseisen oder Frischluft. Und zwar ohne manuellen Aufwand.



Das Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik HHI entwickelt Augmented-Reality-Anwendungen, die zum Beispiel einen Mechaniker bei der Reparatur vor Ort mit aktuellen Hinweisen versorgen.

© Preechar Bowonkitwanchai/shutterstock

Mit der kontinuierlichen Überwachung der Öfen und des Feuerfestmaterials, sowie der Temperaturüberwachung der Schmelze, sowie weiterer Messverfahren zur Qualitätssicherung wird ein weiteres Prinzip von Industrie 4.0 umgesetzt. Für das Unternehmen hat sich das Projekt in jedem Fall durch die deutlich gestiegene Effizienz gelohnt. Auch in Hinblick auf die immer wichtiger werdende Ressourceneffizienz konnte das Unternehmen einen großen Schritt nach vorne machen. Das Projekt zeigt aber auch, dass noch weitere Schritte möglich sind in vielen Bereichen. Das Konzept der Gießerei 4.0 ist noch lange nicht ausgereizt.

5G das mobile Rückgrat der Industrie 4.0

Während in Deutschland das 4G-Netz immer noch nicht überall verfügbar ist, steht mit 5G weltweit bereits die nächste Generation in den Startlöchern. Sie ist für sehr unterschiedliche Anforderungen ausgelegt und damit flexibler als ihre Vorgänger. Enthalten ist auch ein Übertragungsstandard, der speziell für die Maschine-zu-Maschine-Kommunikation (M2M) und das Internet der Dinge (Internet of Things; IoT) ausgelegt ist. Anwendungen haben hierbei eine Gemeinsamkeit: Sie übertragen meist nur kleine Datenmengen. Dafür rechnen Experten allerdings mit einer rasant steigenden Zahl der vernetzten Geräte. Kleine Datenmengen bei gleichzeitig großer räumlicher Verbreitung benötigen ein großflächiges Netz, das eine hohe Anzahl an kommunizierenden Geräten verarbeiten kann. Die Übertragungsgeschwindigkeit spielt bei diesen Anwendungen nur eine untergeordnete Rolle, wichtiger dabei ist der geringe Energieverbrauch. Aber auch die anderen 5G-Features können für die vernetzte Industrie interessant sein: Die Übertragung von großen Datenmengen oder spezielle Hochverfügbarkeitsverbindungen mit kurzer Antwortzeit.

Starten soll das neue 5G-Netz in Deutschland 2020. Bis eine breite Abdeckung auch nur der Ballungsräume erfolgt ist, wird es allerdings noch einige Jahre dauern.

Der Druckguss wird digital

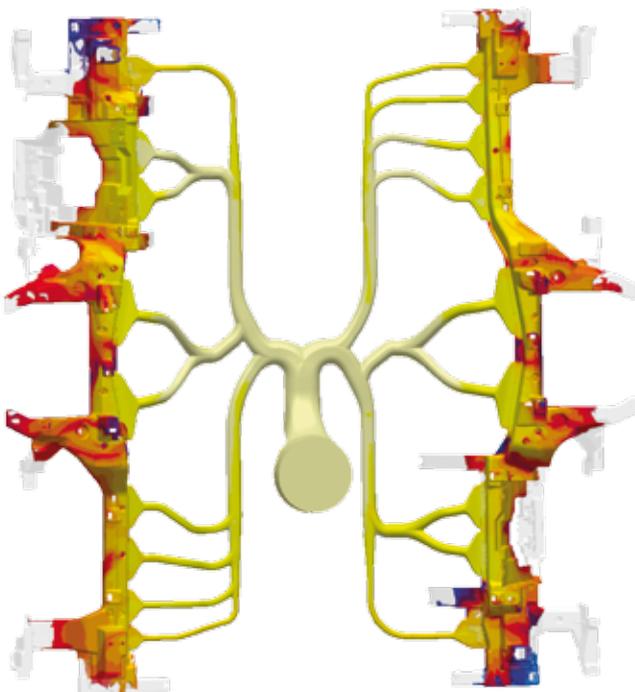
Der wichtigste Trend 2020? Für den Druckguss bedeutet das einen deutlichen Sprung nach vorne in der Digitalisierung. Ältere Trends wie die Simulation erhalten durch Vernetzung und Additive Fertigung Auftrieb.

Viele Faktoren beeinflussen Erfolg oder Misserfolg im Druckguss: Die eingesetzte Legierung, die Temperaturen, der Druck, aber auch die Form und viele weitere Faktoren machen den Unterschied zwischen einem hochwertigen Produkt mit perfekten Materialeigenschaften und schlechter Qualität. Bis vor einigen Jahren mussten sich die Betriebe mit Formeln, Erfahrung und viel Ausprobieren an die optimalen Werkzeuge und Werte heranarbeiten. Der Einsatz von Computern zur Gussimulation und zur Anlagensteuerung hat das alles grundlegend geändert und tut es noch immer.

Die Gussimulation profitiert von der kontinuierlich wachsenden Rechenleistung ebenso wie von kontinuierlich verbesserten Algorithmen und immer umfassenderen Datenbanken mit Erfahrungswerten als Referenz. Zunehmend wichtiger werden daneben für Gießereien aber auch die neuen Technologien des 3D-Drucks sowie die Vernetzung durch das Internet der Dinge und genereller die Konzepte von Industrie 4.0. Einige Beispiele zeigen im Folgenden, wohin die digitale Entwicklung geht:

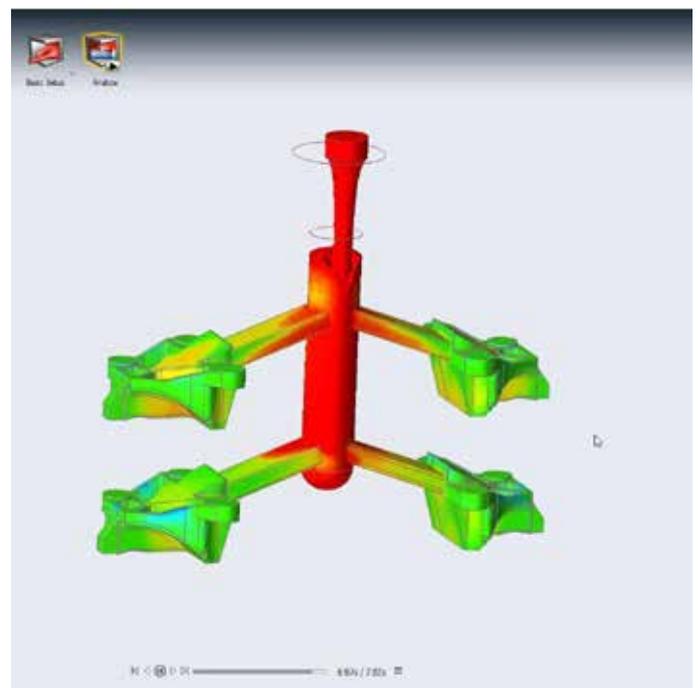
1. Druckgussimulation

Software zur Druckgussimulation gibt es bereits seit 30 Jahren. Eine verbreitete Anwendung wie ProCast von ESI wird seit über 25 Jahren weiterentwickelt. ProCast, das auf der Finite-Elemente-Technologie basiert, erlaubt Vorhersagen zu Verformungen und Eigenspannungen und kann auch für spezifische Prozesse wie Semi-Solid-Modellierung, Kernschießen, Schleuderguss, Lost-Foam-Verfahren und Strangguss verwendet werden. Parallel dazu bietet das Unternehmen mit QuikCAST eine schlankere Lösung an, die fokussiert ist auf die Grundlagen jedes Gießprozesses: Formfüllung, Erstarrung und Schwindungsporosität.



Simulation der Wärmeverteilung in MagmaSoft

© Magma



Simulation eines Druckgusses in Altair

© Magma

Altairs Inspire Cast-Software ist aus Click2Cast hervorgegangen und bietet eine schnelle, einfache, genaue und erschwingliche Casting-Simulationsumgebung, die auf die Erstellung hochwertiger Komponenten mit erhöhter Rentabilität durch eine intuitive Benutzererfahrung ausgerichtet ist. Das Tool ist als Universalwerkzeug für alle Beteiligten vom Anfänger bis zum Experten und vom Produktdesigner bis zum Gießereingenieur gedacht. Bereits in der frühen Entwurfsphase können Anwender typische Gussfehler wie Lufteinschlüsse, Porosität beim Schrumpfen, Kaltverschlüsse, Formzersetzung visualisieren und beheben. Geführte Prozessvorlagen bieten 5 einfache Schritte zur Simulation von Schwerkraftdüse, Schwerkraftsand, Einbettmassen, Hochdruck, Niederdruckguss und Neigungsgießen.

Ein weiterer Mitspieler ist die Software Magmasoft. Ein umfassendes und leistungsstarkes Simulationswerkzeug zur Verbesserung der Gussteilqualität, Optimierung von Prozessbedingungen und Reduzierung von Fertigungskosten für Formfüllung, Erstarrung und Wärmebehandlung von Druckguss. Die integrierten Werkzeuge zur virtuellen Versuchsplanung und autonomen Optimierung unterstützen Gussteilkonstrukteure, Werkzeugbauer und Gießer bei der Ermittlung robuster Design- und Prozessbedingungen.

Mit dem in Magmasoft integrierten Magma Prinzip durchläuft die Software verschiedene Varianten für Gießtechnik und Fertigungsbedingungen. So lassen sich anforderungsgerecht robuste oder optimierte Prozessbedingungen ermitteln. Unterschiedliche Ziele lassen sich gleichzeitig unter Berücksichtigung aller wesentlichen Freiheitsgrade mit unterschiedlichen Qualitätskriterien, die für Druckguss entscheidend sind, verfolgen und bewerten.

Die drei genannten Lösungen stehen stellvertretend für ein breites Feld an Software, die Konstrukteure und Gießereien in allen Schritten durch intelligent Simulationen unterstützt.

2. 3D-Druck einbinden

Auch den 3D-Druck gibt es bereits seit 30 Jahren. Er ist die Hardwareseite der Digitalisierung. Seinen Einzug in die Industrie, in die Gussindustrie zumal hält er jedoch erst seit kurzem: Aufgaben sind zum Beispiel der Werkzeugbau oder Aufträge in Losgröße 1. Entsprechend ist auch noch viel Grundlagenforschung notwendig. Ein interessantes Projekt auf diesem Gebiet ist AddiLine. Dabei geht es um ein neues additives Verfahren, den „Thermoplastischen 3D-Druck“ (T3DP), mit dem auch Keramiken und Hartmetalle verdruckt werden können. Entwickelt wird das Verfahren am Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme (IKTS). Die Herausforderung ist, dass für eine hohe Prozessstabilität und Qualität der Bauteile eine Inline-Prozesskontrolle benötigt wird. Bisherige Lösungen produzieren zu hohe Datenmengen, deren Auswertung viel Zeit in Anspruch nimmt oder sind für das begrenzte Platzangebot im Drucker zu groß. Zudem können sie keine definierten Materialparameter (z. B. Porosität oder Defekte) prüfen, auf die der Fertigungsprozess abgestimmt werden muss.

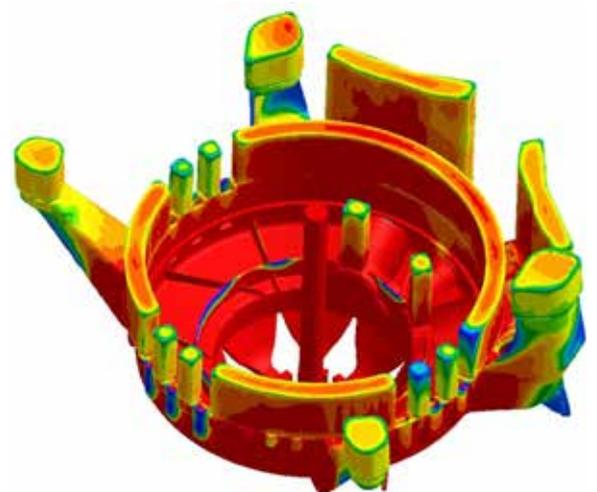
Ziel des Projekts AddiLine ist nun die Entwicklung eines Mess-Systems mit zwei Komponenten. Die erste Komponente überwacht mittels Lichtschranke, ob das zu verdruckende Material den Drucker tatsächlich verlässt. Dies ist Voraussetzung für eine korrekte Anbindung der Materialtropfen untereinander, so dass keine Lufteinschlüsse entstehen. Die zweite Komponente, die integrierte Laser-Speckle-Photometrie (LSP), prüft berührungslos die vorher festgelegten Parameter der entstehenden Struktur in Echtzeit.

Die zu entwickelnde berührungslose Prüftechnik soll als kostengünstiges System mit flexiblem und robustem optischem Aufbau realisiert werden. Um dessen Einsatz unter Produktionsbedingungen zu testen, wird das modulare System mit beiden Komponenten in eine T3DP-Anlage integriert. »Der Anlagendemonstrator bildet so die Grundlage für eine

völlig neuartige additive Fertigungstechnologie, die die Herstellung für ein breites Materialspektrum von hochwertigen Single- und Multimaterial-Bauteilen ermöglicht« fasst Dr. Beatrice Bendjus, wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fraunhofer IKTS, zusammen.

3. Internet der Dinge im Betrieb

Der vielleicht wichtigste Aspekt des aktuellen Digitalisierungstrends ist die Vernetzung. Sie findet auf mehreren Ebenen statt: Unternehmenssoftwareanbieter wie SAP, Sage oder Microsoft bieten längst Module für Industrie-4.0-Aufgaben für ihre ERP-Software an. Um aber die Vernetzung auch in den Produktionsanlagen eines Betriebes umzusetzen, sind kostengünstige Lösungen gefragt. Wichtig ist auch, dass die Komponenten nahtlos zusammenarbeiten. Gerade die großen Mobilfunkbetreiber haben hier einen interessanten Markt für sich erkannt und bieten Unternehmen selbst oder über Tochtergesellschaften Beratungen und Lösungen an. Anbieter sind zum Beispiel die skandinavische Telenor Connexion oder T-Systems International. Mittelfristig dürfte hier der Trend hin zu einfach zu implementierenden Standards gehen. In Gießereien ist dabei besonders zu beachten, dass selten die ganze Produktionskette vollautomatisiert ist. Vielmehr gilt es, Lösungen zu finden, die auch die Mitarbeiter sinnvoll einbinden können.



Wärmeverteilung in ESI Procast

© ESI

Additive Manufacturing

Die technische Revolution kommt an

2019 ist das Jahr, in dem der 3D-Druck endgültig Einzug in die Produktionshallen erhielt. Für Gießereien hat die Technologie viel zu bieten und die Wissenschaft forscht intensiv an dem Thema. Die EUROGUSS 2020 widmet Additive Manufacturing einen eigenen Pavillon.

Ein neuer Trend stellt die industrielle Produktion auf den Kopf: Additive Fertigung, häufig auch als Generative Fertigung oder als Additive Manufacturing bezeichnet oder einfach als 3D-Druck. Das Verfahren ist ein Kind der achtziger Jahre. Als die erste Computergrafiksoftware auf den Markt kam und Konstruktionszeichnungen am PC entstanden, stellten sich Wissenschaftler und Erfinder die Frage, ob sich die 3D-Modelle nicht auch direkt in die Realität umsetzen ließen. Es geht. Und die prinzipielle Lösung ist seit fast vierzig Jahren die gleiche: Das Objekt wird Schicht für Schicht aus einem aufgeschmolzenen Material aufgebaut. Ein Spielzeugfrosch war angeblich das erste Objekt, das auf diese Weise „gedruckt“ wurde.

An diesem Punkt hören allerdings die Gemeinsamkeiten auf: Es gibt eine Vielzahl von Werkstoffen, feste, flüssige und vor allem pulverförmige, die mit einer Vielzahl geeigneter Verfahren zum Einsatz kommen. Laser schmelzen das Material oder auch ein Elektronenstrahl. Eine andere Variante ist das selektive Auftragen von Bindemitteln gemeinsam mit Pulver oder Sand.

Von der ersten Idee zum industrietauglichen Produktionswerkzeug ist es meist ein langer Weg. Doch der Weg hat nun auch für die metallverarbeitende Industrie ans Ziel geführt: Mehr und mehr tauchen in den Produktionshallen 3D-Drucker auf. Die junge Technologie bietet allerdings noch Potenzial für echte Entwicklungssprünge: Der Energiebedarf, die Kosten für Pulver oder Flüssigmaterial, die Druck- und Hitzebeständigkeit des Endprodukts oder auch der Bedarf an aufwendiger Nachbearbeitung sind Forschungsgebiete, auf denen sich noch viel erreichen lässt. »Additive Manufacturing« ist eine Schlüsseltechnologie für die »Industrie 4.0«: Sie soll die Vorteile der Massenproduktion und der Manufaktur verbinden und selbst Einzelstücke im industriellen Maßstab noch profitabel herstellen.

Die EUROGUSS 2020 trägt dem anspruchsvollen Thema mit einem eigenen Themenpavillon Rechnung. Denn 3D-Druck-Technologien kommen gerade für Gießereien an mehreren Punkten im Produktionsprozess zum Tragen: Beim Prototyping, beim Gussformen-, Gusskern- und Werkzeugbau wie auch beim Herstellen von Endprodukten ab Losgröße 1.

Der Schwerpunkt wird auch die Bemühungen zur Grundlagen- und Anwendungsforschung widerspiegeln, die inzwischen in Europa in Wissenschaft und Industrie angelaufen sind. Zwei aktuelle Beispiele zeigen im Folgenden, wohin die Entwicklung geht.

AutoHybrid

3D-Druck plus konventionelle Fertigung

Drei Jahre lang werden das Fraunhofer-Institut für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik (IGCV) und Lehrstuhl für Ingenieurinformatik mit Schwerpunkt Produktionsinformatik der Universität Augsburg erforschen, wie sich konventionell gefertigte Werkstücke mit 3D-Druck ergänzen lassen. Der Projektname „AutoHybrid“ steht dabei für „Automatisierte Prozessketten für die Hybridbauweise mittels Laserstrahlschmelzen“. Projektziel ist es, die kombinierte Bauweise aus Laserstrahlschmelzen (engl. Laser Beam Melting – LBM), und konventionellen Fertigungsverfahren wirtschaftlich rentabel zu machen und so als neue Fertigungsmethode industriell zu erschließen.

3D-Druckverfahren ermöglichen im Vergleich zu konventionellen Fertigungstechnologien eine höhere Designfreiheit. So können im 3D-Druck auch geometrisch hochkomplexe Strukturen wie zum Beispiel innenliegende Kühlkanäle gefertigt werden. Ein Nachteil ist, dass der hohe Designfreiheitsgrad häufig mit hohen Kosten und einer langen Fertigungsdauer einhergeht. Konventionelle Technologien sind demgegenüber, was die Umsetzung geometrisch komplexer Bauteile angeht, in der Regel zwar begrenzter,

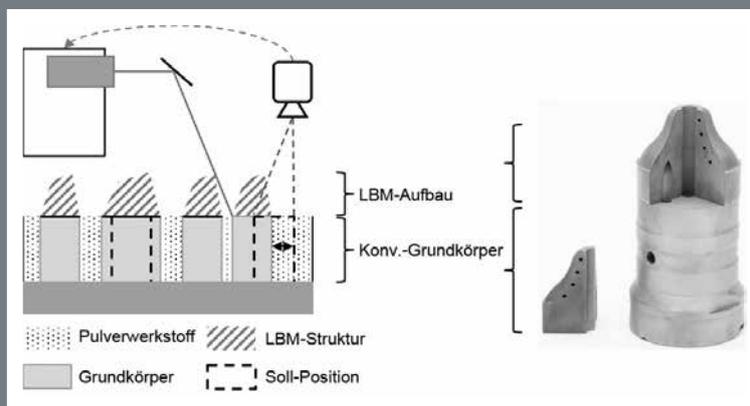
dafür können mit ihnen einfache Strukturen aber schnell und kosteneffizient gefertigt werden.

„Die Kombination konventioneller Technologien mit dem 3D-Druck in einer Prozesskette birgt nun ein großes Potenzial, um den 3D-Druck für ein breites Portfolio an Bauteilen wirt-

bereits Anwendung. Allerdings, so Schilps Mitarbeiter Benedikt Schmiegel, seien die bisher entwickelten Prozessketten noch von vielen zeitintensiven, teilweise manuellen Tätigkeiten geprägt. Dies führe dazu, dass die Bauweise häufig keine Anwendung findet. „In kommenden drei Jahren

werden wir im Rahmen von AutoHybrid die zeitintensiven Prozessschritte identifizieren, um sie dann – zum Beispiel mit Software-Tools zur Unterstützung der Konstrukteure – zu bereinigen.“

Eine Kombination aus additiven und konventionellen Verfahren wie AutoHybrid ist angesichts der Digitalisierung in der Produktion auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten sinnvoll



Der schematische Ablauf der Hybridbauweise sowie ein Anwendungsfall aus dem Projekt AutoHybrid.

© Fraunhofer IGCV

schaftlich nutzbar zu machen und so hohe Stückzahlen wirtschaftlich sinnvoll fertigen zu können“, erläutert Prof. Dr.-Ing. Johannes Schilp, Inhaber des Augsburger Lehrstuhls für Ingenieurinformatik mit Schwerpunkt Produktionsinformatik. Das Prinzip dabei: Auf einem konventionell gefertigten Grundkörper werden mittels Laserstrahlschmelzen (Laser Beam Melting, kurz: LBM), komplexe Strukturen aufgebaut. Der 3D-Druck wird also nur dort verwendet, wo er im Vergleich zu kostengünstigeren konventionellen Technologien echten Mehrwert stiftet. Vereinzelt findet diese Bauweise

und bietet gerade an Hochlohnstandorten große Chancen zur Weiterentwicklung und Stärkung der industriellen Wertschöpfung. Das ist auch ein Grund dafür, dass sieben Industriepartner das Projekt mit unterstützen, nämlich die Firmen Hirschvogel Automotive, Federal Modul, MAN Turbo & Diesel, GOM, JP3D TechVision, Gräbert GmbH und Coherent OR Laser. Daher kann die Idee von Anfang an auf ihre Umsetzbarkeit hin geprüft werden. Die Bayerische Forschungsförderung fördert das Projekt noch bis Ende März 2022 mit insgesamt 640.000 Euro. (Klaus P. Prem/dsc)

Grundlagenforschung treibt Additive Manufacturing voran

Das Fraunhofer-Leitprojekt »futureAM« soll die »Additive Fertigung« um den Faktor zehn beschleunigen.

Um mehr Materialien in der Additiven Fertigung verwenden zu können, haben die Ingenieure des Fraunhofer IWS über Jahrzehnte hinweg das Laser-Pulver-Auftragschweißen verfeinert. In diesem Verfahren fördert eine Anlage verschiedene Zusatzpulver in eine Prozesszone. Dort schmilzt ein Laser die Pulver auf und schweißt sie auf eine Werkstückoberfläche auf. So entsteht Schicht für Schicht die gewünschte Form. »Zu den Vorteilen dieses additiven Verfahrens gehört, dass wir den Prozess sehr flexibel an die Anforderungen von Hoch-

leistungsmaterialien anpassen können«, erklärt Projektadministrator Michael Müller vom IWS. Damit gelinge es zum Beispiel auch, Nickel-Basislegierungen zu drucken, die sich mit traditionellen Verfahren nur schwer schweißen und verarbeiten lassen. Das funktioniert aber nur, wenn Temperatur, Pulversorten, Förderate und andere Einstellungen genau stimmen. »Wir müssen alle Stellschrauben genau justieren«, erläutert Michael Müller. »Nur so können wir die richtige Rezeptur finden.« Im Rahmen des Fraunhofer Leitprojekts »futureAM – Next Generation Additive Manufacturing« erfassen die Ingenieure des Fraunhofer IWS zu diesem Zweck zahlreiche Sensordaten mit sehr hohen Abtastraten. Dies erzeugt allerdings große Datenmengen (»Big Data«), die für Menschen nur noch schwer zu durchschauen sind.



Mittels Laser-Pulver-Auftragschweißen lassen sich Bauteile aus verschiedenen Materialien integral fertigen. So können spezifische Materialien an genau den Orten platziert werden, wo ihre Eigenschaften benötigt werden. Dies stellt beispielsweise leichtere, bessere und kostenreduzierte Schaufeln für Gasturbinen in Aussicht.

© Fraunhofer IWS Dresden

KI lernt zu entscheiden

Um dennoch verborgene Zusammenhänge in diesen Signalfloten zu finden, nutzen die Fraunhofer-Experten fortgeschrittene Methoden der »Künstlichen Intelligenz« (KI) und des »Maschinellen Lernens«, das ebenfalls unter dem Schlagwort Big Data in einem Arbeitskreis um Prof. Karol Kozak, Leiter Bildverarbeitung und Datenmanagement am Fraunhofer IWS, erforscht wird. Spezielle Analyse-Algorithmen verknüpfen beispielsweise die ausgemessenen Sensorwerte mit der Pulverdatenbank des Instituts und werten weitere Prozessparameter aus. Mit der Zeit lernen die Maschinen dadurch,

selbstständig Entscheidungen zu treffen. Zum Beispiel erkennen sie selbst, ob sich ein leichter Temperaturanstieg im Schweißprozess tolerieren lässt oder ob sie sofort gegensteuern müssen, bevor das ganze Bauteil zum Ausschuss wird. Das Interesse aus der Wirtschaft an solchen additiven Fertigungsverfahren der nächsten Generation ist groß: »Die Industrie sucht nach immer mehr und immer anderen Werkstoffen, die oft aber nur schwer zu verarbeiten sind«, betont Prof. Frank Brückner, Geschäftsfeldleiter Generieren und Drucken am Fraunhofer IWS.

Bessere Flugzeugtriebwerke in Sicht

Ein Beispiel dafür sind die erwähnten Flugzeugtriebwerke: Sie könnten heißer und effizienter arbeiten, wenn nicht die meisten Materialien bei Temperaturen um etwa 1200 Grad bereits versagen würden. Zwar existieren Werkstoffe, die auch derart hohe Temperaturen aushalten, aber sie sind kostenintensiv und lassen sich nur schwer mit traditionellen Methoden verarbeiten. Die Additive Fertigung soll dieses Dilemma lösen. Zudem könnte sie für eine günstigere Bauweise sorgen: »Mittels Laser-Pulver-Auftragschweißens können wir verschiedene Pulver zeitgleich oder nacheinander mit genau einstellbaren Förderraten in die Prozesszone bringen«, erklärt Michael Müller. Eine ganze Komponente aus einem einzigen Material zu konstruieren, ist wenig effektiv, denn das Bauteil ist nicht an allen Punkten derselben Hitze ausgesetzt. »Besser wäre es, das teure, hochbeanspruchbare Material nur dort zu verwenden, wo es richtig heiß wird«, sagt Michael Müller.

»An anderen Stellen wäre ein preiswerteres Material ausreichend.« Eben dies lässt sich mit Additiven Fertigungsanlagen durchaus realisieren – wenn sie gelernt haben, die benötigten Superlegierungen zu verarbeiten. »Im nächs-

ten Schritt möchten wir verschiedene Hochleistungsmaterialien innerhalb einer einzigen Komponente kombinieren«, kündigt Projektadministrator Müller an. Im Verbundprojekt »futureAM« führen das IWS und fünf weitere Fraunhofer-Institute dieses und weiteres Know-how zusammen, um die Additive Fertigung auf eine neue Stufe zu heben. Bis zum Sommer 2020 wollen sie all diese Expertise in die Prozesskette der Additiven Fertigung integrieren und an handfesten Bauteilen demonstrieren.

»futureAM« hebt die Additive Fertigung auf eine neue Stufe

Im November 2017 startete das Fraunhofer-Leitprojekt futureAM mit dem Ziel, die Additive Fertigung von Metallbauteilen mindestens um den Faktor zehn zu beschleunigen. Im Mittelpunkt steht eine ganzheitliche Sicht auf die digitale und physische Wertschöpfung vom Auftragseingang bis zum fertigen metallischen 3D-Druck-Bauteil. Zentrales Ziel ist ein Sprung in eine neue Technologiegeneration der Additiven Fertigung. An diesem Projekt beteiligen sich unter der Führung des Fraunhofer-ILT fünf weitere Fraunhofer-Institute: IWS, IWU, IAPT sowie IGD und IFAM. (Markus Forytta/dsc)



In der, am Fraunhofer IWS Dresden entwickelten, Prozess- und Materialdatenbank sind alle Details zu den gefertigten Bauteilen hinterlegt. Diese Datenbank lässt komplexe Schlüsse zwischen dem Schweißergebnis und bereits gewonnenen Daten zu.

© Fraunhofer IWS Dresden

5 Herausforderungen für den Druckguss

Unternehmen, die Druckguss anbieten, haben gute Chancen mit ihrem preiswerten und effizienten Verfahren in den kommenden Jahren neue Marktanteile zu gewinnen. Einfach ist der Weg dahin nicht; fünf Herausforderungen lauern auf die Unternehmen.



TECHNOLOGIEWANDEL

Herausforderung und Chance zugleich ist der Technologiewandel. Die Digitalisierung schreitet auch im Druckguss voran und der Trend geht zur vernetzten Gießerei 4.0. Das hat Folgen:

Gießereien erhalten durch den ständigen Datenfluss tiefere Einblicke in ihren täglichen Produktionsprozess. Clever aufbereitet helfen diese Daten dabei, kritische Schritte in der Produktionskette zu identifizieren, bei denen Zeit oder Energie verloren gehen. Weiterhin können Gießereien einige zeit- und ressourcenaufwendige Schritte überspringen, wenn sie Simulationssoftware anstelle eines Trial-and-Error-Prozesses zum Entwerfen effizienter Formen verwenden. Schließlich hilft die Additive Fertigung komplexe Werkzeuge und Formen schnell herzustellen oder auch als sinnvolle Alternative für Kleinaufträge. Hier auf die richtige Technologie zu setzen, erfordert viel Aufmerksamkeit und auch einige Investitionen.



ARBEITSKRÄFTE

Europas alternde Erwerbsbevölkerung ist ein weiteres Problem. Vom einfachen Werker bis hin zum leitenden Ingenieur schrumpft der Pool an guten Kandidaten mit jedem Jahrgang, der den Arbeitsmarkt betritt. Gleichzeitig wird sich die Art der Arbeit in Gießereien ändern. Digitalisierung bedeutet, dass Mitarbeiter die Fähigkeit benötigen, mit Computersystemen auch auf Produktionsebene zu arbeiten. Die Mitarbeiter müssen wissen, welche Daten ihre Anlage liefern soll, und sie müssen in der Lage sein, ihre Arbeit zu dokumentieren. Der Arbeitstag wird weniger von Hitze und mehr von Bits und Bytes bestimmt sein, dennoch wird es eine körperlich anstrengende Arbeit bleiben. Für Ingenieure wird es weniger Veränderungen geben. Wahrscheinlich wird die Industrie in der Lage sein, mehr von ihnen zu beschäftigen, aber es ist nicht sicher, ob die Universitäten genügend Absolventen anbieten können. Letztendlich wird eine gut ausgebildete und fähige Belegschaft der Schlüssel zum Überleben der Branche in Europa und den USA sein.





GEWANDELTE KUNDENANFORDERUNGEN

Die Automobilindustrie und ihre Zulieferer sind mit Abstand die größten Abnehmer europäischer Gießereien und sie möchten Gießereien in der Nähe ihrer eigenen Werke haben. Aber auch andere Branchen wie Maschinenbau oder Haushaltswaren sind in Europa nach wie vor stark und gute Abnehmer von Gussprodukten. Für die Automobilhersteller stehen jedoch bedeutende Veränderungen bevor. Das Ende der Ära des Verbrennungsmotors ist in Sicht. Die Gießereien können ein Partner in diesem Prozess sein, da sie über das notwendige Know-how verfügen, um leichte Autoteile zu entwickeln. Gleichzeitig besteht für europäische Hersteller das Risiko, dass künftige Autos mit weniger komplexen Motoren und Getrieben von billigeren Arbeitskräften an anderer Stelle gebaut werden.



RESSOURCEN

Sorgen hinsichtlich des vom Menschen verursachten Klimawandels und begrenzter Ressourcen sind für Gießereien besonders wichtig. Gießereien sind einerseits beim Recycling weit voraus: Am Ende eines Lebenszyklus können Metallgussteile in der Regel für neue Gussteile recycelt werden. So sorgen Gießereien dafür, dass wertvolle Ressourcen nicht verschwendet werden. Sogar der Sand wird recycelt. Der Nachteil der Branche ist andererseits der hohe Energieverbrauch, der bis zu einem gewissen Punkt unvermeidlich ist. Dennoch gibt es noch Raum für eine energieeffizientere Produktion, wenn der Druck der öffentlichen Meinung steigt.



WELTHANDEL

In den letzten 25 Jahren standen alle Signale auf Freihandel. Die Weltwirtschaft ist so vernetzt wie noch nie. Doch das Klima hat sich gewandelt und die Gespenster des Protektionismus sind zurück. Der Handelskonflikt zwischen China und den USA könnte eine Rezession oder zumindest einige größere Störungen in der globalen Handelskette hervorrufen. Lieferketten könnten unterbrochen werden und die Preise für Rohprodukte, Logistik und Fertigwaren erheblich steigen. Im Einkauf wie im Absatz wird Flexibilität notwendig sein.



Der Druckguss im Fokus der Messe

Bilden digitale Medien, Internet und digitale Netzwerke ein Konfliktpotenzial zu traditionellen Messeveranstaltungen? Wie wichtig sind Fachmessen im Jahr 2020? Mit diesen Fragen beschäftigen sich nicht nur die Messeveranstalter sondern auch alle Aussteller, Besucher und Spezialisten. Autor: Michael Franke

Die Aussteller- und Besucherzahlen geben eine erste Antwort und zeigen den Erfolg von Veranstaltungen. Ergebnisse von Messen lassen sich in vielen Fällen nicht direkt und sofort mit Zahlen bewerten. Ideen werden nicht nur am Schreibtisch, am Rechner oder in einer Werkhalle geboren, sie haben oft ihren Ursprung in persönlichen Gesprächen und Diskussionen mit Fachkollegen/innen und Anwendern. Beim „Begreifen“ im wörtlichen Sinne von Anlagen, Maschinen, Laborgeräten, Gussteilen und anderen Ausstellungstücken werden Anregungen geschaffen und Ideen geboren. In vielen Fällen können die sich entwickelnden Ideen nicht vorher abgeschätzt werden. Die kreative menschliche Kombinatorik ist unerschöpflich und bietet immer wieder überraschende Varianten. Moderne Rechentechnik, Algorithmen und beispielsweise virtuelle Darstellungsformen unterstützen uns in diesen Phasen.

Der Wettbewerb ist die Treibkraft der Entwicklung und die Zukunftsgestaltung. Innovative Lösungen, die bisher nicht denkbar waren, werden in Zukunft möglich sein. Denken wir hier nur an die Entwicklung von Strukturbauteilen in der Automobilindustrie. Diese dünnwandigen und großflächigen Gussteile mit einer Vielzahl von integrierten Funktionen haben im Automobilbau drastische Veränderungen bewirkt. Entwicklungsleistungen der unterschiedlichsten Fachgebiete sind in die erfolgreiche Serienproduktion dieser Teile im Druckguss eingeflossen. Druckgussmaschinenkonstruktion, Werkzeugauslegung, Werkzeugwerkstoffe, Prozesssimulation, Formtemperierung, Gusslegierungen, Schweiß- und Fügeverfahren, Beschichtungsverfahren, Handlings- und Transportsysteme erfuhren

neue Anforderungsprofile und führten im sicheren Zusammenspiel zur heutigen Serienproduktion.

Wie werden diese Teile in Zukunft aussehen? Zunehmende Komplexität der Teile und Hybridbauteile mit der Ausnutzung der Werkstoffeigenschaften unterschiedlichster Materialien sind in der Entwicklungsphase beziehungsweise im ersten Serieneinsatz. Die Mobilität der Menschen bleibt eine Treibkraft dieser Entwicklung.

Druckgussteile sind zunehmend auch in anderen Anwendungsbereichen wie der Medizintechnik zu finden. Funktionalität und Design werden in den Bauteilen vereint und bieten ein herausragendes Produkt, so zum Beispiel high-tech Lampen für den Operationsaal. Maßgenauigkeit zur Montage der Leuchtmittel für ein blendfreies Licht, Kühlungsmöglichkeiten der gesamten Lampe, perfektes Handling im Operationsaal und ein modernes Design wurden in einem Bauteil vereint. Die Leichtigkeit des Designs begeistert und erst beim näheren Betrachten des Gussteils wird die Komplexität der realisierten Bauteilfunktionen erkennbar. Auch vom Trend zum Smart Home kann der Druckguss profitieren.

Die Zukunft der Druckgießer wird anspruchsvoller und bietet reichlich Raum für kreative Prozesse und Produkte. Der Druckgusstag auf der EUROGUSS 2020 und die Messe sind ein guter Ort hierfür Ideen und Know-how zu sammeln.

GIESSEREI PRAXIS

ARCHIVSUCHE



TERMINE



PRODUKTE



ARTIKEL
ZUM
DOWNLOAD



STELLENBÖRSE



NEWSLETTER



online

Umfangreicher und kostenloser Service auf
www.giesserei-praxis.de

BE READY FOR THE INDUSTRY'S MOST IMPORTANT DATES!

THE LEADING DIE CASTING SHOWS



EUROGUSS MEXICO
Mexico, Guadalajara
euroguss-mexico.com

ALUCAST
India, Chennai
alucastexpo.com

**CHINA
DIECASTING**
China, Shanghai
diecastexpo.cn/en

EUROGUSS ASIA PACIFIC
Thailand, Bangkok
euroguss-asiapacific.com

euroguss.de/international

NÜRNBERG  MESSE