

GIESSEREI RUNDSCHAU

Fachzeitschrift des Vereins Proguss-Austria | www.proguss-austria.at



02
2023

JHG. 70

Casting The Future

Green Energy



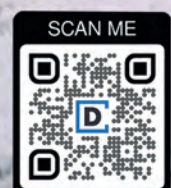
Kleinwindkraftanlage

Green Mobility



E-Bike Antrieb

DYNACAST
A FORM TECHNOLOGIES COMPANY





Wir wollen Menschen begeistern!



BORBET Austria GmbH:
Lamprechtshausenerstr. 77 • 5282 Ranshofen • T: +43(0)7722/884-0
E-Mail: bewerbung@borbet-austria.at • www.borbet-austria.at

BORBET Austria
Ein Unternehmen der BORBET-Gruppe

WERDEN SIE TEIL DES PROGUSS-AUSTRIA NETZWERKES

**UNSER VEREINSZWECK IST
DIE FÖRDERUNG DER
INTERESSEN RUND UM DIE
GIESSEREIINDUSTRIE.**

UNSERE PARTNER

- Gießereiindustrie
- ÖGI Österreichisches Gießerei-Institut
- Lehrstuhl für Gießereikunde

Nutzen Sie unser Anmeldeformular online unter
www.proguss-austria.at/mitglied-werden

austria
proguss

Hochwertige Gewindefittings und PRIMOFIT-Klemmverbinder aus Temperguss

Georg Fischer Fittings GmbH
3160 Traisen
fittings.ps@georgfischer.com
www.fittings.at



VORSCHAU GIESSEREI RUNDSCHAU AUSGABE 03/2023

Redaktions- und Anzeigenschluss: Fr. 22. September 2023

Themen: Eisenguss, Formstoffe, Portorož

Kontakt: Mag. Dietburg Angerer, angerer@proguss-austria.at, Tel. +43 (0) 664 16 14 308

INHALT

02/2023

Fachbeiträge

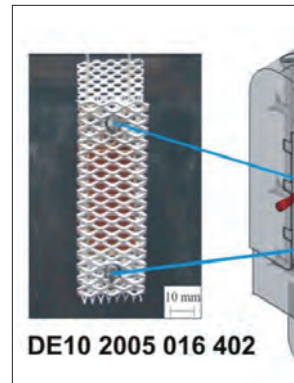
- 06 | Aspekte der Weiterentwicklung des Gießens**
Prof. Dr. Eberhard Ambos, Prof. Dr. Ulrich Gabbert, Dr. Dan Dragulin, Prof. Dr. Christian Heikel, Andreas Angermeier, Dr. Peter Katuch und Dr. Christian Wojek
- 24 | Optimierte Schutzgasgemische für den Magnesium-Schmelzbetrieb**
DI Florian Sipek, Peter Rauch, Dr. Peter Liepert, DI Christa Zengerer, DI Gerhard Schindelbacher, Dr. Peter Hofer-Hauser, Univ. Prof. Dr. Peter Schumacher
- 29 | Entsandung mittels hydraulischer Schlagwerke und automatisiertes Gussputzen von Losgrösse 1 bis zur Serienfertigung**
Norman Präkelt
- 33 | Rückblick auf die 65. Österreichische Gießerei-Tagung**

04 | Vorwort

06 | Fachbeiträge

Aktuelles

- 45 | Die Berufsgruppe der Gießereiindustrie**
- 47 | Firmennachrichten**
- 55 | Vereinsnachrichten**
- 56 | Veranstaltungskalender**
- 58 | Bücher und Medien**
- 59 | Impressum**



6

Fachbeitrag

Aspekte der Weiterentwicklung des Gießens

24

Optimierte Schutzgasgemische für den Magnesium-Schmelzbetrieb



47

Firmennachrichten

58

Bücher und Medien





**„Eine Branche mit nahezu 100 pro-
zentiger Recycling-Möglichkeit ist
ein Ausnahmeindustriestweig.“**

Dipl.-Ing. Adolf Kerbl, MSc

VORWORT

Dipl.-Ing. Adolf Kerbl, MSc

Geschäftsführer Proguss-Austria

LIEBE GIESSERKOLLEGEN UND GIESSERKOLLEGINNEN,

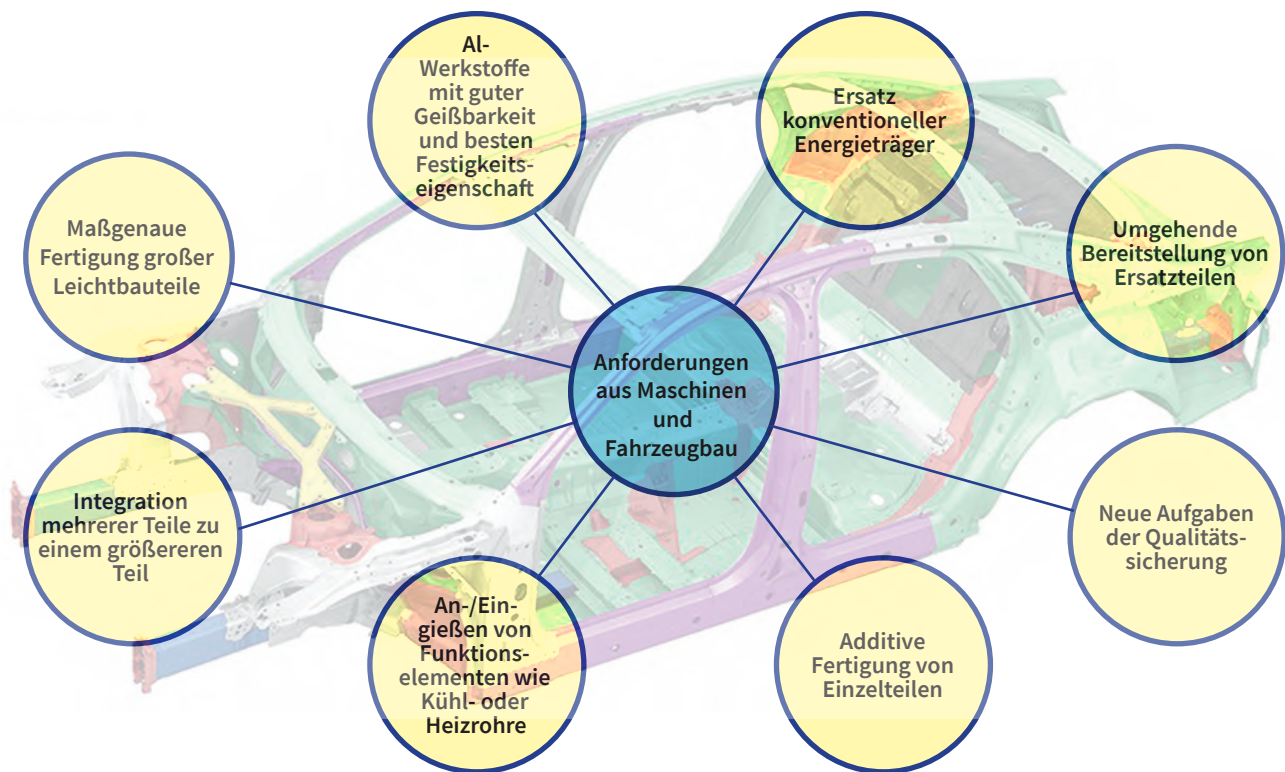
eine Ära geht zu Ende, DI Gerhard Schindelbacher ist nach 38 Jahren nun in die Pension übergewechselt und hat das Zepter an Christa Zengerer übergeben. Er hat mit seinem Team aus dem Giessereiinstitut ein internationales Schmuckstück mit anerkannten Experten gemacht. Das Institut steht auf soliden Beinen und es kann ihm für seine Leistungen nicht genug Dank ausgesprochen werden. Gleichzeitig sind wir froh DI Christa Zengerer, eine hervorragende Netzwerkerin, gefunden zu haben, die Ihr Können auch schon bei der Giessereitagung zeigen konnte. Mit ihr gemeinsam und unseren Experten am Institut sind wir hervorragend für die Herausforderungen der nächsten Jahre aufgestellt und wünschen Christa Zengerer alles Gute.

Gerade jetzt kommen neue Aufgaben auf uns zu und die Transformation der Mobilität wird zukünftig eines der Hauptthemen sein für die wir uns rüsten müssen. Von unserem Branchenumsatz gehen ca. 70 % in die Automobilindustrie. Bedenklich sind die Entwicklungen auf der Kostenseite. Die Energiepreise stellen eine nachhaltige Bedrohung unserer Branche dar und die Kostenbelastung gegenüber unseren Mitbewerbern hat sich verschlechtert. Aber auch gegenüber Amerika ist der Abstand beim Energiepreis deutlich größer geworden. Es ist zu befürchten, dass Neuinvestitionen zukünftig nicht mehr in Österreich gemacht werden. Parallel dazu ist der Herbstlohnabschluss noch nicht verdaut und die hohe Inflation löst

schlimme Befürchtungen für die weiteren Kostenbelastungen unserer Branche aus. Deutschland, als einer unsere wichtigsten Mitbewerber, hat sich hier positiver entwickelt und den Abstand zu uns vergrößert. Im Bereich des Klimaschutzes ist es wesentlich, dass wir uns als Teil der Lösung und nicht als Teil des Problems positionieren. Eine Branche mit einer nahezu 100 prozentigen Recycling-Möglichkeit ist ein Ausnahmeindustriezweig und ideal beim Ansatz zur Wiederverwendung.

Ergänzend zu all diesen Themen werden gerade die BAT Dokumente überarbeitet die den Stand für das nächste Jahrzehnt festlegen werden. Bei der Datengenerierung hat sich gezeigt, dass Österreich in praktisch allen Bereichen die besten Werte aus Sicht der Umwelt hat. Es ist davon auszugehen, dass es über dieses Dokument zu einer Angleichung der Umweltstandards kommen wird. Das äußerst umfangreiche Dokument wird Ende Juli in Sevilla verhandelt und ich möchte mich auf diesem Wege bei meinen betroffenen Mitgliedsfirmen bedanken und parallel dazu die Leistungen unseres Europäischen Verbandes CAEF, unter der Leitung von Frau Radtke, positiv herausstreichen.

In diesem Sinne sind es bewegte Zeiten und ich wünsche allen viel Erfolg, viel Innovationskraft und ein herzliches Glück auf!



ASPEKTE DER WEITERENTWICKLUNG DES GIESSENS

Die Zukunft des Urformens, insbesondere des Gießens, unter Beachtung der wichtigsten Entwicklungstendenzen des Maschinen- und Fahrzeugbaus

AUTOREN:

Prof. Dr. Eberhard Ambos, Prof. Dr. Ulrich Gabbert (beide Otto-Guericke-Universität Magdeburg), Dr. Dan Dragulin, Hanomag Hannover, Prof. Dr. Christian Heikel, Hochschule Ostfalia Wolfenbüttel, Andreas Angermeier, Dr. Peter Katuch und Dr. Christian Wojek (alle Carl Zeiss Oberkochen).

EINLEITUNG

Die Automobilindustrie Deutschlands ist mit einer Bruttowertschöpfung von ca. 4,7 % der Industrie und ca. 880 000 Beschäftigten einer der Hauptverbraucher von Gusserzeugnissen und demzufolge von entscheidender Bedeutung für die Zukunft des Gießens. Das findet seinen Ausdruck auch darin, dass von den 3,962 Mio. t Gusserzeugnissen im Jahr 2021 über 800.000 t Al-Guss waren; 76 % des NE-Metallgusses fanden Verwendung in Straßenfahrzeugen.

An die Spitze der Überlegungen zur künftigen Ent-

wicklung der Gussfertigung gehört deshalb eine Betrachtung zur Zukunft der Fahrzeugentwicklung. Man kommt nicht umhin, die gegenwärtige Sicht auf die Entwicklung zumindest als „verworren“ zu bezeichnen. Das betrifft zumindest den Antrieb der Fahrzeuge:

Die EU hat für ihr Einflussgebiet das Verbot der Produktion für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren ab 2035 verfügt. Offen ist dabei die Frage, wie sich der weitaus größere Teil der Welt dazu stellt. Es ist hinlänglich bekannt, dass sich Fahrzeug-Produzenten der EU nicht nur auf

den Absatz in der EU beschränken. Außerdem produzieren EU-Firmen auch umfänglich in anderen Regionen der Welt.

Gegenwärtig werden zahlreiche Lieferketten in Frage gestellt, und es wird in überwiegendem Maße auf die Verringerung der Entfernung zwischen Zulieferern und OEM orientiert.

Extreme Entwicklungen, wie die nahezu protektionistischen Vorgehensweisen der USA bei der Neuordnung der Lieferbeziehungen, rufen zahlreiche Kritiker auf den Plan und werden die künftigen Lieferbeziehungen nachhaltig beeinflussen.

Offen und allenfalls im Versuchsstadium ist die Wasserstoff-Technologie zum Antrieb von Fahrzeugen.

Mit ganz besonderer Intensität wird eine Entwicklungsrichtung für den Einsatz von E-Antrieben in der Schweiz verfolgt. Dort zweifelt man inzwischen an der Effektivität gegenwärtiger E-Antriebe und will in besonderen Mangelsituationen von Elektroenergie sogar den Betrieb von E-Mobilen untersagen.

Schließlich sind auch andere Entwicklungsrichtungen, wie der Einsatz von e-Fuels noch im Entwicklungsstadium, und auch die begonnene, völlige Neuorientierung und Ordnung der Beziehungen Kfz-Produzent ↔ Händler ↔ Kunde wird sich auf die Entwicklung auswirken.

1.0 WICHTIGE ENTWICKLUNGSTENDENZEN DES MASCHINEN- UND FAHRZEUGBAUS

Es bestehen im Sinne des weiteren Umweltschutzes der Zwang und das Bestreben zur weiteren Durchsetzung des Leichtbaus und zur Senkung des Energieverbrauchs, insbesondere bei Fahrzeugen. Hierfür wird vordergründig die Umstellung auf Elektro-Antriebe verfolgt. Es gibt aber eine ganze Reihe anderer Entwicklungen, die hinsichtlich ihrer Eignung bisher nur zum Teil objektiv bewertet wurden.

Die Rückbesinnung auf kurze Wege zwischen Fertigung und Verbrauch von Gütern führt zum in Frage stellen gegenwärtiger Lieferketten, nicht zuletzt auch aus handelspolitischen und militärischen Überlegungen.

Zur Verringerung des Bearbeitungs- und Fügeaufwandes findet zunehmend eine Integration mehrerer kleiner Einzelteile zu einem größeren Integralteil statt. Zugleich werden jedoch auch die Grenzen dieser Vorgehensweise erkannt und ausgetestet. Völlig andere Probleme können zum Überdenken dieses Weges führen (Bestes Beispiel: gegossene, große Karosserieteile oder gesamte Karosserien mit dem Erfordernis der Verlagerung der Fertigung in unmittelbare Nähe der Fahrzeugproduktion, Erfordernis besonderer Transporthilfsmittel zur Verhinderung von Beschädigungen der Rohteile, Auswirkungen auf den Instandsetzungs- und Reparaturaufwand).

Einen wichtigen Beitrag zum sparsameren Energieeinsatz leistet auch der weitgehende Verzicht auf Primär-Aluminium als Werkstoff. Mit dem verstärkten Einsatz von Sekundär-Aluminium sind jedoch auch höhere Anforderungen an die metallurgische Behandlung des Gießmaterials verbunden.

Ein interessanter Ansatz für die Werkstoffentwicklung besteht darin, die Werkstoffeigenschaften so zu verbessern, dass Fügearbeiten ohne eine Wärmebehandlung der

Einzelteile qualitätsgerecht durchgeführt werden können.

Zunehmende Bedeutung erlangt das Ein- oder Umgießen von Funktionselementen aus gleichen oder anderen Werkstoffen (z.B. das Um- oder Eingießen von Heiz- oder Kühlrohren). Viele Überlegungen, Forschungsansätze und praktische Arbeiten gelten aber auch dem Eingießen von Sensoren in Gussstücke, um zahlreiche Funktionen zu erfüllen: z.B. Information zur Lebensdauer eines Bauteils, Steuerung optimaler Parameter des eingesetzten Bauteils usw.

Für zahlreiche Einsatzfälle von hochbeanspruchten Gussteilen scheint auch die schnelle Bereitstellung von Ersatzteilen von entscheidender Bedeutung zu sein. Hierfür gibt es zahlreiche Lösungen. Insbesondere additive Verfahren, mit deren Hilfe in extrem kurzer Zeit Ersatzteile produziert werden können, sind hier zu nennen. Vorteile ergeben sich vor allem dort, wo entsprechende Fertigungs- und Bearbeitungseinrichtung nur weit entfernt von den üblichen Produktionsorten zur Verfügung stehen, wie beispielsweise im Schiffsbau.

Mit den additiven Verfahren stehen gegenwärtig Fertigungsmöglichkeiten zur Verfügung, mit denen Bauteile unterschiedlichster Abmessungen in kurzen Zeiten auch ohne die Bereitstellung von Werkzeugen gefertigt werden können.

Schließlich verbleibt darauf hinzuweisen, dass sich aus den gestiegenen Anforderungen an gegossene Bauteile und an deren Fertigungsprozess auch neue Anforderungen an den „Qualitätssicherungsprozess“ ergeben. Diesen neuen Anforderungen müssen sowohl die Entwickler von Ausrüstungen zur Messung als auch die Betreiber der Messgeräte und –anlagen gerecht werden.

Auf die oben nur kurz skizzierten Themen wird nachfolgend ausführlicher eingegangen.

2.0 BEISPIELE FÜR DEN SICH VOLLZIEHENDEN ENTWICKLUNGSPROZESS

Nachfolgend werden die skizzierten Entwicklungen zunächst anhand von Beispielen näher erläutert und beschrieben.

2.1 INTEGRATION MEHRERER EINZELTEILE ZU EINEM GRÖßEREN TEIL

Seit mehreren Jahren ist im Maschinen- und Fahrzeugbau die Tendenz erkennbar, durch Integration mehrerer kleiner Teile zu einem größeren Gussbauteil Einsparungen von Bearbeitungs- und Fügeaufwand zu realisieren. Für die Realisierung ist oft eine intensive ingenieurtechnische Arbeit erforderlich, denn häufig stehen den Vorteilen durch die Integration technologische Erschwernisse gegenüber. Dazu gehören verlängerte Fließwege des flüssigen Metalls in der Form, Wandverdickungen innerhalb abgeschlossener Dünnwandbereiche und ähnliches [1].

Die Entwicklung neuer integraler Gussbauteile wurde auch von den Juroren bei der Bewertung herausragender Gießereien besonders gewürdigt. So konnten die Firma Albert Handtmann für das neue integrale Gussteil „Hinterachsträger“ und die Firma Alupress aus Brixen, für das vorher aus 16 Einzelteilen bestehende neue Gussteil „Ins-

trumententräger“ Preise im Europäischen Druckgusswettbewerb erringen [2].

Die Fahrzeugproduzenten und Gießereien beobachten mit besonderer Aufmerksamkeit die Entwicklungen des amerikanischen Industriellen und Vordenkers Elon Musk [3], dessen Patente auf die Fertigung der kompletten Karosserie eines PKWs in einem Stück abzielen. Die damit verbundenen Probleme und die Überlegung zur Realisierung eines solchen Giga-Gussteils nehmen gegenwärtig einen breiten Raum in der Diskussion der Fachleute ein [4–8].

Die Autoren des vorliegenden Beitrages haben sich, im fachlichen Austausch mit den verantwortlichen Entwicklern leistungsfähiger Karosserien eines namhaften Automobilherstellers über Vorteile und Grenzen der von Musk angedachten Entwicklungsrichtung ausgetauscht [1]. Herausgekommen ist dabei eine kritische Abhandlung der Vor- und Nachteile des angedachten Weges. Außerdem wird auf Besonderheit der jeweiligen Investitionssituation in den Unternehmen hingewiesen.

Über den erfolgreichen Weg zur Entwicklung von Groß-Druckgießanlagen („Megacasting“) zur Fertigung von Karosserieteilen berichten Autoren aus der Sicht eines renommierten Druckgießmaschinen-Produzenten [5]. In Firmennachrichten wird über den Erwerb und die Vorbereitung des Einsatzes großer Druckgießmaschinen bei den Unternehmen Handtmann in Biberach und der Fa. Volvo Cars in Torslanda (Schweden) berichtet [6].

Über widersprüchliche Meinungen in den Kreisen der Gießereifachleute wird in [7] berichtet. Während die Befürworter die Vorzüge des Einsatzes von großen Druckgussteilen anführen (wie geringere Zahl von Einzelteilen, Einsparungen von Investitionen), weisen die Skeptiker auf die unübersehbaren Schwierigkeiten hin, wie die aufwendige Temperierungs- und Kühlprozesse bei großen Druckgießformen mit bis zu 200 t Gewicht. Es wird auch befürchtet, dass die für die Fertigung eingesetzten teuren Formen für die Großdruckgießmaschinen zur „Wegwerf-Ware“ werden, wenn sie nach Auslaufen eines Modellzyklus nicht mehr erforderlich sind.

Der Vertreter einer Gießerei äußert sich zu den aufgezeigten Problemen, wie folgt [8]: „Die Entwicklung ist sicherlich technisch interessant. Die Bauteile sind groß, logistisch anspruchsvoll, also muss man in die unmittelbare Nähe des Kunden. Wir wollen diese Abhängigkeit nicht.“

Insgesamt ist die Entwicklung der PKW-Karosserie und deren Fertigung unter Nutzung von druckgegossenen Teilen von großem Interesse für die beteiligten Anlagenbauer, Formenbaubetriebe und Druckgießer sowie für die Messgerätehersteller zur Sicherung der hohen Qualitätsansprüche. Sie ist und bleibt deshalb Gegenstand intensiver Untersuchungen.

2.2 ALUMINIUM-WERKSTOFFE MIT GUTER GIESSBARKEIT UND HERVORRAGENDEN FESTIGKEITSEIGENSCHAFTEN

Al-Gusswerkstoffe sind wegen ihrer geringen Dichte und mittleren Festigkeitseigenschaften ein priorisierter Leichtbauwerkstoff, vor allem im Bau von Verkehrs-

mitteln [9, 10]. Die Gewinnung von Primär-Al ist jedoch ein sehr energieaufwendiger Prozess. Deshalb findet Sekundär-Al zunehmend Anwendung, woraus sich große Anforderungen an den gesamten Prozess des Recycling von Al-Bauteilen ergeben. Dazu kommt, dass der Einsatz von Sekundär-Al auch verschärfte Anforderungen an den metallurgischen Prozess in den Gießereien erfüllen muss. So stellt die exakte Einhaltung der Legierungsgehalte, die in aufwendigen Untersuchungen gewonnenen werden, hohe Anforderungen an den Schmelz- und den Schmelzebehandlungsprozess. Nur eine exakte Trennung verschiedener, zu recycelnder Al-Gussteile verhindert Abweichungen von der optimalen Zusammensetzung. Auch die Schmelzebehandlung bei einem erhöhten Anteil von nichtmetallischen Beimengungen und Gasen gilt es zu beachten. Hierfür sind neuere Schmelzebehandlungsanlagen auf den Markt verfügbar, z.B. von FOSECO und von der Firma Tenova LOI Thermoprozess. Es wird berichtet, dass durch einen neuen Zweikammer-Schmelz- und Recyclingofen der Metallabbrand verringert werden konnte [11].

Das Erreichen bester Eigenschaftskombinationen (z.B. hohe Festigkeit bei hoher Bruchdehnung) setzt enge analytische Legierungsgrenzen voraus (Untersuchung Gießerei-Institut Leoben).

Das Fließvermögen (Gießbarkeit) der Al-Legierungen ist eine Eigenschaft, die besonders zu betrachten ist. Die Eigenschaft „Gießbarkeit“ wird in erster Linie durch Silizium beeinflusst. Daraus folgt, dass eine starke Reduzierung der mechanischen Eigenschaften, insbesondere der Dehnung, zu erwarten ist. Dies limitiert die Anwendung von Gussprodukten und erlaubt es anderen Produkten (z.B. Profile, Bleche) und sogar anderen Werkstoffen (z.B. Stahl) weite Marktsegmente zu besetzen [12]. Solange der „Weg des Siliziums“, als einfachste und kostengünstigste Methode der Gewährleistung der „Gießbarkeit“ gewählt wird und andere Methoden (z.B. das Gießen unter Magnetfeld oder Ultraschall, Gießen bei sehr hohen Temperaturen, Vibrationen, Formanpassung usw.) nicht beschränkt werden, bleiben nur individuelle Optimierungen möglich. Im Folgenden werden einige Aspekte der am meisten verbreiteten Al-Si-basierten Legierungen genannt.

In einer aktuellen und umfangreichen Studie wird der Einfluss des Siliziums auf die Fluidität untersucht [13], und es werden verschiedene Möglichkeiten erörtert, um das Fließvermögen zu erhöhen. Die folgenden Diagramme (**Bild 1** und **Bild 2**) zeigen den Einfluss des Si-Gehaltes (in einer Al-Si-Legierung) und der verschiedenen Prozessparameter auf die Fluidität: Höhere Gießkolbengeschwindigkeit und hohe Si-Gehalte führen zu größeren Fließwegen.

Es ist demzufolge wichtig, die technologischen Bedingungen beim Gießen den tatsächlichen Wandstärken anzupassen, bzw. bei Änderungen der Wandstärken entsprechen zu reagieren.

Im **Bild 3** sind der Einfluss der Formtemperatur und des Si-Gehaltes auf das Fließvermögen angegeben. Es wird das jedem erfahrenen Gießer bekannte Verhalten von Al-Si-Legierungen aufgezeigt, dass nämlich höhere Formtemperaturen und Si-Gehalte zu verbessertem Fließvermögen der Legierung führen. Diese Kenntnis und

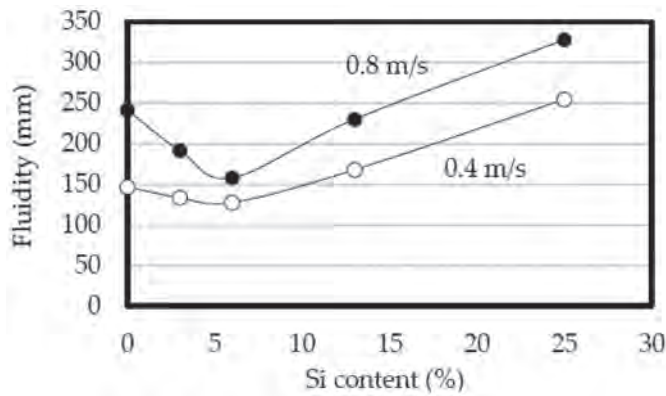


Bild 1. Einfluss von Si-Gehalt und Geschwindigkeit des Gießkolbens auf die Fluidität [13]

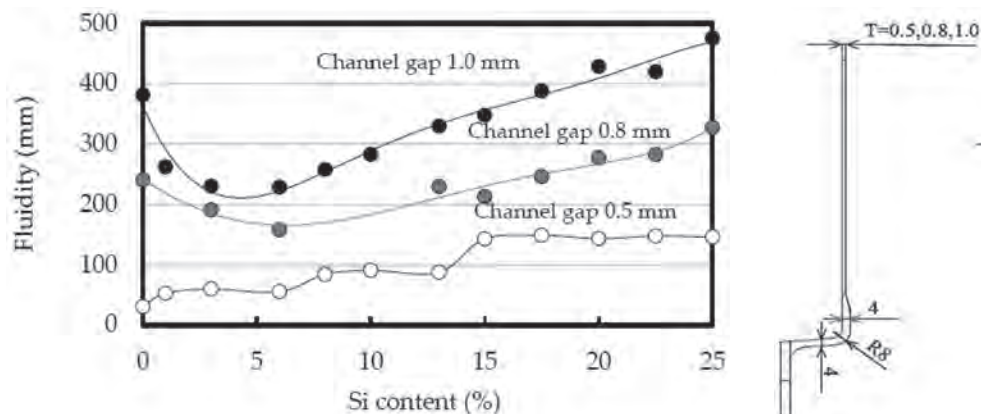


Bild 2. Einfluss der Dimension T „channel gap“ (besser Wanddicke) auf die Fluidität (linke Grafik, Channel gap /T/ (Skizze rechts) [13]

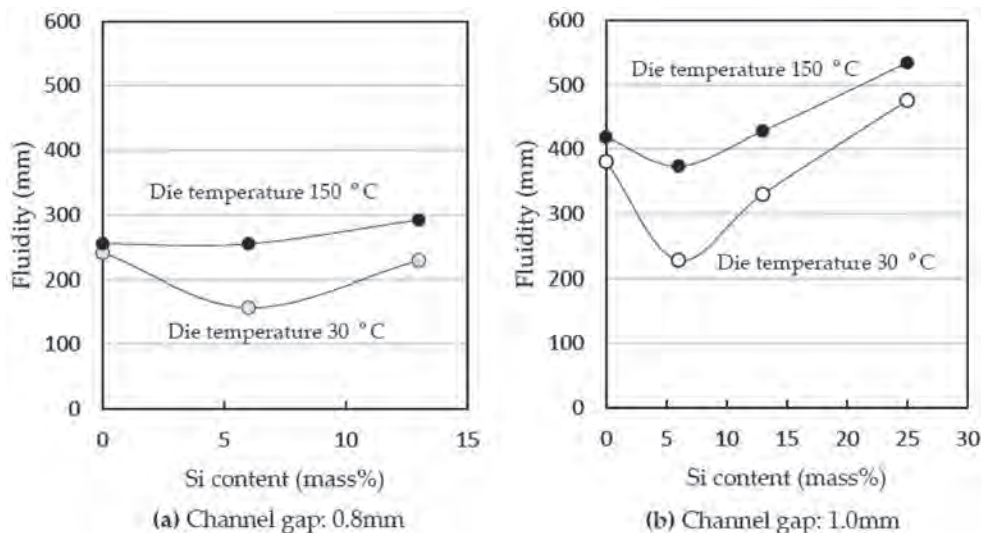


Bild 3. Einfluss der Formtemperatur und des Si-Gehaltes auf die Fluidität [13]

deren Nutzung ist die Voraussetzung für das Druckgießen immer größerer Teile aus Al-Legierungen, in letzter Zeit besonders für Teile von PKW-Karosserien [1;12].

Es wird immer wieder von neuen Legierungen berichtet, die sich durch verbesserte Eigenschaften auszeichnen. So wird in [14] über Al-Türen von PKW aus der neuen Legierung Trimal 37 von Trimet Essen berichtet. Sie ist

den AlSiMn-Legierungen zuzuordnen und trägt das Kürzel AlSi9Mn. Bei dieser Legierung wird der Mg-Gehalt auf 0,01 % begrenzt. Eine Wärmebehandlung ist nicht erforderlich. Die Legierung soll sich besonders für Batteriekästen von Elektrofahrzeugen eignen.

In einer weiteren Veröffentlichung [15] wird auf die optimierte Al-Legierung Aural 5 eingegangen. Sie weist

einen Si-Gehalt von 6,0 – 8,0 % auf, enthält weniger als 0,25 % Fe, weniger als 0,3 % Cu, 0,2 – 0,6 % Mn und 0,1 – 0,6 % Mg. Die optimale Zusammensetzung wurde in aufwendigen Untersuchungen gefunden. Von den Autoren wird auf folgende Vorteile verwiesen: verbesserter Zustand während des Stanznietverfahrens sowie gleichwertige Festigkeit nach dem Lackeinbrennen bei reduzierten Kosten. Nach Auffassung der Autoren ist die Legierung besonders für das Gießen großflächiger Druckgussteile für PKW-Karosserien geeignet (**Bild 4**).

In einem bemerkenswerten Beitrag [16] wird unterstrichen, dass sich ein optimal konzipiertes Bauteil dadurch auszeichnet, dass es wirtschaftlich mit minimalem Energie- und Ressourceneinsatz hergestellt wurde, dass die im praktischen Einsatz geforderten Eigenschaften über die gesamte Einsatzdauer erfüllt sind und dass es am Ende zu 100 % wiederverwendet werden kann. Ein nur partiell beanspruchtes Teil muss nicht in seiner Gesamtheit aus einem einzigen Material hergestellt sein. Weniger beanspruchte Regionen können aus einem leichteren oder auch weniger haltbaren Werkstoff bestehen, um Kosten, Energie und Ressourcen einzusparen. Durch die Kombination von Leichtmetall mit Eisen- und Titan-komponenten lassen sich maßgeschneiderte Hybridbauteile fertigen, wobei anforderungsgerecht der „richtige Werkstoff an der richtigen Stelle“ sitzt.

2.3 AN- UND EINGIESEN VON FUNKTIONSELEMENTEN

Neue Produkte des Maschinen- und Anlagenbaus bestehen zunehmend aus Bauteilen, in die eine Anzahl zusätzlicher Funktionen strukturkonform integriert sind. Solche Funktionen können beispielsweise integrierte Zustandsdetektoren sein, mit denen das Bauteil während der Nutzung permanent überwacht wird. Dadurch ist es möglich, die Beanspruchungen (mechanisch, thermisch, etc.) permanent zu erfassen, Schäden rechtzeitig zu erkennen und Aussagen über die Lebensdauer und ähnliches zu gewinnen. Solche Überwachungssysteme sind besonders für sicherheitsrelevante Leichtbauteile von großem Interesse. Aber auch die Kreislaufproduktion, man denke beispielsweise an die Rückgewinnung wertvoller Materialien

und teurer Bauelemente am Lebensende eines Bauteils, wird in Zukunft durch funktionsintegrierte, aktivierbare Trennfunktionen unterstützt werden. Bauteile, die durch eine hohe Materialmischungs-komplexität charakterisiert sind, verfügen über kraft- und formschlüssige Verbindungen zwischen den Materialkomponenten, die während des Recyclings aufwendig getrennt werden müssen. Diese Trennfunktionen können wirkungsvoll durch aktive (smarte, intelligente) Materialien unterstützt werden.

Smarte Materialien sind die Basis für die Entwicklung spezieller Sensoren und Aktoren, die in eine Struktur integriert zu smarten (aktiven, intelligenten) Strukturen führen, die sich an sich ändernde Umgebungsbedingungen selbständig anpassen können. Das Fachgebiet, das sich mit der Entwicklung und Anwendung aktiver Strukturkonzepte befasst, wird als Adaptronik bezeichnet. Einen sehr guten Überblick über den aktuellen Stand dieses Gebietes findet der Leser in dem 2021 erschienen Lehrbuch von M. Sinapius [17]. Grundlage für die Entwicklung aktiver Strukturkonzepte ist eine Vielzahl von aktiven Materialien, die durch eine Wechselwirkung von unterschiedlichen physikalischen Feldern charakterisiert sind. Beispiele solcher Materialien sind Formgedächtnislegierungen (Kopplung von thermischen und mechanischen Feldern), piezoelektrische Materialien (Kopplung von elektrischen und mechanischen Feldern), magnetostriktive Materialien (Kopplung von magnetischen und mechanischen Feldern) usw. Piezokeramische Module eignen sich besonders gut zur aktiven Regelung von hochfrequenten Strukturschwingungen [18] und damit auch zur aktiven Reduktion der Schallabstrahlung [19], [20] sowie zur Überwachung von Strukturen, ein als Structural Health Monitoring (SHM) bezeichnendes Gebiet [21], [22]. Für SHM-Anwendungen werden die Eigenschaften von Ultraschallwellen genutzt, die beim Übergang über Störstellen, z.B. Risse im Material, ihre Wellenmoden ändern. Die Ultraschwellen werden mit Hilfe von Piezo-Patches in eine zu überwachende Struktur eingestrahlt, wobei die Wellenfrequenzen in Abhängigkeit von den zu detektierenden Schäden festgelegt werden. Die Signale werden an Sensoren, für die meist ebenfalls piezoelektrische „patches“ benutzt werden, aufgezeichnet und ausgewertet. Die Veränderungen der aufgezeichneten



Bild 4.
Beispiel für
Strukturbauteile,
die mit Aural 5
gefertigt werden
können [15]

(Quelle: Magna)

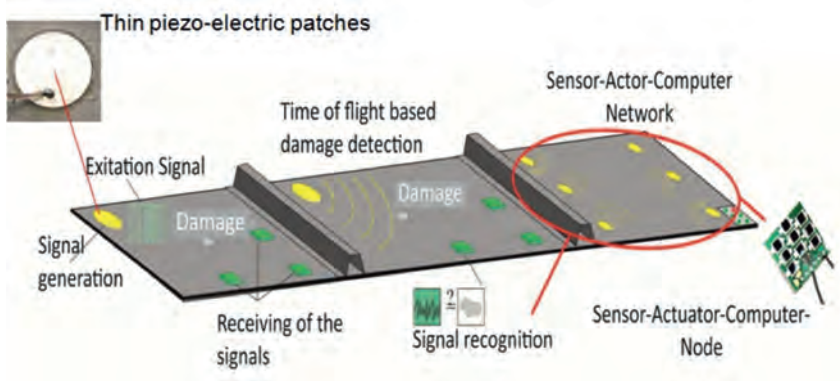


Bild 5. Methodik der ultraschallwellenbasierten Strukturüberwachung [22]

ten Signale im Vergleich zu den eingestrahlt Signalen liefern Informationen über einen vorhandenen Schaden (Größe und Ort des Schadens). Das Strukturbauteil wird mit einem Netz von Sensoren und Aktoren ausgestattet, die in Analogie zu einem menschlichen Nervensystem, eine Überwachung der Strukturen ermöglichen (siehe Bild 5.).

Mit Hilfe von strukturintegrierten PZT-Elementen lassen sich auch Alterungsprozesse des Materials feststellen und so Informationen erhalten, die beim Erreichen kritischer Zustandswerte eine Reparatur oder eine erforderliche Aussonderung anzeigen.

Eine alternative Technik zur Strukturüberwachung besteht in der Nutzung von Glasfasersensoren, die mittels optischer Messverfahren lokale Dehnungsinformationen liefern. Glasfasern lassen sich in Form von Faser-Bragg-Gittern (FBG) in Druckgussbauteile gießen und ermöglichen es, aus den Dehnungen die Spannungen im Bauteil zu ermitteln. FBGs lassen sich bis zu Gießtemperaturen von 1000°C einsetzen. Damit ist es möglich, lokale Spannungen sowohl während der Erstarrung und der Abkühlphase als auch im Betriebszustand zu ermitteln [23], [24]. FBGs lassen sich auch für die Schadensdetektion in Bauteilen einsetzen [25].

Für die Integration von piezoelektrischen Sensor-Aktor-Netzwerken (PZT) und Faser-Brack-Gittern (FBG) zur Strukturüberwachung in Leichtbaustrukturen, die im Al-Druckguss produziert werden, sollten die Aktoren und Sensoren unmittelbar während der Herstellung in das Bauteil eingefügt werden. Eine wesentliche Herausforderung bei der Integration von PZT-Materialien besteht in der Beherrschung der thermo-mechanischen Beanspruchung der Materialien im Zuge der Formfüllung und Abkühlung.

Der Sonderforschungsbereich/Transregio 39 zum Thema „Großserienfähige Produktionstechnologien für leichtmetall- und faserverbundbasierte Komponenten mit integrierten Piezosensoren und -aktoren (PT-PIESA)“, der von 2006 bis 2018 von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert wurde, hat signifikante Beiträge zur Integration von PZTs in Druckgussbauteile geleistet (siehe https://www.pt-piesa.tu-chemnitz.de/P_2/de/). Das Ziel des PT-PIESA bestand darin, piezoelektrische Aktoren und Sensoren zur aktiven Schwingungsreduktion in Al-Druckgussbauteilen zu nutzen. Als Lösungsweg für die schadungsfreie Integration wurde im Projekt PT-PIESA eine Ummantelung der Module mit einer hochporösen Struk-

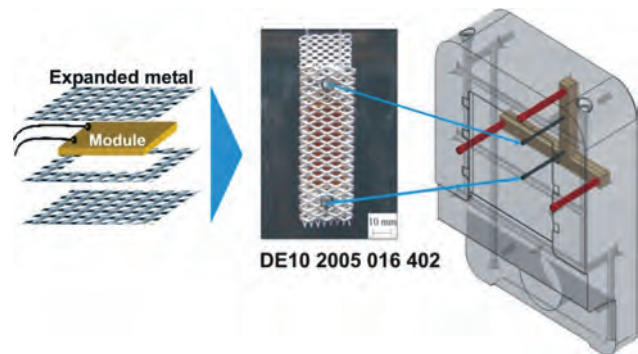


Bild 6. Integration eines piezokeramischen Moduls in die Kavität eines Druckgießwerkzeugs [26]

tur entwickelt. Mit diesem Konzept bedarf es zudem keiner speziellen Anpassung der Gießparameter wie Druck oder Geschwindigkeit. In [26] wird die Fertigungslösung, die die Integration von Piezo-Patches in den Al-Druckgießprozess in der Großserienproduktion ermöglicht, vorgestellt (siehe Bild 6). Da die thermischen Beanspruchungen der Piezo-Module im Herstellungsprozess einen großen Einfluss auf die spätere Nutzung der Module hat, muss diesem Problem eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Ein in die Aluminiumstruktur eingegossener PZT-Modul weist unterschiedliche thermische Eigenschaften auf. Demzufolge bilden sich beim Abkühlen Druckspannungen in der PZT-Keramik aus. Dem kann durch eine geeignete Ummantelung entgegengewirkt werden, die der Ausbildung von Eigenspannungen entgegenwirkt [27], [28].

Weiterhin ist es auf der Grundlage von Zusatzinformationen, die aus den integrierten Sensoren gewonnen werden können, möglich, den Lebenszyklus von Bauteilen zu verlängern, z.B. durch die Überwachung des Fertigungsprozesses und die Aufzeichnung der dabei auftretenden Beanspruchungen (z.B. bei der Montage) sowie auch durch die Überwachung der Beanspruchungen während des Betriebes. Ein weiterer Aspekt, der vor allem für die Kreislaufproduktion relevant ist, besteht darin, leicht lösbare multifunktionale Verbindungstechnologien zu entwickeln. In [29] und [30] wird das Konzept einer intelligenten Klebeverbindung vorgestellt, und in [31] wird gezeigt, wie man intelligente Verbindungselemente berechnen und gezielt entwerfen kann.

2.4 ADDITIVE FERTIGUNG VON EINZELTEILEN ODER KLEINSERIEN

In den letzten Jahren hat die additive Fertigung (3D-Druck) zunehmend Anwendung in der Fertigung von Einzelteilen und Kleinserien im Maschinen- und Fahrzeugbau gefunden [32]. Dabei ist der Eindruck entstanden, dass der 3D-Druck den nicht-additiven Fertigungsverfahren überlegen ist. Dem 3D-Druck wird das Potential zugeschrieben, nicht nur die Produktion, sondern ganze Branchen grundlegend zu verändern. So stehen medial vor allem spektakuläre Anwendungsbeispiele (z.B. der Druck kompletter Häuser) im Fokus, die den Eindruck der multivalenten Anwendbarkeit des 3D-Drucks unterstreichen. Trotzdem sollte vor der Entscheidung für den 3D-Druck eine bauteilbezogene Bewertung der Wirtschaftlichkeit (z.B. der Kosten bezogen auf die Menge der zu produzierenden Bauteile), der Qualität, des Energie- und Ressourceneinsatzes im Vergleich zu traditionellen Fertigungsverfahren durchgeführt werden [33].

Für das Gießereiwesen steht die Fertigung von Modellen (aus Kunststoff und Metall) sowie von metallischen Gießformen (Kokillen und Druckgießformen) im Mittelpunkt der Anwendung des 3D-Drucks. Es werden jedoch auch Gießformen und Teile davon (z.B. Kerne) aus silikatischen Stoffen gefertigt, die für das Abgießen von Gusswerkstoffen direkt genutzt werden können. Schließlich gewinnt auch die Fertigung von metallischen Bauteilen als direktes Pendant zu metallischen Gussteilen zunehmend an Bedeutung.

Ein Überblick über den erreichten Stand der „indirekten additiven Fertigung“ findet sich beispielsweise in [34]. In der Zwischenzeit sind zahlreiche weitere Veröffentlichungen zu diesem Problemkreis erschienen. So wird in [35] über eine große 3D-Sanddruck-Anlage für das Gießen von Stahlguss bei Voest-Alpine am Standort Traisen berichtet. Die Formen werden in diesem Projekt aus jeweils 300 Mikrometer dicken Schichten aufgebaut.

In [36] wird darüber informiert, dass mittels des 3D-Drucks mit organischem Binder neue Fertigungsmöglichkeiten für Formen und Kerne durch ein Maschinensystem von ExOne für den Temperaturbereich bis 900 °C, z.B. für das Gießen von Al geschaffen wurden.

In [37] und [38] wird über progressive Einsatzmöglichkeiten additiv direkt gefertigter Bauteile berichtet. So führt Niemeyer in [37] aus, dass eine additiv gefertigte Mischvorrichtung in Brennern den Einsatz von Wasserstoff als Brenngas erlaubt und ein optimales Vormischen des Gasgemisches gewährleistet.

Die Entwicklung der additiven Fertigungseinrichtungen ist nicht nur für die Gießer von besonderem Interesse. Aus diesem Grund beschäftigt sich beispielsweise auch die mit grundsätzlichen Ingenieurproblemen befasste Zeitschrift VDI Nachrichten mit diesem Interessenfeld. In [39] wird über den Bauraum des Metalldruckers MK 4 der Fa. AMCM (Additive Manufacturing Customized Machines) berichtet. Zu den Kunden des Unternehmens zählte das US-Raumfahrtunternehmen Launcher. Die Vorgabe dieses Unternehmens war es, eine Bauraumhöhe der Brennkammer aus einem Stück von 1 m Höhe zu fertigen. Die Teile sind von sehr komplizierten Kühlkanälen durchzogen.



Bild 7. Der granulatisierte Großformat-3D-Drucker „powerPrint“ von KraussMaffei ermöglicht den Druck von Kunststoffbauteilen, beispielsweise für Positivformen im Sandguss im Format von 2 m x 2,5 m x 2 m
(<https://www.kraussmaffei.com/de/unsere-produkte/powerprint>)

Aufbauend auf dem Grundtyp M 400 der Firma. EOS verfügt die Maschine über einen Bauraum von 45 x 45 x 100 cm. Vier je 1 kW starke Ytterbium-Faserlaser wirken mit einer Geschwindigkeit von bis zu 7 m/s auf das Pulverbett ein. Verarbeitet werden verschiedene Materialien aus dem Bereich der EOS-Unternehmen: Aluminium, Kupfer und eine Nickellegierung. In dem Beitrag wird darauf verwiesen, dass dies zwar die Anlage mit dem höchsten Bauraum ist, aber ein sehr großer Bauraum auch von der Firma SLM Solution aus Lübeck angeboten wird (60 x 60 x 60 cm). Noch wesentlich größere Bauteile ermöglicht ein neues Aggregat der Fa. KraussMaffei (**Bild 7.**)

Als besonders innovativ sind die Bemühungen zu werten, das geballte Wissen aus der additiven Fertigung einem großen Kreis von Anwendern zugänglich zu machen. Ausgangspunkt der Überlegungen ist, dass auch die besten Drucker der Welt nicht automatisch dem Nutzer die optimalen technologischen Parameter für die Fertigung offerieren. Die Qualität der erzeugten Teile hängt nämlich von einer großen Zahl von Einflussgrößen ab. Dazu zählen beispielsweise: Laserleistung, Strahlprofil, Laseranzahl, Scangeschwindigkeit, Material, Pulverpartikelgröße usw. In [40] wird aufgezeigt, dass innovative Betreiber von additiven Fertigungsanlagen eine Plattform geschaffen haben, die den Austausch zweckmäßiger Fertigungsbedingungen ermöglicht und auf diese Weise zur breiten Nutzung und Rationalisierung des Prozesses beiträgt. Das ist ein Denkansatz, der sicherlich auch für andere Nutzungsfälle sehr zweckmäßig wäre. Es sei abschließend darauf hingewiesen, dass die im 3D-Druck hergestellten metallischen Bauteile in Abhängigkeit vom Fertigungsverfahren und den verwendeten Materialien

eine poröse Mikrostruktur mit einer lokal variierenden Porosität aufweisen [41]. Die Komplexität des Fertigungsprozesses kann weiterhin dazu führen, dass die fertige Bauteilgeometrie Abweichungen von der Sollgeometrie zeigt. Mit Hilfe der Computertomographie (CT) lassen sich solche lokalen Anomalien der Mikrostruktur (Porosität) und globalen Geometrieabweichungen erkennen und für die Bauteilberechnung nutzen [42]. Darauf wird in Abschnitt 2.8 detailliert eingegangen. In [43] wird ein Simulationsverfahren vorgestellt, das es ermöglicht, den Einfluss der Porosität von additiv hergestellten Bauteilen auf die Spannungen und Verformungen zu berechnen. Ausgangsbasis der Berechnung sind CT-Scans der im 3D-Druck hergestellten Bauteile.

2.5 SCHNELLE BEREITSTELLUNG VON ERSATZTEILEN

Das Urformen mittels Gießen ist in den letzten Jahren durch Verfahren der additiven Fertigung erweitert und ergänzt worden. Nach anfänglicher Beschränkung auf nichtmetallische Werkstoffe finden metallische Werkstoffe zunehmend Anwendung und bilden eine wirtschaftlich sinnvolle Ergänzung der Gießverfahren. Das gilt vor allem für die kurzfristige Bereitstellung von Ersatzteilen für große und weit von üblichen Fertigungsstätten im Einsatz befindlichen Anlagen. In [44] finden sich grundsätzliche und ausführliche Darstellungen dieses Anwendungsfeldes. So zeigt **Tabelle 1.** beispielsweise eine Entscheidungsmatrix für die Wahl des wirtschaftlichsten Weges der Ersatzteilerfertigung.

Von Saldern [45] berichtet über eine neue finnische

Gießerei. Dort kommt ein sehr großer 3-D-Drucker von Voxeljet zum Einsatz. Dieser hat ein Bauvolumen von 2 x 1 x 1 Meter und kann Teile von 1 – 600 kg in wenigen Tagen fertigen. Besondere Vorteile werden dabei in der Fertigung von Ersatzteilen gesehen. Es wird darauf verwiesen, dass eine extrem kurzzeitige Fertigung eines Ersatzteils für einen Eisbrecher in 5 Tagen, statt der üblichen Bereitstellung in 5 Monaten, ermöglicht wurde.

Es ist auch der Einsatz des Direct Metal Laser Sintering möglich. Dem steht jedoch noch der hohe Preis für die Metallpulver entgegen: 600 Euro pro kg Al und 1300 Euro pro kg für Speziallegierungen aus Stahl.

In einem weiteren Beitrag [46] wird über das 3D-Drucken großer Getriebeteile aus Stahl berichtet. Hierbei wird die konstruktive Freiheit gegenüber dem Gießen genutzt, Hohlräume oder Wabenstrukturen einzubringen. Dadurch wiegt das stählerne Getriebegehäuse eines Schiffsdiesels aus dem 3D-Drucker nur noch maximal 10 Tonnen, während die gegossene Ausführung ein Gewicht von 13 Tonnen aufweist. Der Druckraum besitzt die beeindruckenden Abmessungen von 6 m Länge, 3 m Breite und 1,5 m Höhe. Für die Fertigung der Teile wird das laserunterstützte Lichtbogenschweißen genutzt. Die Leitung des gegenwärtigen Forschungsprojektes hat die REINTJES GmbH, die künftig auch als Schiffsgetriebe-Hersteller die Fertigung übernehmen wird. In einer Firmenverlautbarung SLM Solutions Lübeck wird darüber informiert, dass ein bekanntes kalifornisches Raketenunternehmen 2 Drucker vom Typ NXG 600 bestellt hat. Der Bauraum dieser Drucker beträgt 600 x 600 x 600 mm. Zum Einsatz kommt das selektive Laserschmelzen

Wert & Menge Liefer- & Nachbearbeitungszeit	A – Teile Hoher Wert & Geringer Mengenanteil	B – Teile Mittlerer Wert & Mittlerer Mengenanteil	C – Teile Niedriger Wert & Hoher Mengenanteil
Q – Teile Hohe Liefer- & Nachbearbeitungszeit	Additive Fertigung	Eher Additive Fertigung	Additive Fertigung Konventionelle Fertigung
R – Teile Mittlere Liefer- & Nachbearbeitungszeit	Eher Additive Fertigung	Additive Fertigung Konventionelle Fertigung	Eher konventionelle Fertigung
S – Teile: Geringe Liefer- & Nachbearbeitungszeit	Additive Fertigung Konventionelle Fertigung	Eher konventionelle Fertigung	Konventionelle Fertigung

FMR = Fehlmengenrisiko

Tabelle 1. Selektion der geeigneten Ersatzteilerfertigung – Entscheidungsmatrix [44]

2.6 ERSATZ FOSSILER ENERGIETRÄGER

In den vergangenen Jahren sind von der Automobilindustrie, unterstützt von den Zulieferern und den Forschungseinrichtungen, beträchtliche Erfolge in der Verringerung der Verbräuche der PKW erzielt worden, **Bild 8.** Dies konnte trotz stetig steigender Fahrzeuggewichte, strenger werdender Emissionsgrenzen (EU6d) und der Verschärfung der Fahrzeugtestzyklen (WLTC) erreicht werden.

Trotz der zunehmenden Fahrzeugmassen ist diese Entwicklung auch durch zielstrebige Forschung im Bereich des „Leichtbaus“ und vor allem am Antriebsorgan erreicht worden. Die sinkenden Verbräuche konnten trotz schwe-

rer Fahrzeuge und steigender Leistungen bei stetig sinkenden Hubräumen realisiert werden, **Bild 9.** Bemerkenswert ist dabei, dass ein moderner Verbrennungsmotor aus ca. 1200 Teilen besteht, wobei geometrisch komplexe und kostenintensive Teile zumeist Gussteile sind. Hiervon sind insbesondere die mechanisch hoch belasteten Bauteile wie das Zylinderkurbelgehäuse, der Zylinderkopf, Abgaskrümmer (teilweise in die Zylinderköpfe integriert), Kolben, Ölwanne, Gehäuse des Abgasturboladers und die Motorhalter zu nennen.

Mit der Erschließung des Elektroantriebes für die PKW hat sich dies geändert. Der Antrieb eines Elektroautos mit

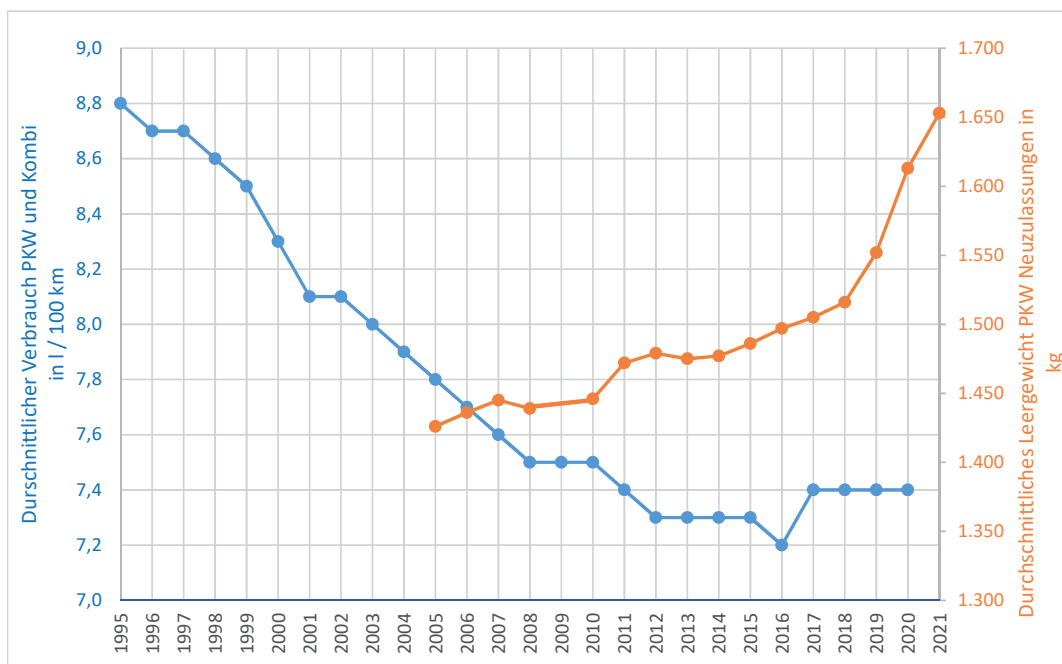


Bild 8. Entwicklung des Durchschnittsverbrauchs der PKW-Flotte und der Fahrzeugmassen neuzugelassener PKW in Deutschland [Daten nach [47], [48]]

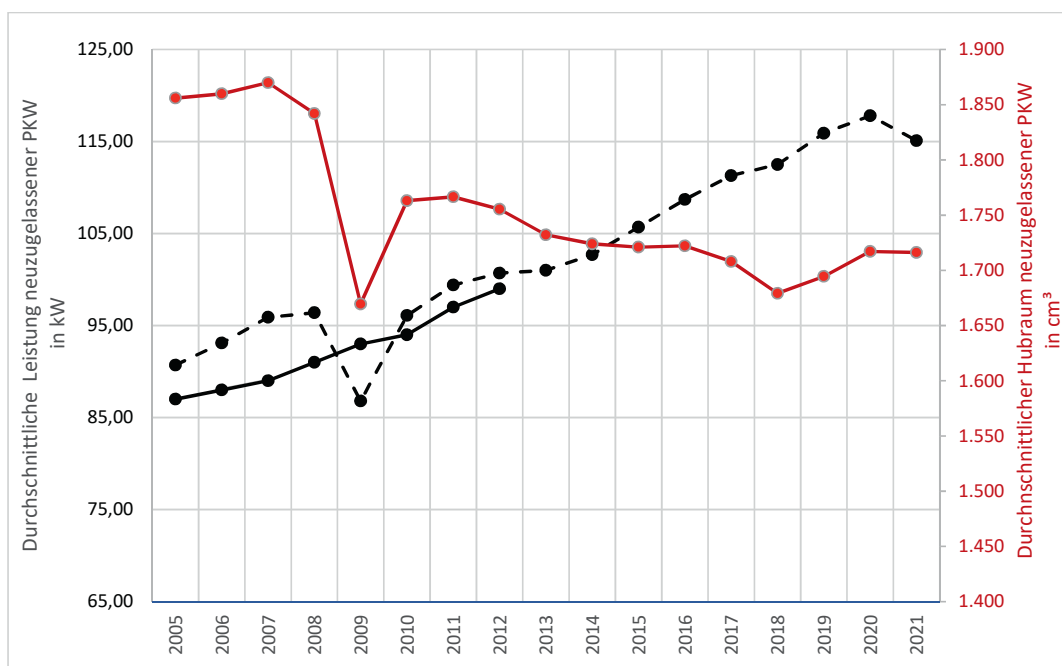


Bild 9. Entwicklung der Motorleistung neuzugelassener PKW in Deutschland (gestrichelte Linie) und Österreich (durchgezogene Linie) sowie des durchschnittlichen Hubraums neuzugelassener PKW in Deutschland. [Daten nach [49, 50]]

Batterieantrieb benötigt heute nur noch wenige gegossene Teile, die im Mittel geometrisch weniger komplex sind, siehe **Bild 10**. Eine Ausnahme bezüglich der Komplexität stellt aufgrund dessen Bauvolumens der Batteriekästen dar. Die wichtigsten Gussteile der E-Fahrzeuge sind:

- Motorgehäuse der E-Maschinen,
- Batteriekästen inkl. komplexer Kühlsysteme,
- Gehäuse und Kühlung für die Leistungselektronik,
- Getriebeteile bzw. Verteilergetriebegehäuse.

Hybrid-Antriebe, also energetisch optimierte Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor und Batterieantrieb, eingesetzt insbesondere für höhere Reichweiten, stellen eine Zwischenlösung dar. Diese Fahrzeuge benötigen sowohl die

Gussteile der klassischen Verbrenner wie auch die Teile der batterieangetriebenen Fahrzeuge. Trotzdem können diese Antriebe preislich attraktiv sein, denn die kostenintensive Batterie kann entsprechend kleiner gewählt werden.

In den vergangenen Jahren sind die Absatzzahlen batterieelektrischer Fahrzeuge stark gestiegen. Dies ist ideologisch gewollt und wird z.B. heute noch durch eine großzügige Bereitstellung von Fördermitteln beim Kauf dieser Fahrzeuge unterstützt. Beim gegenwärtigen Stand der Fördersituation (wesentliche Verringerung der Fördersumme) und stark steigenden Stromkosten, verringern sich aktuell die Absatzraten. Auch wenn Zukunftsprognosen stets Unsicherheiten unterliegen, könnten sich die Verkäufe nach aktuellem Stand sogar halbieren [51].



Bild 10. Antrieb eines VW ID3
(Quelle: VW)

Neben den reinen Kostenaspekten batterieelektrischer Fahrzeuge ist die ausreichende und sichere Verfügbarkeit von „grünem“ Strom beim derzeitigen „Strommix“ und stark steigenden Strombedarfen in naher Zukunft schwierig bis unrealistisch. Es ist geplant, nicht nur die Mobilität, sondern sämtliche Energieverbraucher, d.h. inklusive der Industrieanlagen und Wohnungsheizungen auf „grüne“ Ressourcen, umzustellen.

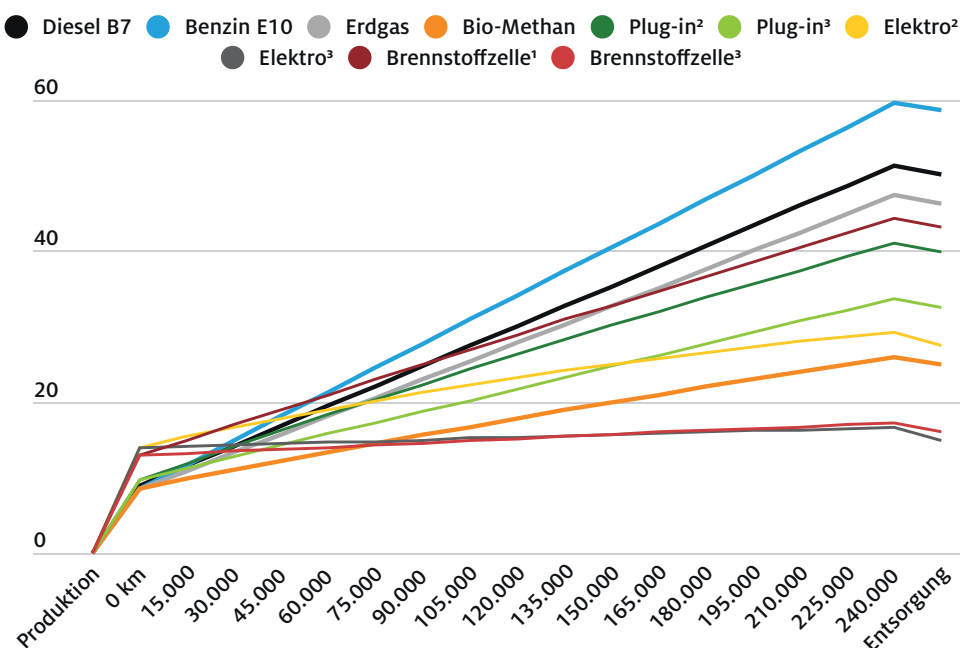
Aus diesen Gründen ist es nachvollziehbar, dass zahlreiche Automobilkonzerne und Fachwissenschaftler nach wie vor eine Zukunft für das Nebeneinander von rein elektrischen bis hin zu hybriden Antrieben sehen und dies auch für die nahe Zukunft mit aller Konsequenz verfolgen. Als Beispiele sind hier das „Multi-Solution“-Antriebskonzept von Mazda, die Aussagen von BMW zur Technologieoffenheit sowie die Aussagen von Volkswagen

zur Beliebtheit von Verbrennungsmotoren in vielen Weltregionen zu nennen [52, 53, 54].

Allein die Emissionen der Fahrzeuge, aber nicht die Emissionen ihrer Herstellung zu betrachten, ist zu kurz gedacht. **Bild 11.** verdeutlicht das CO₂ Äquivalent, welches für den Betrieb einer Golfklasse mit unterschiedlichen Antrieben und Energiequellen fahrleistungsabhängig berechnet wurde. PKW mit Verbrennungsmotoren auf Bio-Methan-Basis erreichen hier bessere Werte als Batteriefahrzeuge, denn aktuelle Batteriefahrzeuge werden nur dem Strommix entsprechend anteilig mit „grünem“ Strom geladen. Ein Verbrennungsmotor auf H₂ Basis ist nicht eingezeichnet, liegt jedoch hypothetisch unterhalb der Bio-Methan-Kurve, jedoch oberhalb der rein mit grünem Strom beladenen Batteriefahrzeuge.

Die Betriebsstoffe der Antriebe werden in der Zukunft

CO₂-Äquivalent (in Tonnen)



1 = H₂ aus Erdgas 2 = Strommix D 3 = 100 % Windstrom

Bild 11.
Fahrstreckenbezogene CO₂-Emissionen bezogen auf die Golfklasse
(© ADAC)

einem breiten Mix unterliegen. Je nach Region (Energieverfügbarkeit) und gesellschaftlicher Akzeptanz wird es konventionelle und „grüne“ Betriebsstoffe unterschiedlicher Art geben. Im Überblick lassen sich folgende Antriebsformen mit den jeweiligen Energieressourcen aufzählen:

- **Hybride und Verbrennungsmotoren:**
 - ▶ fossile Kraftstoffe (Benzin, Diesel, LNG und CNG)
 - ▶ Pflanzenöle und weiterverarbeitete Öle (z.B. Biodiesel der 2. Generation),
 - ▶ Synthetische Kraftstoffe bzw. E-Fuels (hergestellt aus „grünem“ Strom)
 - ▶ Mischformen wie z.B. G40 (Benzin mit 40% regenerativem Anteil) neben den bisher verwendeten Mischformen (E10 Benzin und B7 Diesel)
 - ▶ „Grüner“ Wasserstoff, „grünes“ Ethanol, Biogas bzw. Biomethan
- **Brennstoffzellen:**
 - ▶ Wasserstoff, Methan und Ethanol aus jeweils „grünen“ Quellen,
- **Elektroantriebe:**
 - ▶ Direkte Einspeicherung des Stroms ohne Verluste für die Umwandlung in grünen Wasserstoff, Methan oder synthetische Kraftstoffe.

Zur besseren Einordnung der oberen Aufzählung soll ergänzt werden, dass die Speicherung von Strom in Batterien den besten Wirkungsgrad besitzt. Eine Umwandlung des Stroms in Wasserstoff, Methan oder flüssige Brennstoffe beinhaltet jeweils erhebliche Energieverluste. Jedoch lassen sich diese Energieformen in großen Mengen speichern und transportieren, was bezüglich des Einspeicherns der elektrischen Energie in Batterien nicht zutrifft.

2.7 MASSGENAUE FERTIGUNG GROSSER LEICHTBAUTEILE

Die Qualität eines im Aluminium-Druckguss hergestellten Bauteils hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab. Zunächst muss das Bauteil konstruiert werden, bevor der Fertigungsprozess beginnen kann. Das geschieht heute vollständig unter Nutzung von CAx-Methoden, so dass das Bauteil schließlich in virtueller Form als Computermodell vorliegt. Unter Nutzung von Computermodellen werden nicht nur die funktionalen Eigenschaften, Werkstoffeigenschaften, die Festigkeit, das dynamische Verhalten und die Lebensdauer eines Bauteils optimiert, sondern auch seine Fertigung als Druckgussteil mit einbezogen (Gießsimulation). Es wird mithin der gesamte Produktlebenszyklus von der Entwicklung, Testung und Herstellung über die Nutzung und Wartung bis hin zum Recycling eines Produktes berücksichtigt. Dafür steht eine Vielzahl von kommerziellen Softwarewerkzeugen zur Verfügung, worüber die Autoren in [9] ausführlich berichtet haben. Man spricht in dem Zusammenhang auch von der Entwicklung eines digitalen Zwillings, der virtuell alle realen Eigenschaften des zukünftigen Produktes aufweist.

Allerdings ist die Entwicklung und die Fertigung von Al-Druckgussbauteilen ein extrem komplexer und kom-

plizierter Prozess, der von einer Vielzahl von Faktoren abhängt, deren wechselseitiger Einfluss auf die Qualität des fertigen Bauteils noch nicht vollständig verstanden ist. Daher kommt der Qualitätskontrolle eines gefertigten Bauteils, aber auch der Überwachung des Produktionsprozesses eine große Bedeutung zu.

Ein Aspekt ist die Überwachung der Maßhaltigkeit des gefertigten Bauteils [55]. Abweichungen von der erwarteten Normgeometrie nach dem Gießen werden als Verzug bezeichnet. Besonders große und dünnwandige Leichtbauteile neigen dazu, sich nach der Entnahme aus der Druckgießform zu verziehen. Verzug kann auch als Folge einer anschließenden Wärmebehandlung eintreten. Der Verzug entsteht durch Eigenspannungen im Bauteil nach der Entnahme aus der Druckgießform [56], [57]. Als Eigenspannungen bezeichnet man Spannungen, die ohne äußere Belastungen (Kräfte, Temperaturfelder) in einem Bauteil vorliegen und sich im inneren Gleichgewicht befinden. Stört man diesen Zustand, z.B. durch das Entnehmen des Bauteils aus der Gießform, das Entfernen von Angussystemen oder eine spätere mechanische Bearbeitung, wird der Gleichgewichtszustand gestört. Es kommt zu einer Deformation des Bauteils. Neben dem Gießen und Abkühlen des Bauteils kommt es auch bei einer nachfolgenden Wärmebehandlung zu Phasenumwandlungen im Werkstoff, die zum Verzug führen können. Wenn Verzug festgestellt wird, wird das Bauteil häufig gerichtet, wodurch es gezielt plastisch so deformiert wird, dass sich die Geometrie des Bauteils nach der elastischen Rückfederung im Sollbereich befindet. Diese Technologie verursacht nicht nur einen zusätzlichen Arbeits- und Zeitaufwand, sondern bringt auch weitere Eigenspannungen in das Bauteil ein, die zu einer Reduktion der Festigkeitseigenschaften und zur Absenkung der Lebensdauer führen können. Es ist daher besser, den Ursachen für den Verzug auf den Grund zu gehen, das Verzugsverhalten zu optimieren und den Fertigungsprozess entsprechend zu modifizieren [55], [58].

Eine weitere, nahezu unvermeidliche Begleiterscheinung beim Aluminiumdruckguss sind Gasporen und Lunker, die zu lokalen Spannungserhöhungen (Kerbspannungen) führen, wodurch es im schlimmsten Fall zu einem frühzeitigen Bruch des Bauteils oder bei dynamisch und zyklisch beanspruchten Bauteilen zu einer Reduktion der Lebensdauer kommen kann. Während die besonders kritischen Poren, die den Rand eines Gussteils durchbrechen, leicht erkannt werden können, benötigt man für die Identifikation innerer Poren Röntgentechniken. Mit Hilfe von heutigen Computertomographen (siehe dazu den folgenden Abschnitt 3) lassen sich Poren während des Produktionsprozesses (in-line) identifizieren, wobei hierfür Voxelgrößen von 100µm bis 300µm genutzt werden, um große Messobjekte in kurzer Zeit untersuchen zu können. Mit mikro-mechanischen Untersuchungen, bei denen Voxelabmessungen im Bereich von 0,1µm bis 10µm verwendet werden, lassen sich Probenabmessungen von wenigen Zentimetern vermessen, wodurch man die Geometrie auch von sehr kleinen Poren hochgenau ermitteln kann. Derartige Untersuchungen haben zu neuen Erkenntnissen hinsichtlich des Bruchverhaltens

und der Lebensdauer geführt, zum Beispiel zum Einfluss der Porengröße und der Lage der Poren im Gussteil. So wird die Lebensdauer eines Bauteils bei zyklischer Belastung nach Erkenntnissen von [59] erwartungsgemäß durch große Poren stärker reduziert als durch kleine Poren. Allerdings hat nach [60] auch der Abstand einer Pore zum Rand einen sehr großen Einfluss auf die Lebensdauer. So führen kleine Poren in unmittelbarer Nähe zum Rand (Abstand $<500\mu\text{m}$) zu einer deutlichen größeren Reduktion der Lebensdauer als größere Poren in einer größeren Entfernung zum Rand. Diese Ergebnisse wurden durch eigene Analysen an einem Getriebegehäuses bestätigt [43]. Es zeigte sich dabei, dass die Kerbspannungen an einer kleinen Pore in unmittelbarer Nähe eines hochbeanspruchten Zahnfußes bis zu fünffach höhere Werte aufwiesen im Vergleich zu einer größeren aber weiter entfernt liegenden Pore. Die mikromechanischen Untersuchungen zum Einfluss von Poren auf die Festigkeit und die Lebensdauer, die durch hochgenaue und extrem zeitaufwendige CT-Messungen der Porengeometrie und der Lage der Poren ermittelt werden müssen, lassen sich nicht ohne weiteres auf große Bauteile übertragen, bei denen schnelle in-line CT-Messungen benutzt werden. Ein möglicher Weg, diese Kluft zu überwinden, könnte in einer zukünftigen Nutzung von Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI) zur besseren Rekonstruktion der Porengeometrie bestehen [61].

Um den Verzug identifizieren zu können, ist ein Soll-Ist-Vergleich erforderlich. Für die Erfassung der Ist-Geometrie stehen taktile und optische Messmethoden (Lasermesstechnik und Fotogrammetrie) zur Verfügung (zur Gerätetechnik siehe den folgenden Abschnitt 2.8). Die taktile Messtechnik erfasst stets nur ausgewählte Punkte oder Bereiche eines Produktes und ist deutlich langsamer als optische Messverfahren, durch die ein Bauteil als Ganzes erfasst wird. Um die Detailtiefe von Oberflächen zu ermitteln, z.B. bei Rauheitsmessungen, besitzen die taktilen Verfahren heute noch Vorteile. Für die optische Messtechnik steht eine ganze Reihe von bewährten Verfahren zur Verfügung, wie die Streifen- und Musterprojektion, die konfokale Messtechnik, die Weißlichtinterferometrie, das Laserscanning, die Stereo-Fotografie und anderes [62]. Die hohen Taktzeiten der optischen Messverfahren machen es heute auch bei komplexen Produkten in einer Produktionslinie möglich, eine 100 % Kontrolle durchzuführen (siehe GOM-Messverfahren [63]). Die Nachteile der optischen Messverfahren bestehen allerdings in ihrem hohen technischen Aufwand, dem hohen Kalibrierbedarf, den hohen Anforderungen an die Umgebungsbedingungen und an die Störanfälligkeit der Messaufnahmen. Ihre Nutzung erfordert einen hohen technischen Aufwand und führt dazu, dass die Gerätetechnik hochpreisig ist, einen hohen Rechenaufwand und eine entsprechende Hardware verlangt. So kann beispielsweise eine zu hohe Luftfeuchtigkeit den Strahlengang von Lichtstrahlen und ihre Reflexion beeinflussen, so dass die Messtechnik, um Fehler zu vermeiden, nicht mehr ohne kontrollierte Umweltbedingungen funktionieren kann. Auch minimale Schwingungen des Messobjektes, Temperaturschwankungen oder andere Einflussfaktoren können sich negativ

auf optische Messgeräte auswirken. Es ist offensichtlich, dass die von einem Messgerät für einen Punkt ermittelten 3D-Koordinaten nicht die wahren Werte darstellen. Die Koordinaten liegen in einem Bereich um die wahren, aber unbekannten Werte. Die Abweichungen bezeichnet man als Messunsicherheit. Es ist daher erforderlich, für ein genutztes Messverfahren, dass unter bestimmten Umgebungsbedingungen eingesetzt werden soll, die Fähigkeit nachzuweisen, dass die ermittelten Ergebnisse in einem definierten Toleranzbereich liegen. Dazu werden die Messergebnisse statistisch ausgewertet und mit definierten Grenzwerten (Kennzahlen), die den zulässigen Toleranzbereich definieren, verglichen. Werden die Kennzahlen eingehalten, dann ist das Messsystem für die jeweilige Messaufgabe geeignet. Diesen Nachweis bezeichnet man als Messmittelfähigkeitsanalyse, die ihren Ursprung in der Automobilindustrie hat [64], [65]. Um die maßgenaue Fertigung großer Leichtbauteile mit Hilfe eines Messverfahrens während der Fertigung zu überprüfen, ist es unbedingt erforderlich, eine Messmittelfähigkeitsanalyse durchzuführen, um die Zuverlässigkeit der Messergebnisse sicherzustellen [65].

2.8 QUALITÄTSSICHERUNG ALS SCHLÜSSEL ZUR ZUKUNFTS- UND WETTBEWERBSFÄHIGKEIT VON GIESSEREIEN

Die Qualitätssicherung umfasst den gesamten Produktionsablauf, der mit der Prüfung der Rohstoffe beim Wareneingang beginnt und über alle Bearbeitungsschritte, wie die Einstellung der Maschinenparameter und die Eigenschaften der Schmelze bis hin zum fertigen Produkt und der Endkontrolle hinsichtlich der vorhandenen Gefügeeigenschaften, der Maßhaltigkeit der Produktgeometrie und der inneren und äußeren Fehler (Lunker, Risse etc.) reicht [66], [67]. Eine spezifische Anforderung beim Druckguss ergibt sich daraus, dass immer größere und komplexere Teile als ein Gussteil - dem sogenannten Mega- oder Giga-casting - produziert werden. Viele der Trends und Herausforderungen, die in diesem Kontext gelten, spiegeln die Herausforderungen wider, vor denen die gesamte Fertigungsindustrie steht. Dazu zählen:

- rapide, teilweise disruptiv steigende Anforderungen an die Qualität, sowohl im Sinne der Abwesenheit von Fehlern und Mängeln als auch hinsichtlich sinkender Fertigungstoleranzen;
- eine immer höhere Erwartung an die Lieferfähigkeit, gerade von Ersatzteilen;
- ein genereller Druck, mehr Effizienz und Produktivität zu schaffen, angesichts immer kompetitiver internationaler Marktbedingungen;
- eine zunehmende politische und gesellschaftliche Forderung nach nachhaltigeren Produktions- und Geschäftsprozessen entlang der gesamten Lieferkette;
- eine steigende Nachfrage nach Digitalisierung und Vernetzung von Maschinen, Anlagen und Prozessen.

Gerade der letzte Punkt sollte in seiner Bedeutung nicht unterschätzt werden. Digitalisierung und Vernetzung spielen eine wichtige Rolle, wenn es darum geht, Nach-

weise über Compliance und Nachhaltigkeit zu erbringen. Ebenso wichtig sind sie dafür, die Zusammenarbeit mit Kunden und Partnern zu erleichtern bzw. zu ermöglichen, neue Geschäftsmodelle zu erschließen und Maßnahmen für die Effizienz- und Produktivitätsziele auf einer informierten Datenbasis zu planen und ihre Wirksamkeit zu messen.

Vor dem Hintergrund all dieser Herausforderungen kommt der Qualitätssicherung eine zentrale Rolle bei der Weiterentwicklung der Gussbranche zu. Einerseits bietet die moderne industrielle Mess- und Prüftechnik eine Vielfalt an Technologien, die in diversen Szenarien den Nachweis einerseits über die Einhaltung oder die Verbesserung der Fertigungsqualität ermöglichen und andererseits sind diese Technologien eine essenzielle Voraussetzung, um auch unabhängig von Qualitätsanliegen Daten über Rohstoffe, Komponenten und Produkte zu erheben. Dabei werden Daten erhoben, die etwa zum Zweck der Prozessoptimierung, von Nachhaltigkeitsberichterstattung und -management oder für die Zusammenarbeit mit anderen Lieferketten-Stakeholdern verwendet werden können.

Ein umfangreiches Werk [66] zur Produktspezifikation von Druckgussteilen befasst sich im Kapitel 7 ausführlich mit der Qualitätssicherung und umfasst den Nachweis der Oberflächengeometrie und der Oberflächeneigenschaften (Rauheit) und der im Inneren eines Bauteils befindlichen Defekte. Dafür kommen, wie bereits im Abschnitt 2.7 ausgeführt, taktile und optische Messverfahren [[67]-[69]] sowie die Computertomographie [70,71] zum Einsatz. Die optischen Messverfahren haben Vorteil hinsichtlich der Geschwindigkeit bei flächenhaften Messungen, und die Messungen können weitgehend automatisch durchgeführt werden. Sowohl für die taktilen als die optischen Messverfahren bieten Hersteller und Dienstleister eine umfangreiche Gerätetechnik an. Neuere Entwicklungen zeigen, dass es für bestimmte Messaufgaben vorteilhaft ist, taktile und optische Messverfahren zu einem hybriden System zu kombinieren [67].

Die industrielle Computertomographie (CT) hat in den letzten Jahren einen großen Aufschwung bei der Vermessung der äußeren und inneren 3D-Geometrie von Bauteilen erlangt und ist zu einem integralen Bestandteil der Qualitätssicherung geworden [70], [71]. Leistungsfähige CT-Geräte einschließlich der erforderlichen Auswertesoftware sowie Dienstleister für Mesaufgaben sind auf dem Markt verfügbar. In [72] findet sich ein Überblick über 12 deutsche Unternehmen, die industrielle CT-Geräte anbieten und 19 Dienstleister, die Mesaufgaben im Kundenauftrag durchführen. Einer der in [72] genannten Anbieter für industrielle Messtechnik ist ZEISS Industrial Quality Solutions. ZEISS hat sowohl als Geräteproduzent als auch als Dienstleister eine führende Position auf dem Markt inne. Das Unternehmen bietet eine umfassende Produktpalette mit Koordinatenmessgeräten, optischen und Multisensorsystemen, 2D- und 3D-Röntgensystemen sowie der Industriemikroskopie. Der Vorteil eines solch breiten Portfolios ist es, dass für nahezu jedes Einsatzszenario entlang des Herstellungsprozesses eine passende Lösung zu finden ist. Es sind Lösungen, die auf eine bestimmte Anwendung spezialisiert sind und dennoch von der technologischen

Gesamtexpertise des Anbieters profitieren und bei Nutzung mehrerer verschiedener Gerätetypen Teil desselben Technologie- und Service-Ökosystems sind. Besonders relevant für Gießereien sind dabei optische 3D-Scanner sowie Röntgensysteme und Computertomographen (CT). Im Folgenden werden einige Beispiele für solche Systeme und ihre Vorteile für die Qualitätssicherung von Gusserzeugnissen vorgestellt.

2.8.1 SPEZIFISCHE LÖSUNGSBEISPIELE

Die genannten Herausforderungen stellen Unternehmen vor die Aufgabe, Qualitätsmängel noch effektiver, effizienter und früher im Produktionsprozess zu vermeiden oder zu minimieren. Das Erzeugen von Ausschuss, das Ausbessern von Defekten und das mehrmalige Durchlaufen von Produktionsschritten bis zur gewünschten Qualität verschwenden kostbare Ressourcen. Beim Gießprozess treten vor allem diese Defekte auf:

- Vor dem Guss: Fehler an Gießformen und Modellen wie Maßabweichungen, Teilungsversatz, Risse oder Verschleiß;
- nach dem Guss: diverse Defekte am Gussteil wie Hohlräume, Verzug, Einschlüsse, Poren, Risse und Rückstände im Inneren oder auf der Oberfläche.

Beispiel 1: Vollflächige Digitalisierung entlang der Prozesskette

Mit ZEISS ATOS LRX bietet ZEISS einen optischen 3D-Sensor mit einer ultrahellen Laserlichtquelle für das schnelle Vermessen großvolumiger Oberflächen. Eine Lösung, die auch für die Qualitätssicherung im Kontext von Mega-Casting-Anwendungsszenarien möglich ist. Der neue ZEISS ATOS LRX basiert auf der bewährten ATOS 5X Technologie und bietet durch den neuartigen, integrierten Laser Light Compressor eine deutlich höhere Lichtleistung. Das macht ihn unempfindlich gegenüber Umgebungslicht und ermöglicht eine hohe Detailauflösung mit präziser Erfassung auch komplexer Geometrien und Freiformflächen. Dies ist durch ein gleichmäßiges, nicht-kohärentes, speckelfreies Licht über den gesamten Messbereich bei kurzen Belichtungszeiten möglich – selbst bei dunklen und glänzenden Oberflächen.

Mit Hilfe des Triangulationsprinzips in Verbindung mit der Streifenprojektionstechnik werden je Einzelscan präzise 3D-Koordinaten an bis zu 12 Millionen Messpunkten durch das Stereokamerasystem erfasst. Auf diese Weise können Anwender nahezu alle Teile vollflächig digitalisieren und analysieren – auf Abweichungen von den CAD-Daten, geometrische Bemaßung und Tolerierung sowie Materialzugabe. Dank der Funktion des Digitalen Zusammenbaus können zudem auch komplexe Zusammenhänge analysiert werden. Dazu gehört zum Beispiel das Zusammenspiel von Formhälften, Formschrägen und ganzen Modelleinrichtungen. Damit liefert der ZEISS ATOS LRX vollflächige, präzise Daten für eine umfassende Prozess- und Qualitätskontrolle in industriellen Umgebungen wie in der Gießtechnik, der Luft- und Raumfahrt, der Auto-

mobilindustrie, im Schiffbau, im Werkzeug- und Maschinenbau sowie im Bereich Energie.

Beispiel 2: Effiziente Qualitätssicherung durch Automatisierung

Montiert auf einen Industrieroboter ermöglicht ein 3D-Scanner eine noch schnellere Messung und einen höheren Durchsatz. Die damit mögliche Automatisierung erhöht nicht nur die Effizienz des Prozesses, sondern ermöglicht eine serienbegleitende Qualitätssicherung direkt in der Fertigungslinie. So wird die Qualitätssicherung nicht zum „Flaschenhals“. Zusätzlich kann Ausschuss signifikant reduziert werden, bevor Teile weiterverarbeitet werden und dadurch vermeidbare Kosten anfallen. Zusätzlich erhöhen die ScanBox-Systeme (**siehe Bild 12**) die Prozesssicherheit im Betrieb durch Trend-Analysen in Echtzeit – so lassen sich Veränderungen innerhalb der Fertigung schnell identifizieren, und es können entsprechende Maßnahmen ergriffen werden.

Je nach Anforderung können Anwender aus elf Modellen wählen und diese an ihre Bedürfnisse anpassen.

Das ermöglicht die Messung und Inspektion von Gussteilen mit einer Größe bis zu acht Metern, z. B. Batteriewannen für die zunehmende Zahl an Elektrofahrzeugen. In Verbindung mit der ZEISS Quality Suite bietet die Software sinnvolle Zusatzfunktionen wie die virtuelle Kompensation von Verzug bei 3D-Messungen dank Virtual-Clamping-Technologie, wie sie z. B. bei Blech- und Kunststoff-Anwendungen zum Einsatz kommt. Gescannte Druckgussteile wie dünnwandige Strukturbauteile lassen sich so virtuell spannen, ohne sie physisch in Zwangslage bringen zu müssen, womit sich präzise Messergebnisse des Gussteils im montierten Zustand erheben lassen. So lässt sich zusätzlich Zeit sparen und die Quote an unnötigem Ausschuss reduzieren. Der „Virtuelle Messraum“ als zentrale Steuerungs- und Messplanungs-Software in der ZEISS Quality Suite erleichtert zudem das Einrichten und den Betrieb von Inspektionsworkflows – z. B. durch eine einfache Programmierung des Roboters ohne einschlägiges Vorwissen dank Smart-Teaching-Funktion, automatischer Generierung optimaler Sensorpositionen und automatischer Pfadoptimierung. Die Flexibilität des Systems ermöglicht zudem die Abdeckung nicht-repetitiver Aufgaben.



Bild 12. Mit der ZEISS ScanBox Serie 5 werden komplexe Geometrien, Features und Freiformflächen von Gussteilen in kürzester Zeit erfasst.

(Quelle: ZEISS Industrial Quality Solutions)

Beispiel 3: Innenliegende Defekte mit Röntgentechnologie schnell inspizieren

Röntgentechnologie hat für die industrielle Qualitätssicherung signifikante Vorteile, zuvorderst die Möglichkeit, Komponenten wie Gussteile zerstörungsfrei zu inspizieren. Der Einblick ins Innere eines Gussteils gibt dabei einen umfassenden Aufschluss über verborgene Defekte wie Porosität, Einschlüsse, Lunker, Risse oder Luftlöcher sowie Form, Lage, Abstände und Materialbeschaffenheit. Das erlaubt eine vollumfängliche Beurteilung der Qualität, die so mit keiner anderen Technologie möglich ist. Hinzu kommt, dass für die umfangreiche Erfassung aller relevanten Daten nur ein Scan erforderlich ist. Andere Verfahren erfordern derweil für die gleiche Datenmenge deutlich

mehr Zeit und oft viele verschiedene Aufnahme- bzw. Messdurchgänge. Zugleich ermöglicht die Zerstörungsfreiheit völlig neue Möglichkeiten der Inspektion wie die Prüfung ganzer oder montierter Teile oder In-situ-Prüfungen.

Röntgentechnologie und Computertomographie sind deshalb schon seit vielen Jahren fester Bestandteil bei großen Fertigungsunternehmen wie Automobilherstellern. Bei kleinen und mittelständischen Betrieben sind sie jedoch bisher noch nicht besonders verbreitet. Anbieter industrieller Röntgensysteme, wie ZEISS, bieten gegenwärtig jedoch auch Röntgen- und CT-Lösungen an, die mit ihren Eigenschaften optimal zu den Bedürfnissen von KMUs passen.

ZEISS BOSELLO Röntgensysteme sind Beispiele für



Bild 13.
2D-Röntgeninspektion
mit ZEISS BOSELLO MAX
im Atline-Betrieb
 (Quelle: ZEISS Industrial
 Quality Solutions, Foto:
 Manfred Stich)

derartige Lösungen, die sich durch die Geschwindigkeit ihrer Scans gerade für die Anforderungen kleinerer Druckgießereien eignen. Diese Röntgensysteme wurden speziell für die schnelle Defekterkennung in rauen Produktionsumgebungen wie Gießereien entwickelt, wo sie Gussteile einer zerstörungsfreien manuellen oder automatisierten 2D-Röntgeninspektion unterziehen. Die Systeme erlauben eine schnelle Be- und Entladung, kurze Zykluszeiten und flexible Anwendungen in oder nahe der Produktionslinie. Das sorgt für einen hohen Durchsatz und schafft optimale Bedingungen, um ausgewählte Teile stichprobenartig zu prüfen und so schnell Aufschluss über deren Qualität zu erhalten.

Auch hier bietet das umfassende ZEISS Portfolio Anwendern die Möglichkeit, die optimal auf ihre Bedürfnisse abgestimmte Option zu wählen. Das robuste 2D-Röntgensystem ZEISS BOSELLO OMNIA etwa prüft zuverlässig und schnell unterschiedliche Gussteile in verschiedenen Größen für einen hohen Durchsatz in Ihrer Produktionslinie rund um die Uhr. Das System verfügt optional zudem über die Visual FARIS Defect Detection Software, auch Automated Defect Recognition (ADR) genannt. Mit dieser Lösung können Anwender mit Hilfe von optimierten Bildanalyseverfahren manuelle Messungen präzisieren und Defekte automatisch, schnell und genau erkennen lassen. Es eignet sich damit optimal für die 100-Prozent-Prüfung von Gussteilen. ZEISS BOSELLO MAX (**Bild 13**) bietet Anwendern dagegen eine hohe Auflösung und damit eine extrem hohe 2D-Bildqualität bei etwas geringerer Geschwindigkeit. Dieses äußerst vielseitig einsetzbare System bietet zusätzlich die Möglichkeit einer Erweiterung durch eine 3D-CT-Option. Dabei nimmt das Röntgengerät eine Reihe von Bildern auf, aus denen sich 3D-Modelle der Gussteile rekonstruieren lassen. So erhalten Nutzer weitere Informationen über Defekte wie deren Volumen und ihre Position. Es eignet sich besonders für den Einsatz als Atline- oder Laborlösung.

Beispiel 4: Verdeckte Defekte präzise messen und analysieren

Lange galt die Computertomographie als Zukunftsmusik für den Einsatz in industriellen Umgebungen. Doch längst haben viele Fertigungsunternehmen die Vorteile dieser Technologie für ihre Qualitätssicherung entdeckt. Mit einem industriellen Computertomographen wie dem ZEISS METROTOM 1500 im Messlabor können Anwender selbst komplexeste Mess- und Prüfaufgaben effizient mit nur einem Scan erledigen. Dazu zählt etwa das zerstörungsfreie Prüfen und Messen kompletter Bauteile, die aus mehreren Materialien bestehen. Dabei entstehen umfassende 3D-Datensätze, die zahlreiche Prüfmerkmale auf einmal umfassen und rückführbar messbar machen. Hier kommt die Analyse-Software Volume Inspect zum Einsatz, die eine komplette CT-Datenanalyse in 3D ermöglicht. Dadurch lassen sich Geometrien, Lunker oder innenliegende Strukturen sowie Zusammenbausituationen exakt analysieren. Eine automatisierte Defektanalyse unterstützt durch künstliche Intelligenz ist mit dem optionalen Add-on ZEISS Automated Defect Detection möglich.

Darüber hinaus bietet der ZEISS METROTOM 1500 Eigenschaften, die auf der langen Erfahrung des Unternehmens mit Koordinatenmessgeräten beruhen und große Vorteile für den industriellen Einsatz mit sich bringen. So kommt auch bei ZEISS CTs Computer-Aided Accuracy (CAA) zum Einsatz, also eine computergestützte Korrektur der Verfahrswege. Mit einem Einmesskörper können Anwender dies überwachen und automatisch korrigieren. Zudem garantiert ein DAKKS-kalibriertes Prüfmittel eine spezifizierte Messgenauigkeit im gesamten Messvolumen. Dadurch kann ZEISS einen MPE (Maximum Permissible Error) nach VDI/VDE 2630 Blatt 1.3 angeben. So ergibt sich bei CTs von ZEISS eine Genauigkeit von bis zu $2,9\mu\text{m} + L/100$ für die Kugelmittelpunktabstandsabweichung.

Je nach Anwendungsfall können sich die Anschaf-

fungs- und Unterhaltskosten eines CT-Systems schnell amortisieren. Denn beim Einsatz in der Fertigung bieten sie einerseits die Möglichkeit einer 100-Prozent-Prüfung von Gussteilen direkt nach deren Fertigung, wodurch sich Mängel noch vor der Weiterverarbeitung aufdecken lassen, was Fertigungskosten, Ressourcen und Energie spart. Andererseits bieten Industrielle Computertomographen wie der ZEISS METROTOM 1500 zudem längst etablierte und stark optimierte Systeme auf Basis einer großen Menge an Praxiserfahrung für die maximale Bildqualität und CT-Messgenauigkeit. Unter Umständen ist dies also eine lohnende Investition, die die Fertigungsqualität und Datenhebung auf eine völlig neue Stufe hebt.

2.8.2 EIN VERNETZTES LÖSUNGSPORTFOLIO

Neben dem umfassenden Spektrum an Technologien bietet das ZEISS Portfolio noch weitere Vorteile. Dazu gehören die leistungsstarke Software in der ZEISS Quality Suite, die durch ihre intuitive Bedienbarkeit Anwenderfehler auf ein Minimum reduziert und maximale Vergleichbarkeit bzw. Wiederholbarkeit von Messergebnissen garantiert. Zudem lassen sich die ZEISS Lösungen miteinander verknüpfen, wodurch sich Datensätze über verschiedene Gerätetypen hinweg nutzen und vergleichen lassen. Das erleichtert sowohl das Messen als auch das Dokumentieren deutlich.

Mit ZEISS PiWeb erhalten Anwender zudem eine leistungsstarke und skalierbare Reporting- und Statistik-Software, mit der sie Qualitätsdaten in aussagekräftige Ergebnisse umwandeln können, gerade durch die einfache Visualisierung komplexer Datensätze. Dadurch lassen sich Messprotokolle einfacher und bis zu 40 Prozent schneller als mit anderen Lösungen erstellen. PiWeb cloud bietet zudem professionelles Hosting von Qualitätsdaten durch ZEISS, besonders attraktiv für die Zusammenarbeit mit Qualitätssicherungs-Abteilungen an anderen Standorten oder in anderen Unternehmen in der Lieferkette. Das Qualitätsdatenmanagement von ZEISS PiWeb macht zudem den Nachweis zur Einhaltung von Anforderungen gegenüber Auftraggebern, Partnern oder Behörden im Rahmen von Audits deutlich einfacher.

Die aufgeführten Beispiele zeigen, dass es heute für nahezu alle Bedarfslagen, auch für KMUs, eine passende Lösung gibt – von der spezialisierten Einzellösung bis hin zum koordinierten Gesamtsystem. Prinzipiell gilt die Devise: eine Investition in die Qualitätssicherungslösung ist zunehmend unentbehrlich und lohnt sich. Es entsteht dadurch nicht nur mehr Gewissheit über die Qualität der Gussteile, sondern es lassen sich signifikante Effizienzsteigerungen und Prozessoptimierung verwirklichen – essenzielle Faktoren für die Zukunfts- und Wettbewerbsfähigkeit in der Gießereibranche.

3. AUSBLICK

Entsprechend den allgemeinen Entwicklungen in Technik und Organisation der Vorbereitung und Realisierung der Produktion werden sich in der kommenden Zeit auch wesentliche Veränderungen in der Gießtechnik ergeben. Auf acht wesentliche Aspekte wurde im vorstehenden Beitrag detailliert eingegangen. Diese werden nicht nur

zu maßgeblichen Veränderungen in Technik und Organisation führen, sondern auch bedeutende Anforderungen an Fähigkeiten und Fertigkeiten des Personals zur Folge haben.

LITERATUR

1. Ambos, E.; Gabbert, U.; Dragulin, D. und Jung, B.: Der nächste Evolutionsschritt in der Druckgießtechnik, GIESSEREI-RUNDSCHAU, Wien, 69, 2022, 01, S. 6 – 16.
2. Kretzmann, J.: Ausgezeichnet und preisgekrönt: Die Sieger-Produkte, GIESSEREI, 109, 2022, 03, S. 15 – 21.
3. Stahl, T.: Unzerstörbar und viel billiger: Tesla patentiert High-Tech-Material fürs E-Auto, ERFAHRER.com vom 30.07.2021.
4. Fehlbier, M.: Musk will maximale Effizienz und setzt daher bewusst auf Guss, GIESSEREI, 107, 2020, 07/08, S. 32 – 33.
5. Jordi, N. und Lagler, M.: Druckgießen als Wegbereiter für die Karosserie von morgen, GIESSEREI, 109, 2022, 09, S. 60 – 64.
6. Nachrichten der Firmen Handtmann/ Bühler, GIESSEREI 109(2022), 07, S. 26.
7. Kretzmann, J.: Eine Branche in Bewegung, GIESSEREI 109, 2022, 06, S. 24 – 25.
8. Interview mit A. Sach: China hat Malus mit Geschäftsführer, 595° Solutions GmbH, GIESSEREI, 109, 2022, 07, S. 16 – 17.
9. Ambos, E. und Gabbert, U.: Leichtbau im Automobilbau – eine komplexe Aufgabe für Konstrukteure, Technologen und Werkstoffspezialisten. GIESSEREI-RUNDSCHAU, Wien (2018)3, S. 18-26
10. Ambos, E.; Gabbert, U.; Halle, T. und Heikel, C.: Quo vadis PKW. GIESSEREI-RUNDSCHAU, Wien 67(2020) 02, S. 6 - 18
11. Thie, Hartwig und Wuppermann, C.: Reduzierter Metallabbrand im Zweikammer-Schmelz- und Recyclingofen, GIESSEREI, 109, 2022, 10, S. 54 – 57.
12. Krause, G., Stahl und Aluminium im intelligenten Materialmix, GIESSEREI, 110, 2023, 01, S. 22 – 27.
13. Toshio Haga, Shinjiro Imamura and Hiroshi Fuse: Fluidity Investigation of Pure Al and Al-Si Alloys, Materials, 2021, 14, 5372, <https://doi.org/10.3390/ma14185372>.
14. <https://alumobility.com> vom 29.11.2022.
15. Niu, X., Beals, R.: Optimierte Al-Legierung für die Automobilindustrie, GIESSEREI, 109, 2022, 10, S. 61 – 65.
16. Liepfert, P., Schindelbacher, G. und Schumacher, P.: Qualitätsbeurteilung von Fügezonen metallischer Hybridbauteile, GIESSEREI, 109, 2022, 09, S. 26 – 33.
17. Sinapius, J.M.: Adaptronics – Smart Structures and Materials, Springer Vieweg; 1st ed. 2021, ISBN-103662613980.
18. Preumont, A.: Vibration Control of Active Structures, Kluwer Academic Publishers Dordrecht, 1997.
19. Kajikawa, Y., Gan, W.-S., Kuo, S.M.: Recent advances on active noise control: open issues and innovative applications, SIP (2012), vol. 1, e3, pp. 1-21, doi:10.1017/ATSIP.2012.4.
20. Rączka, W., Sibielski, M. (Eds.): Active Noise and Vibration Control, 2016.

21. Belageas, D., Fritzen, C.-P., Güemes, A. (Eds.): Structural Health Monitoring, ISTE Ltd. London, 2006, ISBN-13: 978-1-905209-01-9.
22. Lammering, R., Gabbert, U., Sinapius, M., Schuster, T., Wierach, P. (Eds.): Lamb-Wave Based Structural Health Monitoring in Polymer Composites, Springer International Publishing, 2018, doi 10.1007/978-3-319-49715-0.
23. Heilmeier, F., Koos, R., Hornberger, P., Hiller, J., Weraneck, K., Jakobi, M., Koch, A. W., Volk, W.: Calibration of cast-in fibre Bragg gratings for internal strain measurements in cast aluminium by using neutron diffraction, in Measurement, Volume 163, 15 October 2020, 107939, <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2020.107939>.
24. Bian, Qiang; Bauer, Constantin; Stadler, Andrea; Buchfellner, Fabian; Jakobi, Martin; Volk, Wolfram; Koch, Alexander W.; Roths, Johannes: Monitoring strain evolution and distribution during the casting process of AlSi9Cu3 alloy with optical fiber sensors, Journal of Alloys and Compounds, 2023, Volume: 935, 168146, doi:10.1016/j.jallcom.2022.168146
25. Du, Y., Sun, B., Li, J.: Optical Fiber Sensing and Structural Health Monitoring Technology, Springer 2019, <https://doi.org/10.1007/978-981-13-2865-7>.
26. Klassen, A., Rübner, M., Ilg, J., Rupitsch, S.J., Lerch, R., Singer, R.F., Körner, C.: Influence of fabrication process on the functionality of piezoceramic patch transducers embedded in aluminum die castings, Smart Materials and Structures, 21:115014, 2014, 11 pages.
27. Stein, S., Wedler, J., Rhein, S., Schmidt, M., Körner, C., Michaelis, A., Gebhardt, S.: A process chain for integrating piezoelectric transducers into aluminum die castings to generate smart lightweight structures, Results in Physics, Vol. 7 (2017), pp. 2534-2539, <https://doi.org/10.1016/j.rinp.2017.07.034>.
28. Winkler, A., Modler, N., Drossel, W.-G., Mäder, T., Körner, C.: High-volume production-compatible technologies for light metal and fiber composite-based components with integrated piezoceramic sensors and actuators, Advanced Engineering Materials, 2018, 20, 1801001, 6 pages, doi: 10.1002/adem.201801001.
29. von der Heide, C., Steinmetz, J., Schollerer, M.J., Hühne, C., Sinapius, M., Dietze, A.: Smart Inlays for Simultaneous Crack Sensing and Arrest in Multifunctional Bondlines of Composites, Sensors 2021, 21, 3852, <https://doi.org/10.3390/s21113852>.
30. von der Heide, C., Steinmetz, J., Völkerink, O., Makiela, P., Hühne, C., Sinapius, M., Dietzel, A.: Polyetherimide-Reinforced Smart Inlays for Bondline Surveillance in Composites, Polymers 2022, 14:18, pages 3816.
31. Völkerink, O., Kosmann, J., Schollerer, M.J., Holzhüter, D., Hühne, C.: Strength prediction of adhesively bonded single lap joints with the eXtended Finite Element Method, The Journal of Adhesion, Volume 95, 2019, Issue 5-7, <https://doi.org/10.1080/00218464.2018.1553120>.
32. Kumar, L. J., Pandey, P.M., Wimpenny, D. I. (Eds.): 3D Printing and Additive Manufacturing Technologies, Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2019, <https://doi.org/10.1007/978-981-13-0305-0>.
33. Feldmann, C., Gorj, A.: 3D-Druck und Lean Production, Schlanke Produktionssysteme mit additiver Fertigung, Springer Gabler & Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH 2017, doi: 10.1007/978-3-658-18408-7.
34. Wöstmann, F. – J., Günther, D. und Klan, S.: Indirekte Additive Fertigung – 3D-Druck im Gießereiwesen, GIESSEREI-Special 01/2019.
35. Anonym: Modernste 3D-Sanddruckanlage für Stahlguss, GISSEREI 109 (2022)02, S. 12.
36. Anonym: 3D-Druck mit organischem Binder, GIESSEREI 109(2022)02, S. 10.
37. Niemeyer, I.: Innovative Brenner machen Sekundärstahlproduktion energieeffizienter, GIESSEREI 109(2022)01, S. 28 – 30.
38. Anonym: Raumfahrtunternehmen bestellt 2 3D-Drucker, GIESSEREI 109(2022)02, S. 16.
39. Asche, S.: Boom beim Bauraum, VDI-nachrichten vom 4. November 2022, S. 20 – 21
40. Asche, S.: Ebay für 3D-Druckparameter, VDI-Nachrichten Nr. 25 vom 16. Dezember 2022, S. 15.
41. Gabbert, U., Würkner, M.: Simulation of cellular structures with a coupled FEM-FCM approach based on CT data, Journal of Computational and Applied Mechanics, Vol. 16, No. 1, (2021), pp. 57–70, DOI: 10.32973/jcam.2021.004.
42. Korshunova, N., Jomo, J., Lékó, G., Reznik, D., Balázs, P., Kollmannsberger, S.: Image-based material characterization of complex microarchitected additively manufactured structures, Computers & Mathematics with Applications, Vol. 80, Issue 11, 2020, pp. 2462-2480, <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2020.07.018>.
43. Gabbert, U., Ringwelski, S., Würkner, M., Kittsteiner, M.: Stress analysis of aluminium die-cast parts including the STL-data of pores, Engineering Computations, 2023 (in print).
44. Schlögel, S., Gutsche, K. und Kölle, O.: Additive Fertigung in der Ersatzteillogistik, ZWF 116(2021) 7-8, S. 473 – 477
45. Saldern, F. v.: Neue finnische Gießerei – Schnell und flexibel mit 3D-Druck, GIESSEREI 109(2022)02, S. 10.
46. Anonym: Riesiger 3D-Drucker soll tonnenschwere Getriebeteile aus Stahl fertigen, GIESSEREI – SPECIAL 01(2020) S. 8 – 9.
47. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: Verkehr in Zahlen 2021/2022, S. 308
48. Kraftfahrt-Bundesamt. Mai 2022. Zitiert nach de.statista.com: URL <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/12944/umfrage/entwicklung-des-leergewichts-von-neuwagen>. abgerufen am 19.1.2023
49. Comité des Constructeurs Français d'Automobiles (CCFA), The French automotive industry. Februar 2021; Kraftfahrt-Bundesamt. September 2022. Zitiert nach de.statista.com: URL <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/249880/umfrage/ps-zahl-verkaufter-neuwagen-in-deutschland> und <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/285486/umfrage/motorleistung-der-neuzulassungen-von-pkw-in-laendern-europas/> abgerufen am 19.1.2023
50. Kraftfahrt-Bundesamt. September 2022. Zitiert nach de.statista.com: URL <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/285486/umfrage/motorleistung-der-neuzulassungen-von-pkw-in-laendern-europas>. abgerufen am 18.01.2023
51. Hubig, F.: Droht dem Boom in Deutschland 2023 das Ende? URL <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/elektroautos-droht-dem-boom-in-deutschland-2023-das-ende-/28838980.html>. Zeitung Handelsblatt. abgerufen am 17.01.2023

52. Mazda: Mazda Stories: Mehrgleisig in die Zukunft. Von innovativen Verbrennungsmotoren bis hin zu Elektroautos. URL <https://www.mazda.de/ueber-mazda/mazda-stories/mazda-multi-solution-story>. Ohne Jahresangabe. abgerufen am 08.01.2023
53. Focus: VW-Chef legt beim Elektroauto die 180-Grad-Wende hin. URL https://www.focus.de/auto/news/verbrenner-haben-zukunft-vw-chef-blume-legt-beim-elektroauto-die-180-grad-wende-hin_id_181939763.html. ohne Jahresangabe. abgerufen am 10.01.2023
54. BMW: BMW GROUP STRATEGIE. NACHHALTIGKEIT 2030. Präsentation URL <https://www.press.bmwgroup.com>. Ohne Jahresangabe. abgerufen am 07.01.2023
55. Thoma, C.J.: Simulationsgestützte Optimierung der Maßhaltigkeit in der Prozesskette Druckguss, Dissertation TU München 2015, Cuvillier Verlag Göttingen 2015.
56. Eigner-Wagner, A.: Vorhersage des Verzuges dünnwandiger Druckgussteile, GIESSEREI 93 12/2006, Seiten 26-31.
57. Hofer, P., Kaschnitz, E., Schuhmacher, P.: Messung und Simulation von Verzug und Eigenspannungen in Druckgussteilen, GIESSEREI, 99, 01/2012, Seiten 30-41.
58. Joop, D.: Präzisionsbestimmende Faktoren bei der Herstellung blechverstärkter Hybridstrukturen im Druckguss – Grenzflächenanalyse und Verzugsoptimierung, Dissertation RWTH Aachen, 2028, doi:10.18154/RWTH-2019-00954.
59. Wang, Q. and Jones, P.E. (2014), "Fatigue life prediction in aluminium shape castings", International Journal of Metalcasting, Vol. 8, Issue 3, pp. 29-38, <https://doi.org/10.1007/BF03355588>.
60. Le, V.-D., Saintier, N., Morel, F., Bellett, D. and Osmond, P. (2018), "Investigation of the effect of porosity on the high cycle fatigue behaviour of cast Al-Si alloy by X-ray microtomography", International Journal of Fatigue, Volume 106, January 2018, pp. 24-37, <https://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2017.09.012>.
61. Schlotterbeck, M., Schulte, L., Alkhalidi, W., Krenkel, M., Toeppe, E., Tschene, S. and Wojek, C. (2020), Automated defect detection for fast evaluation of real inline CT scans, Nondestructive Testing and Evaluation, Vol. 35, No 3, pp. 266-275, <https://doi.org/10.1080/10589759.2020.1785446>.
62. Danzl, R., Berndt, D., Bertz, A.: Leitfaden zur optischen 3D-Messtechnik, Fraunhofer Verlag, Stuttgart, ISBN: 978-3-8396-1747-2.
63. GOM, Industrial 3D Measurement Techniques, <http://www.gom.com/>, <http://www.gom.com/> (Zugriff 6. Februar 2023).
64. Schulze, A., Dietrich, E.: Prüfprozesseignung, Prüfmittelfähigkeit und Messunsicherheit im aktuellen Normenumfeld, Carl Hanser Verlag München Wien, 4. Auflage 2014, ISBN: 978-3-446-42777-8.
65. Lukas, S.: Erstellung einer Messmittelfähigkeitsanalyse und Simulation des Verzuges von Schmiedeteilen, Masterarbeit, TU Graz, 2015.
66. NADCA Product Specification Standards for Die Casting, Arlington Heights, Illinois, 9th Edition, Revised for 2015, <https://www.kineticdiecasting.com/NADCA-Product-Standards-for-Die-Casting.pdf>.
67. Optische Messtechnik erobert den Maschinenbau, Produktion, 17. August 2022, <https://www.produktion.de/technik/optische-messtechnik-erobert-den-maschinenbau-417.html>.
68. Bulgaru, M., Bocăneţ, V., Muntean, M.: Research regarding tactile scanning versus optical scanning, MATEC Web of Conferences, 299, 04013, 2019, <https://doi.org/10.1051/mateconf/201929904013>.
69. Harmatys, W., Gaska, P., Gaska, A., Gruza, M., Jedynek, M., Kobiela, K., Marxer, M.: Applicability Assessment of Different Materials for Standards Ensuring Comparability of Optical and Tactile Coordinate Measurements, Materials 2022, 15, 4128, <https://doi.org/10.3390/ma15124128>.
70. Kastner, J., Heinzl, C.: Genauigkeitsoptimierung der Röntgen-Computertomographie für die Geometriebestimmung und Visualisierung der Messunsicherheit, DGZfP-Jahrestagung 2009, Mi.4.B.1, 7 Seiten. <https://www.ndt.net/article/dgzfp2009/Inhalt/mi4b1.pdf>.
71. Christoph, R., Neumann, H.J.: Röntgentomografie in der industriellen Messtechnik, Verlag Moderne Industrie, 2017, Alle Rechte bei SZ Scala GmbH, 81677 München, ISBN 978-3-86236-111-3.
72. VolumeGraphics: Alles über industrielle CT: <https://www.volumegraphics.com/de/solutions/industrielle-computertomographie-ueberblick.html>.

WERDEN SIE TEIL DES PROGUSS-AUSTRIA NETZWERKES

Unser Vereinszweck ist die Förderung der Interessen rund um die Gießereiindustrie.

UNSERE PARTNER

■ Gießereiindustrie ■ ÖGI Österreichisches Gießerei-Institut ■ Lehrstuhl für Gießereikunde

Nutzen Sie unser Anmeldeformular online unter
www.proguSS-austria.at/mitglied-werden

austria
proguSS

OPTIMIERTE SCHUTZGASGEMISCHE FÜR DEN MAGNESIUM- SCHMELZBETRIEB

AUTOREN:

DI Florian Sipek, Peter Rauch / RAUCH Furnace Technology GmbH, Dr. Peter Liepert, DI Christa Zengerer, DI Gerhard Schindelbacher, Dr. Peter Hofer-Hauser / Österreichisches Gießerei-Institut, Univ. Prof. Dr. Peter Schumacher/ Lehrstuhl für Gießereikunde, Montanuniversität Leoben

Die Magnesiumgussindustrie sieht sich, insbesondere aufgrund des Klimawandels, sowohl mit großen Potentialen, als auch mit erheblichen Herausforderungen konfrontiert. Einerseits birgt der Einsatz von Magnesium-Bauteilen aufgrund des hervorragenden Verhältnisses zwischen geringem Gewicht und hoher Bauteilstabilität erhebliche wirtschaftliche und ökologische Potentiale. Hier sind besonders die möglichen Einsparungen von CO₂-Äquivalenten über den Produktlebenszyklus diverser Bauteile – wie Automobilkomponenten – sehr vielversprechend. Andererseits ist die Gewinnung und Aufbereitung von Primärmagnesium energieaufwendig und verursacht einen hohen Treibhausgasausstoß. So beträgt der Energieaufwand zur Produktion von Primärmagnesium ca. 30-35 kWh/kg (im Vergleich dazu Aluminium: ca. 15,7 kWh/kg elektrische Energie). Entsprechend hohe Chancen bietet das Recycling von Sekundärmagnesium. Denn das Umschmelzen von sauberem Neuschrott, wie er beispielsweise in Form von Ausschuss im Produktionsprozess von Magnesium-Verarbeitern anfällt, bedarf nur eines Energieeinsatzes von ca. 1 kWh/kg.

Schrottsorten von geringerer Qualität weisen meist Verunreinigungen durch Lacke, Öle und Oxide auf. Diese wirken sich einerseits auf den Schmelzprozess, andererseits auf die Materialqualität aus. Auch ist Magnesium im flüssigen Zustand hoch reaktiv und muss mittels Schutzgas vor Sauerstoff geschützt werden, um schwer löschbare Brände der Schmelze zu verhindern. Und besonders im Sekundärmagnesium sind prozessbedingt oft jene Legierungsbestandteile wie Al, Be oder Ca abgereichert, die brandhemmend wirken, während dem rückgeführten Magnesium anhaftende Schmier- und Trennmittel bzw. Lacke das Brandrisiko stark erhöhen. Um den Sicherheitsrisiken entgegenzuwirken, werden daher gerade im Recycling hohe Schutzgaskonzentrationen und Energiemengen benötigt.

Auch wird ein erheblicher Teil des Mg-Schrottes nicht

wieder in den Mg-Kreislauf rückgeführt, sondern zu einem großen Teil in minderwertigeren Anwendungen verwertet: Dieser wird mit Aluminium legiert, als Desulfurierungs- und Desoxidationsmittel in der Eisen- und Stahlindustrie verwendet oder deponiert¹.

DAS FORSCHUNGSPROJEKT „SUSTAINABLE MAGNESIUM CASTING“

Dieses „Downcycling“ in naher Zukunft durch ein stoffliches Recycling zur Herstellung von Sekundärmagnesium in den für Magnesium-Werkstoffe geeigneten Qualitäten zu ersetzen, wird von RAUCH im Rahmen des Forschungsprojektes „Sustainable Magnesium Casting“ (kurz: SMgC) untersucht. Diese Forschungsarbeiten erfolgen in Zusammenarbeit mit dem Österreichischen Gießerei-Institut (ÖGI) und mit finanzieller Unterstützung aus den Mitteln der Programmschiene „Basisprogramme“ der Forschungsförderungsgesellschaft (FFG). Das Projektziel ist die Entwicklung eines betriebssicheren Prozesses mit einer innovativ neuentwickelten Anlage zum umwelt- und ressourcenschonenderen Recycling von Sekundärmagnesium.

Ein dem Stand der Technik deutlich überlegener Recyclingprozess soll eine drastische Verringerung des CO₂-Ausstoßes um ca. 20 % pro Tonne Umschmelzmenge, signifikante Einsparung an Schutzgas (um bis zu 85 %) sowie eine signifikante Steigerung des Kreislaufanteils von Magnesium ermöglichen. Gleichzeitig sollen aktuell in Recyclingprozessen auftretende, oft lebensbedrohliche Arbeitsunfälle verhindert werden. Hierzu werden Einzel-Komponenten entwickelt und zu einer Gesamtanlage zusammengeführt, um eine erhebliche Steigerung der Produktionsrate gegenüber den marktüblichen Produkten im Mg-Recycling und Abguss von Halbzeug in Form von Masseln zu realisieren.

Für die Forschungsarbeiten war es notwendig, einen Versuchsofen für Schutzgas- und Tiegelmaterialtests



Bild 1:
Der in Betrieb befindliche RAUCH-Versuchsofen im Gießereitechnikum des ÖGI.

(Bild 1) sowie einen Forschungssofen für die Untersuchung des Wärmestrom-Managements zu entwickeln. Die Anlagen sollen zur Erkenntnisgewinnung im Kleinmaßstab sowie der Erarbeitung einer Simulationsdatenbank verwendet werden, welche in späterer Folge zur Auslegung der Gesamtanlage sowie einer projektnachfolgenden Realisierung eines Digital-Twins dienen.

SICHERHEIT UND STABILITÄT IM MAGNESIUMSCHMELZPROZESS

Die erste Phase des mehrjährigen Projektes zielte vor allem auf Prozessstabilität und Prozesssicherheit ab: Magnesium muss in flüssigem Zustand mittels Schutzgas vor Sauerstoff geschützt werden, um schwer löschbare Brände der Schmelze zu verhindern. Historisch wurden Magnesiumschmelzen mit teil- oder perfluorierten Gasen hoher Dichte wie beispielsweise Schwefelhexafluorid schutzbegast, allerdings weisen diese auch thermisch sehr stabilen Gase eine hohe atmosphärische Persistenz und ein extremes Treibhausgaspotential auf. Daher sind viele in der Vergangenheit eingesetzte Schutzgase mittlerweile bereits gänzlich verboten oder als stark umweltschädlich eingestuft. Heute wird vermehrt als reaktives Schutzgas SO_2 in Schutzgasmischungen eingesetzt. Allerdings erfolgt die Formulierung der Gasgemischungen aktuell rein empirisch, über Toleranzbereiche in der Gaszusammensetzung und den einzusetzenden Schutzgasverbrauch existieren für optimale Gaszusammensetzungen keine Daten.

Wird das Schutzgas jedoch in falscher Zusammensetzung oder in zu hoher Konzentration eingesetzt, kann es zu exothermen Reaktionen in Form von Verpuffungen, dem sogenannten „Sulfur-Dome Effekt“² kommen. Unfälle treten insbesondere beim routinemäßigen Sumpfziehen



Bild 2:
Blick auf die am RAUCH-Versuchsofen angebrachten Sensoren für die Steuerung und Nachverfolgung des Ofenprozesses. Beim Ofenbetrieb werden Parameter wie Temperatur im Ofenraum, Schmelzbaddtemperaturen in unterschiedlichen Zonen und im Gasraum aufgezeichnet und um die eingestellten Gasparameter wie Zusammensetzung, Mischverhältnis und Flussrate ergänzt.

oder Abkrätzen der Schmelzeoberfläche während des Schmelzbetriebes auf – das sind jene Arbeitsschritte, bei denen durch das Bedienpersonal der Ofen geöffnet werden muss.

Um den Schmelzprozess sicher durchführen zu können, ist daher nach Stand der Technik besonders beim Recycling von Magnesium ein stark erhöhter Schutzgasaufwand notwendig, es müssen insbesondere in der Aufbereitung sehr hohe Konzentrationen an umweltschädlich eingestuften Schutzgasen eingesetzt werden. Auch werden diese Schutzgasgemischungen derzeit ausschließlich nach dem „Einmalprinzip“ verwendet: Das Gas wird in den Ofenraum eingeleitet und nach Ofenpassage in die Umwelt abgeleitet.

Daher stand die Entwicklung einer modernen Schutzgasteknik im Mittelpunkt der Forschungsarbeiten. Um gasanalytische Parameter mit Ofenprozessparametern korrelieren zu können, wurde von RAUCH eigens ein Forschungs-Versuchsofen entwickelt, an dem die Realbedingungen großer Mg-Gießereien simuliert, und die Prozessparameter mit einer Vielzahl an Sensoren überwacht werden konnten (Bild 2). Die Versuchsparameter im Betrieb des Versuchsofens wurden hierbei von Einstellungen, die einem Regelbetrieb entsprechen, bis hin zum Störfallbetrieb variiert. Insbesondere wurde die Auswirkung des Zusammenspiels von Schmelze- bzw. Ofenparametern mit Schutzgasparametern wie der Zusammensetzung und dem Volumenstrom des Gases untersucht.

Um allerdings auch die relevanten Prozessgrößen des Schutzgases mess- und regelbar zu machen, wurde vom Projektteam eine analytische Methodik gewählt, mit der die Gaskomponenten direkt im Gasstrom bestimmt werden können. Technisch beruht die Messung der Gasbe-

standteile auf Infrarotspektroskopie (FTIR), bei Sauerstoff auf paramagnetischer Messung. Die Zusammensetzung des zu- und abgeführten Schutzgases wurde mit dem Zustand der Passivschicht der Magnesiumschmelze korreliert. Für deren Zustandskontrolle wurden von der Badoberfläche Proben gezogen und mittels Rasterelektronenmikroskopie in Kombination mit energiedispersi-

ver Röntgenspektroskopie (REM-EDX) untersucht. Um die Ergebnisse der Probenentnahme nicht zu verfälschen, mussten die Proben bis zur abschließenden Messung im REM-Vakuum ausschließlich unter Argon manipuliert werden.

Neben den Mischeinstellungen der Gaszufuhr und deren Inline-Kontrolle anhand der Gaskomponenten SO_2 ,

Ch	Component	Concentration	Unit	Compensation	Range	Residual
1	H2O	0.26	Vol.%	wet	30	0.0000
2	CO2	1.39	Vol.%	dry	30	0.0000
3	CO	2208.8	ppm	dry	10000	0.0000
4	NO	337.1	ppm	dry	1000	0.0422
5	NO2	20.2	ppm	dry	300	0.0000
6	H2O	33.5	ppm	dry	300	0.0000
7	NH3	0.0	ppm	dry	1000	0.0000
8	CH4	62.3	ppm	dry	2000	0.0000
10	C2F6	0.0	ppm	dry	1000	0.0000
12	SO2_high	0.20	Vol.%	dry	4	0.0000
13	CF4 <50ppm	0.0	ppm	dry	400	0.0000
14	HF	0.0	ppm	dry	1000	0.0000
15	Ethan	0.6	ppm	dry	400	0.0000
16	Ethen	1.9	ppm	dry	400	0.0000
17	Benzol	1.9	ppm	dry	400	0.0000
18	Cetan	0.0	ppm	dry	400	0.0000
19	Formaldehyd	0.0	ppm	dry	400	0.0000
20	CO5	0.0	ppm	dry	400	0.0000
21	HCN	0.0	ppm	dry	400	0.0000
22	HCl	0.0	ppm	dry	1000	0.0000
23	SF6	0.8	ppm	dry	2000	0.0120
24	SiF4	0.1	ppm	wet	1200	0.0000
25	R134a	0.4	ppm	dry	2000	0.0000
26	Trifluorethen (C2HF3)	0.9	ppm	dry	400	0.0000
27	Carbonylfluorid (COF2)	0.0	ppm	dry	400	0.0000
28	SiF4_RAD	0.00	ppm	wet	1000	0.0000
	SAI1_O2	0.00	Vol.%	wet	25	0.0000

Bild 3:
Detailaufnahme, Ausschnitt aus Bild 4. Darstellung der simultan und in Echtzeit detektierten Gaskomponenten im Schutzgasgemisch nach erfolgter Ofenpassage („Abgas“).

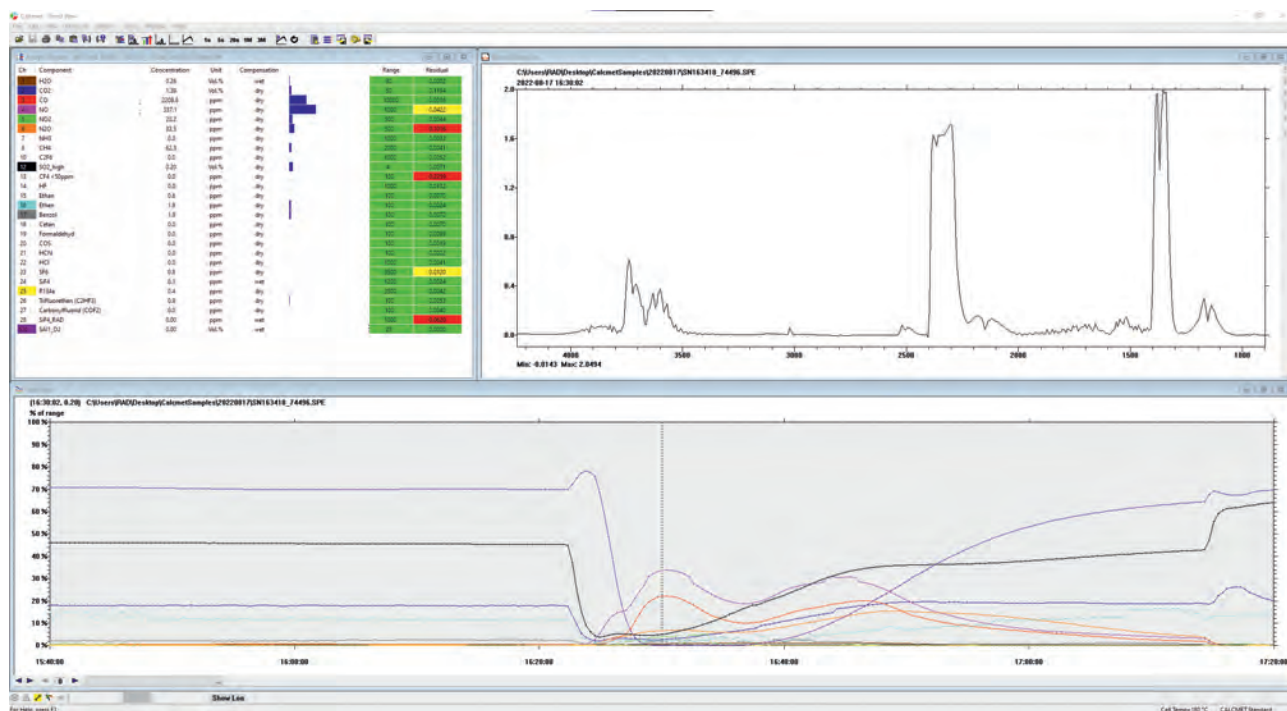


Bild 4: Screenshot der Gasanalytik des Ofen-Prozessgases.

Obere Bildhälfte: Links sind in tabellarischer Form die vorliegenden Gaskonzentrationen aus der In-Line-Gasanalytik zu sehen (s. auch Detailaufnahme in Bild 3), rechts das zugehörige FTIR-Spektrum der Gaszusammensetzung, aus dessen Echtzeit-Auswertung sich die tabellierten Gaskonzentrationen errechnen.

Die untere Bildhälfte stellt den zeitlichen Konzentrationsverlauf der Gaskomponenten bei einem Abkrätzvorgang dar. Der linke untere Bildteil zeigt das Gas im Gleichgewicht mit der ungestörten Passivschicht, die Bildmitte einen Abkrätzvorgang, die mittige vertikale Linie den Zeitpunkt der Messung mit der in der oberen Bildhälfte angegebenen Gaszusammensetzung, rechts der Mitte ist die beginnende Wiedereinstellung des Gleichgewichtes zu sehen. Und ganz rechts nahe dem Bildrand ist die Signalverschiebung durch einen regelungstechnischen Eingriff in die Schutzgasversorgung zu erkennen.

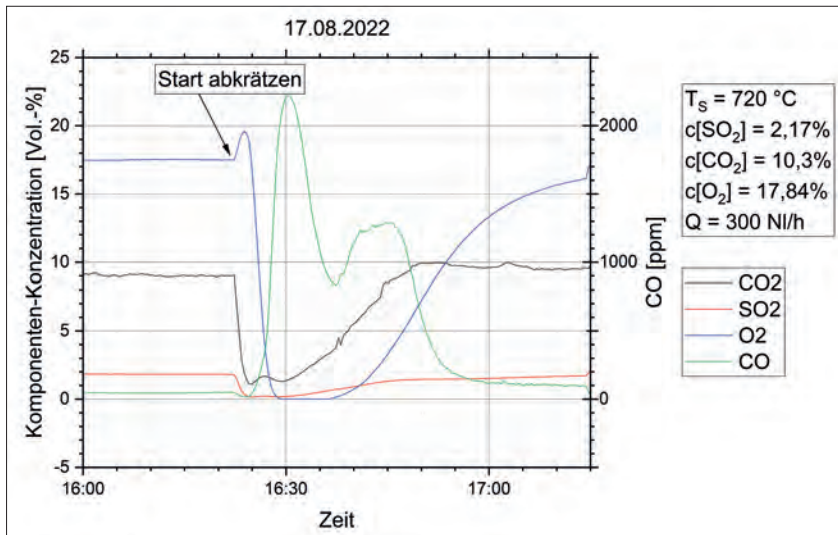


Bild 5:

Konzentrationsverlauf der wichtigsten Prozess- und Reaktionsgase in einem Abkrätzvorgang bei 720°C. Die Gaszusammensetzung des Schutzgases auf Basis von SO₂, CO₂ und Trockenluft ist sowohl im Textfeld, aber auch an der konstanten Komponenten-Konzentration vor dem Abkrätzen ablesbar. Das Bild zeigt den Verbrauch an Sauerstoff und SO₂ unmittelbar nach der Manipulation, den als Doppelpeak auftretenden Anstieg des CO während der hohen Oberflächenumsätze und die Erholung der Komponenten des Gasgemisches nach dem Eingriff.

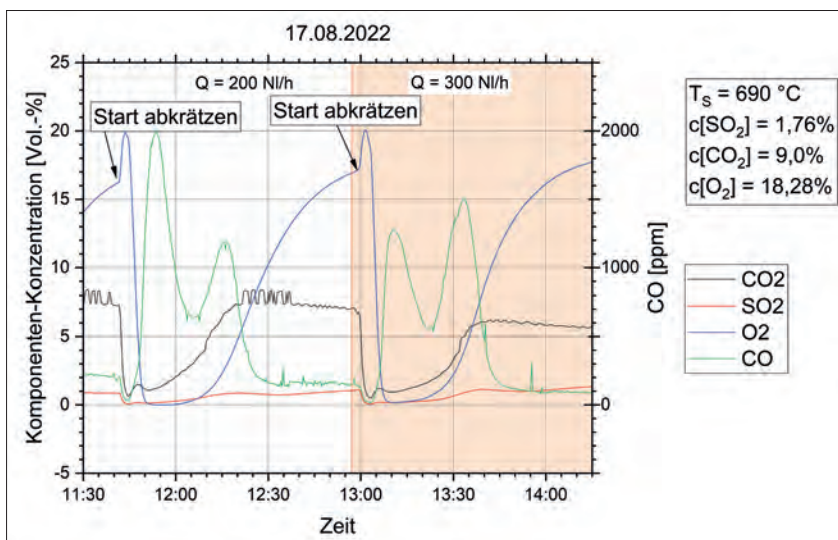


Bild 6:

Konzentrationsverlauf der wichtigsten Prozess- und Reaktionsgase bei zwei aufeinander folgenden Abkrätzvorgängen bei 690°C und Anhebung des Volumenstromes vor dem zweiten Abkrätzen.

CO₂, Gasfeuchte/H₂O und O₂ können durch die entwickelte Gasanalytik auch die durch thermisch-chemische Reaktion an der Schmelzeoberfläche entstehenden Gase detektiert werden, wie beispielsweise HF (im Fall von teilfluorierten Schutzgasen), CO, NO, N₂O, NH₃ oder NOx (**Bilder 3 und 4**).

Nach einer Manipulation der Schmelzeoberfläche wie z. B. durch Chargieren, Abkrätzen u. ä. sinkt die Konzentration der aktiven Schutzgaskomponenten, da die neu gebildete Badoberfläche mit den Gasen reagiert. Die nachfolgende neuerliche Stabilisierung des SO₂- und O₂-Niveaus im Gas nach dem Ofendurchgang zeigt die eintretende Passivierung der Schmelzbadoberfläche (**Bilder 5 und 6**).

Die Konzentrationen der Reaktionsgase sind unmittelbar nach einer Manipulation aufgrund der ablaufenden Oxidations- und Passivierungsreaktionen stets reproduzierbar erhöht, pendeln sich aber bei Stabilisierung der Schmelze wieder auf einem konstant niedrigen Niveau ein. Wie schnell und störungsfrei dies geschieht, ist ein wesentliches Maß für das Passivverhalten der Schmelzbadoberfläche.

Der Abfall des Sauerstoffs durch die oberflächlich ablaufenden Oxidationsprozesse, dabei entstehende Stickoxide und insbesondere auch das entstehende CO-Level geben auch Aufschluss darüber, ob noch eine hohe Reaktivität auf der Oberfläche vorliegt. So ist eine unmittelbare „thermisch-chemische Zustandskontrolle“ möglich und damit die direkte Beurteilung, ob die Oberfläche unter den Prozessparametern des Schmelzbetriebs das erforderliche reaktionsträge Verhalten aufweist.

Die sowohl in der Zuleitung als auch im abführenden Gasstrom erfolgende Überwachung erweist sich somit in Kombination mit den Schmelzofenparametern als sehr gut geeignet, Schutzgas sowohl in Zusammensetzung als auch Verbrauch zu optimieren: Die Passivierung der Schmelze lässt sich in situ am Verbrauch der Gaskomponenten verfolgen. So ist die Verarmung an reaktiven Komponenten nach dem Ofendurchgang erkennbar, wie auch das Erreichen der Passivschichtsättigung, ab welcher der Verbrauch und damit die Zufuhr an Schutzgas deutlich reduziert werden kann. Durch die Bestimmung der an der heißen Oberfläche der Schmelze entstehenden gasförmigen Reaktions- und Zerfallsprodukte lassen sich kritische,

thermisch überhitzte und zu reaktive Oberflächenzustände schon früh erkennen - es kann gegengesteuert werden, bevor Probleme eintreten. Dies liefert einen wesentlichen Beitrag zur Prozesssicherheit, insbesondere im anspruchsvollen Recycling von Magnesiumschrott.

Neben der prozesssicheren Steuerung und Regelung der Schutzgasversorgung zeigt sich auch, dass aus dem Schutzgas bei Ofenpassage nur ein Bruchteil der Wirkkomponenten abreagiert. Die im Projekt entwickelte Analytik liefert hierbei die mess- und regelungstechnische Grundlage, das Prozessgas zukünftig wieder anzureichern und in einer Rekuperation zu nutzen, statt es wie derzeit generell üblich nach der Ofenpassage entweichen zu lassen. Die In-Line-Analytik ermöglicht somit eine prozessangepasste Optimierung und den besonders wirksamen, sicheren und ressourcenschonenden Einsatz umweltverträglicher Schutzgasmischungen.

Obwohl wesentliche Teilprozesse der Schutzwirkung von SO₂-haltigen Gasen auf Magnesiumschmelzen bekannt und publiziert sind^{3,4,5,6}, konnten in den praxisnahen Versuchen wichtige, noch offene Detailfragen zum chemischen Wirkmechanismus der Mg-Passivierung mittels Kombination von Schutzgas-In-Line-Analytik und Analyse der Zusammensetzung der Passivschicht abgeklärt werden.

Von besonderem Interesse ist hierbei die in der Praxis wichtige Frage der Bestandsdauer bzw. der zeitabhängigen Abnahme der Schutzwirkung bei Rückgang oder bei Wegfall einer Schutzgasversorgung sowie die Zeitdauer bis zum Wiederaufbau einer stabilen Schutzschicht nach erfolgten Manipulationsschritten. Vom Projektteam wurde in den Versuchen erstmals das Zusammenspiel der verschiedenen Einflussgrößen in den chemischen Prozessen der Oberflächenpassivierung von Magnesiumschmelzen unter Realbedingungen untersucht.

Die in diesen Forschungsarbeiten erhaltenen Ergebnisse bilden die wissenschaftliche Datenbasis für die laufende und zukünftige Weiterentwicklung von prozesssicheren SO₂-basierenden Schutzgasgemischen und der Gestaltung eines betriebssicheren Prozesses zum umwelt- und ressourcenschonenderen Recycling von Magnesium.

- 1 DERA Rohstoffinformationen (2019): Rohstoffrisikobewertung – Magnesium (Metall), S.29
- 2 Cashion S., Ricketts N. (2016): The use of SO₂ as a Cover Gas for Molten Magnesium. In: Mathaudhu S.N., Luo A.A., Neelameggham N.R., Nyberg E.A., Sillekens W.H. (eds) Essential Readings in Magnesium Technology. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-48099-2_22
- 3 Xian-Fei Wang, Shou-Mei Xiong, (2013): Oxidation behavior of molten magnesium in atmospheres containing SO₂ and air in a sealed furnace, Corrosion Science, 66, 300-307, <https://doi.org/10.1016/j.corsci.2012.09.033>.
- 4 Xian-Fei Wang, Shou-Mei Xiong (2011): Oxidation behavior of molten magnesium in atmospheres containing SO₂, Corrosion Science, Volume 53, Issue 12, Pages 4050-4057, <https://doi.org/10.1016/j.corsci.2011.08.007>.
- 5 A. Karger (2006): Umwelt- und Werkstoffgerechte Schutzsysteme für Mg-Schmelzen, Dissertation, Leibniz Universität Hannover, Institut für Werkstoffkunde
- 6 K. Aarstad (2004): Protective Films on Molten Magnesium, Dissertation, Norwegian University of Science and Technology, Department of Materials Technology

BESUCHEN SIE UNSERE WEBSEITE
WWW.PROGUSS-AUSTRIA.AT

austria
proguSS



EINBLICKE IN DIE 65. ÖSTERREICHISCHE GIESSEREI-TAGUNG





RÜCKBLICK AUF DIE 65. ÖSTERREICHISCHE GIESSEREI-TAGUNG AM 27./28. APRIL 2023 IN SCHLADMING

Dipl. Ing. Christa Zengerer

Die 65. Österreichische Gießerei Tagung fand dieses Jahr in Schladming mit insgesamt 260 Teilnehmern und 20 Ausstellern aus dem In- und Ausland statt. Obwohl die Gießereibranche gegenwärtig vor einer Vielzahl an Herausforderungen steht, war die Stimmung unter den Teilnehmern durchwegs positiv.

Im Rahmen der Tagung wurden fachspezifische Themen der Gießereibranche behandelt. Zusätzlich dazu wurden auch die Herausforderungen und Chancen diskutiert, die sich der Branche stellen. Neben den aktuellen Herausforderungen wie hohe Energiekosten, zunehmender Fachkräfte- und Mitarbeitermangel, Umweltauflagen und Ressourcenknappheit eröffnen sich auch viele Möglichkeiten beispielsweise rund um das Thema KI, um Prozesse zu optimieren und Know-How zu erhalten.

In einem Punkt waren sich alle Teilnehmer der Gießerei Tagung einig: Guss Produkte sind in vielen Berei-

chen weit verbreitet und finden auch zukünftig vielfältige Anwendungsmöglichkeiten. Vom Hightech-Produkt bis zum einfachen Verbrauchsgut werden Gussteile als Komponenten in der Medizintechnik, in Haushaltsgeräten, der Energietechnik, im Maschinen- und Anlagenbau sowie in der Mobilitätsindustrie eingesetzt.

In der Medizintechnik werden Gussteile beispielsweise in Implantaten, Prothesen oder medizinischen Instrumenten eingesetzt. Die Gussteile müssen hier höchsten Qualitätsanforderungen genügen und müssen biokompatibel sein. Im Maschinen- und Anlagenbau werden Gussteile in Werkzeugmaschinen, Pumpen und Anlagenkomponenten verbaut. Auch im Bereich der Energietechnik sind Gussteile unverzichtbar. Sie werden beispielsweise in Windkraftanlagen oder Gasturbinen verwendet. In der Mobilitätsindustrie finden Gussteile in Motorblöcken, Getrieben und Radaufhängungen Verwendung. Selbst im Bereich der Elektromobilität gibt es eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten für Gusskomponenten. Vom Motorgehäuse über Batteriegehäuse, Lenkungs- und Bremskomponenten bieten Gussanwendungen in der Elektromobilität eine hervorragende Möglichkeit, leichte, aber dennoch robuste und widerstandsfähige Komponenten herzustellen, die den Anforderungen von Elektrofahrzeugen gerecht werden. Auch in der Luftfahrtindustrie sind Gussteile unverzichtbar, da sie aufgrund ihrer hohen Festigkeit und Leichtigkeit für die Konstruktion von Flugzeugteilen eingesetzt werden können.

Das Gießen als eines der ältesten Herstellverfahren ist ressourcenschonend und energieeffizient. Neben den vielseitigen Anwendungsbereichen bietet das Gießen auch die Möglichkeit, komplexe Bauteile herzustellen, die mit anderen Fertigungsmethoden nicht realisierbar wären.

Die Förderung von Innovationen in der Gießereindustrie ist von großer Bedeutung, um nachhaltige und effiziente Produkte und Lösungen zu entwickeln. In diesem Zusammenhang spielt die Österreichische Gießerei Tagung eine wichtige Rolle.





Durch den Austausch von Wissen und Erfahrungen können Teilnehmer gemeinsam neue Ideen entwickeln und Probleme lösen. Darüber hinaus bietet die Tagung eine hervorragende Gelegenheit, Kontakte zu knüpfen und Partnerschaften für Forschungs- und Entwicklungskooperationen aufzubauen.

Neben dem fachlichen Programm kam auch der gesellige Teil nicht zu kurz. Der gesellschaftliche Höhepunkt der Veranstaltung war der Gießer Abend auf der Knappenalm, den alle Teilnehmer in vollen Zügen genossen haben. Genossen hat diesen Abend auch Gerhard Schindelbacher, der nach 38 Jahren das ÖGI verlässt und dies auch am Gießer Abend entsprechend gefeiert hat. Wir möchten uns herzlich bei allen Vortragenden, Ausstellern und Teilnehmern für ihre Unterstützung und ihr Kommen bedanken. Ohne ihre Beiträge und ihr Engagement wäre die Tagung nicht möglich gewesen.

Besonderer Dank gilt der Steirischen Wirtschaftslandesrätin Barbara Eibinger-Miedl, die in ihren Schlussworten nicht nur die Leistungen der Gießereiindustrie gewürdigt hat, sondern auch die Verdienste von Gerhard Schindelbacher für seine langjährige Tätigkeit am ÖGI.

Wir hoffen, dass die Veranstaltung für alle Teilnehmer sowohl informativ als auch inspirierend war und freuen uns auf ein Wiedersehen auf der Gießerei Tagung 2024, die am 25./26. April in Salzburg stattfinden wird.



ERÖFFNUNGS- VORTRÄGE

**Steigende Kosten, neue
Produktanforderungen &
Fachkräftemangel – wie
künstliche Intelligenz
Gießereien hilft, diese
Herausforderungen zu
meistern und für die
Zukunft gewappnet zu sein**



**TOBIAS GUNDERMANN (V), Tvarit
GmbH, Frankfurt, D**

Die Gießerei-Industrie steht derzeit vor bislang einzigartigen Herausforderungen, die teilweise existenzbedrohend sind: Um die globale Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten und Investitionen in neue Produkte und Anlagen z. B. für die E-Mobilität tätigen zu können, müssen die Kosten drastisch gesenkt und gleichzeitig die Produktivität gesteigert werden.

Zudem muss der Energieverbrauch massiv reduziert werden, nicht nur im Hinblick auf die explodierenden Kosten, sondern auch aufgrund stetig steigender Emissionskosten. Diese Herausforderungen sind durchaus nicht neu. Neu ist, dass alles auf einmal und in einer hohen Geschwindigkeit auftritt.

Um diese Herausforderungen mit den gewohnten bzw. erprobten Methoden zu meistern, werden sehr viele Experten benötigt. Diese Experten fehlen bereits jetzt in sehr vielen Bereichen. Verschlimmernd kommt hinzu, dass annähernd 30 Prozent des vorhandenen Experten-Wissens

in den nächsten 15 Jahren unwiderprüflich verloren gehen wird, wenn knapp 13 Millionen „Babyboomer“ in Rente gehen. Darüber hinaus verzeichnet die Industrie Jahr für Jahr sinkende Nachwuchskräfte und Auszubildende.

Die Frage ist daher:

Gibt es eine technologische Lösung, um das extreme Spannungsverhältnis nicht nur schnell, sondern auch nachhaltig für die Zukunft aufzulösen?

Ist dies der Fall, wie genau sieht diese Lösung aus und inwiefern greift diese Technologie auch bei einem solch komplexen, überaus schwer beherrschbaren, physikalischen Prozess wie dem Metallguss?

**Ihr Weg zur GießereiAI -
Überblick, Empfehlungen
und Anwendungsbeispiele
der Künstlichen Intelligenz**



**OLIVER PIMAS (V), Know-Center
GmbH, Research Center for
Data-Driven Business & Big Data
Analytics, Graz, A**

Spätestens seit Chat-GPT ist das Interesse an Künstlicher Intelligenz (KI) auf einem neuen Hoch.

Solche, auf eine riesige Anzahl von Benutzern ausgerichtete Anwendungsfälle werden in vielen Unternehmen eingesetzt.

Weitaus schwieriger ist es jedoch, KI gewinnbringend für eigene, individuelle Problemstellungen einzusetzen. Häufige Faktoren sind ein zu

hoher initialer Aufwand, schlechte Erfahrungen aus vergangenen Projekten, die Skepsis der Mitarbeiter oder ein nicht darstellbarer ROI aufgrund mangelnder Skalierungseffekte.

Doch gerade im Umfeld der Produktion gibt es zahlreiche Einsatzgebiete und entsprechende Beispiele.

Im Vortrag geht es um typische Anwendungsgebiete von KI, die Identifikation und Bewertung von Use Cases, Best Practices bei der Umsetzung von KI-Projekten, Beispiele aus der Praxis und aktuelle Trends aus der Forschung.

**Aktuelle Situation auf den
Energiemärkten**



**MARTIN GRAF (V), Energie
Steiermark A**

Die Energiemangellage im „Multikrisenjahr“ 2022 wurde durch wesentliche Schlüsselereignisse verursacht:

- 1) Rückgang von russischem Pipeline-Erdgas,
- 2) Importstopp russischer Kohle,
- 3) Auswirkungen der Trockenheit auf die Wasserführung und damit auf die Stromerzeugung aus Wasser-, Kern- und Kohlekraftwerken sowie
- 4) Nichtverfügbarkeiten von (französischen) Kernkraftwerken. Eine mögliche Energiemangellage im Winter 2022 konnte durch günstige Witterungsverhältnisse und Energiesparmaßnahmen sowie Energieeffizienzmaßnahmen verhindert werden.

Der Post-Covid Konjunkturaufschwung und die Angebotsver-

knappung von Energie resultierten im Laufe des Jahres 2022 in hohen Strompreisen und einer ausgeprägten Preisvolatilität auf den Kurzfristmärkten für Strom und Gas. Preisspitzen traten insbesondere nach dem Kriegsausbruch in der Ukraine im Februar 2022, nach Kürzungen der Gaslieferungen über die Nordstream-Pipeline sowie nach dem endgültigen Ausfall der Nordstream-Verbindung auf. Im August 2022 erreichten die Preise mit mehr als 300 €/MWh auf den kurzfristigen Gasmärkten und einem Spotpreis von rund 700 €/MWh bei Strom historische Höhen. Nach dieser Phase hoher (Preis-)Unsicherheit führten Nachfragerückgänge, die zunehmende Diversifizierung beim Gaseinkauf sowie die milde Witterung zu einer Beruhigung der europäischen Energiemärkte im 4. Quartal 2022.

Auch im ersten Halbjahr 2023 setzt sich dieser Rückgang der Notierungen an den Energiebörsen auf einem hohen Preisniveau bis dato fort. Die hohen Speicherstände, die aufgrund der milden Witterung im Winter 2022/23 zu verzeichnen sind und Einsparungen bzw. Effizienzmaßnahmen in der Industrie erklären diese Preisrückgänge zu einem wesentlichen Teil. Österreichs Erdgasspeicher waren am 16.04.2023 sohin zu rd. 2/3 gefüllt.

Seit Beginn des Russlands Ukraine Konflikts hat die Europäische Union (EU) große Teile der Gasversorgung diversifiziert. Russisches Pipeline-Erdgas wurde zu einem Großteil mit (teurem) LNG und Importen aus Norwegen substituiert. Jedoch haben nicht alle europäischen Staaten ihre Abhängigkeit von russischem Pipeline-Erdgas gleichermaßen verringert. Ein West-Ost Unterschied ist erkennbar, wobei der Westen kaum und der Osten nach wie vor stärker von russischem Pipeline-Erdgas abhängig ist. Als Ergebnis reduzierter Gasflüsse aus Russland verändert sich auch die Rolle Österreichs als Gas-Drehscheibe in Zentral- und Mitteleuropa.

Das Energiesystem im beschleunigten Wandel

Die Transformation des Energiesystems muss im Spannungsfeld Ver-

sorgungssicherheit, Leistbarkeit und Nachhaltigkeit gelingen. Gemäß REPowerEU und europäischer Klimaziele soll der Anteil von Strom aus Erneuerbaren im Energiesystem der Europäischen Union (EU) bis 2030 auf 70% steigen. Für Wind- und PV-Strom bedeutet dieses Ziel einen durchschnittlichen jährlichen Zubau an 36 GW Wind und 48 GW PV. Folglich ist eine deutliche Beschleunigung des Ausbaus Erneuerbarer Energien zur Erreichung der Klima- und Energieziele notwendig. 2022 betrug der Anteil von Wind- und Sonnenenergie an der Stromerzeugung in der EU rd. 22% und überholte damit zum ersten Mal Gas.

Es zeigt sich jedoch, dass Zielsetzungen und Realitäten Anfang 2023 noch weit auseinander liegen. Lediglich neun EU-Länder – darunter Österreich auf Platz drei mit 76,3% – konnten 2022 mehr als die Hälfte ihrer Stromerzeugung aus Erneuerbaren decken.

Im Einklang mit internationalen und europäischen Klima- und Energiezielen wird in Österreich die sukzessive Ökologisierung und Dekarbonisierung der heimischen Energieerzeugung angestrebt. Als Zwischenziel, bis zum politisch festgelegten Zieldatum der Klimaneutralität im Jahr 2040, wird der Ausbau der jährlichen, erneuerbaren Energieerzeugung um rd. 27 TWh zur bilanziellen Deckung des österreichischen Jahresstrombedarfs bis 2030 angestrebt. Um des Weiteren eine vollständige Dekarbonisierung der heimischen Volkswirtschaft zu erzielen, ist gemäß Stromstrategie 2040 von Österreichs Energie für eine notwendige Elektrifizierung der Industrie, des Verkehrs- und des Wärmesektors eine Verdoppelung der heimischen Stromproduktion auf rd. 140 TWh erforderlich. Hiermit einhergehend ist eine Verdreifachung der installierten Leistung, insbesondere bei PV, Wind- und z.T. Wasserkraft auf rd. 70 GW bis zum Jahr 2040 zu realisieren.

Gasförmige Energieträger blieben für das Energiesystem essenziell

Die Rolle des Primärenergieträgers Erdgas ist sowohl in der Industrie

als auch im Energiesystem weiterhin essenziell. Österreichs jährlicher Primärenergiebedarf liegt bei rund 90 TWh (entspricht 22% des Gesamtenergieverbrauchs). Rund 80% entfallen auf die Industrie, das Gewerbe sowie den Einsatz von Kraftwerken (Stichwort Winterstromlücke). Einen wesentlichen Handlungsfeld bei der Dekarbonisierung ist der Einsatz von grünen Gasen (Wasserstoff, Biometan, synthetisches Methan). Gemäß österreichischer Wasserstoffstrategie soll bis 2030 1 GW Elektrolysekapazität aufgebaut und fossiler Wasserstoff in der energieintensiven Industrie im selben Zeitraum substituiert werden. Hierfür muss die Gasinfrastruktur ertüchtigt und gesetzliche Rahmenbedingungen geschaffen werden. Ein wesentlicher Treiber des Wasserstoff-Infrastrukturaufbaus auf europäischer Ebene ist der „Hydrogen Backbone“. Österreich könnte hier in Zukunft die Rolle einer Wasserstoff-Drehscheibe einnehmen.

Für die Weiterentwicklung der Energiemärkte bedarf es eines „zukunftsfiten“ Markt-Designs

Die Großhandelsmärkte haben auf die Verknappung des Energieangebots im Jahr 2022 mit Preisanstiegen reagiert. In Staaten, in denen es zu Mangellagen kam (z.B. Frankreich), konnte mittels europäischer Stromimporten ein Ausgleich erzielt werden. Damit haben Energiemärkte volkswirtschaftlich betrachtet ihre Koordination- und Allokationsfunktion erfüllt. Jedoch sind die Auswirkungen auf Endverbraucher:innen und makroökonomische Wirkungen der Preisanstiege wesentlich, weshalb das Thema Leistbarkeit in der Ausgestaltung des zukünftigen Markt-Designs behandelt werden muss. Ebenfalls wesentlich durch das Markt-Design beeinflusst, wird die Investitionstätigkeit von Unternehmen. Der Vorschlag der EU-Kommission zur Neugestaltung des Strommarkt-Designs enthält erste Überlegungen in den drei Schwerpunkten 1) Förderung von Investitionen in erneuerbare Energien, 2) Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der EU-Industrie, 3) besserer Schutz der Verbraucher in der EU und Stärkung ihrer Position.

Die wesentliche Frage nach der Finanzierbarkeit steuerbarer und grundlastfähiger Erzeugungseinheiten bei niedrigen Preisniveaus in einem 100% erneuerbaren Stromsystems wurde jedoch nicht direkt behandelt. Letzteres würde eine strukturelle Anpassung des Markt-Designs als mittel- bis langfristige Maßnahme erfordern.

Die deutsch-österreichische Strompreiszonentrennung ist ein gewichtiger Wirtschafts- und Standortnachteil

Wie weitreichend Eingriffe in das Strommarkt-Design sein können, lässt sich am Beispiel der deutsch-österreichische Gebotszonentrennung im Jahr 2018 erkennen, welche zu einem Wettbewerbs- und Standortnachteil für (energieintensive) Unternehmen, Zulieferbetriebe und Stromkund:innen in Höhe von rund 1,9 Mrd. € Mehrkosten im Jahr 2022 (Annahmen: Spread rd. 25€/MWh, 72,3 TWh Jahresstromverbrauch) führte.

Was brauchen wir also heute?

Um in Zukunft zu jeder Tages- und Nachtzeit sowie im Sommer als auch im Winter den Strombedarf weitestgehend durch heimische Erzeugungseinheiten decken zu können, sind signifikante Investitionen in die netzgebundene Energieinfrastruktur, leistungsfähige Speicherlösungen und technisch-digitale Lösungen zur Hebung von steuerbaren Flexibilität- und Effizienzpotentialen zu tätigen. Unser Weg in eine grüne Zukunft erfordert rasches, fokussiertes und pragmatisches Handeln und unterstützende Rahmenbedingungen, damit das Ziel der Klimaneutralität 2040 gelingen kann.

FACHVORTRÄGE EISENGUSS

Digitalisierung des gesamten Giesserei-Prozesses – Von der Strategie zur Anwendung

GEORG GEIER (V), Dirk Howe, Siempelkamp Giesserei GmbH, Krefeld, D

Die Gießereiindustrie in Europa wurde in den letzten Jahren von einer Reihe von Krisen und Rückschlägen geprägt. Drei zentrale Herausforderungen sind für die Branche existenziell:

Die Sicherung und Bezahlbarkeit der Energieversorgung bei gleichzeitiger Reduzierung der CO₂-Emissionen ist für die energieintensive Wirtschaft, zu der auch die Gießereiindustrie gehört, vor dem Hintergrund der Klimaschutzpläne der Europäischen Union und der Bemühungen der einzelnen nationalen Regierungen von größter Bedeutung.

Die Versorgung mit Ressourcen, wie Rohstoffen und Vormaterialien, wird angesichts zunehmender Handelskonflikte und angespannter Logistik herausfordernder und bleibt sicherlich ein zentrales Thema für die Branche.

Die Rekrutierung von Personal in allen Bereichen, von Ingenieuren bis hin zu angelernten Arbeitskräften, in einer zunehmend alternden Gesellschaft wird für die energieintensive Industrie immer mehr zu einer Herausforderung werden.

In dieser angespannten und komplexen Situation ist die Digitalisierung keine zusätzliche Belastung, sondern der Schlüssel, um Verbesserungen in allen genannten Punkten erreichen zu können. Somit ist die Digitalisierung ein wesentlicher Schlüssel für nachhaltiges Wirtschaften in der Gießereiindustrie der Zukunft.

Bevor jedoch mit der Umsetzung einer Digitalisierungsstrategie begonnen wird, muss für eine wertschöpfende, traditionelle „Old Economy“, wie die Gießerei, festgelegt werden, welche Ziele mit der Digitalisierung verfolgt werden sollen.

Am Beispiel der Siempelkamp Giesserei wird gezeigt, wie eine Digitalisierungsstrategie aufgesetzt werden und wie die digitale Transformation über die Wertschöpfungsprozesse und die Unternehmensebenen hinweg gelingen kann. Es werden die Besonderheiten der Handformgießerei herausgearbeitet und Lösungsmöglichkeiten aufgezeigt. Dabei wird die Umsetzung einer modernen Softwarearchitektur mit den Möglichkeiten der künstlichen Intelligenz am Beispiel des Schmelzbetriebs der Siempelkamp Giesserei konkret angesprochen. Dabei wurden die gesamte Ofentechnik, der Betrieb und die Regelkreise berücksichtigt. In Zusammenarbeit mit ABP Induction Systems und Zorc Technology wurde eine integrierte Lösung für den modernen Schmelzbetrieb geschaffen.

Die Weiterentwicklung der Gießprozesse mit der Implementierung neuer Regelkreise wird aufgezeigt. Weitere Entwicklungen in der Digitalisierungstechnik, Datensicherheit und deren Nutzen für die Gießerei werden ebenfalls diskutiert.

Anwendung neuer und disruptiver Technologien im schweren Stahlguss

JÖRG STEINER (V), Michael Krainz, voestalpine Giesserei Linz GmbH, Linz, A und voestalpine Giesserei Traisen GmbH & Co KG, Traisen, A

Die voestalpine Gießereigruppe hat sich mit der Produktion von hochwertigem Stahlguss sowie Nickelbasislegierungen an Standorten in Linz, Traisen & China weltweit einen Namen gemacht. Abhängig von Material und Design fertigt die Gruppe Gussteile von wenigen Kilogramm bis 200 Tonnen Stückgewicht. Diese Gussteile kommen vor allem in den Segmenten Power Generation, Öl & Gas/Offshore, Maschinenbau und Bahnsysteme zum Einsatz. Neue, innovative Technologien in der Produktion schonen Ressourcen und revolutionieren die Fertigung von komplexen

Gussteilen in kürzester Zeit. Eine dieser disruptiven Technologien ist der 3D-Sanddruck.

Am niederösterreichischen Standort Traisen stehen die modernsten 3D-Sanddruck-Anlagen Europas für die industrielle Fertigung von Stahlgusskomponenten. Die neue Technologie, die eine additive Fertigung anspruchsvoller Gussteile auf Basis von gedruckten Sandformen ermöglicht, spart Produktionszeit und ist umweltschonender als das bisherige Verfahren. Der bisherige Einsatz aufwändiger Holzmodelle ist nicht mehr notwendig. Damit können vor allem Formen für komplexe Gussteile wesentlich schneller und konturennaher gefertigt werden. Sowohl die Endbearbeitung im Haus als auch Arbeitsschritte beim Kunden – wie etwa Schweißungen – sind wesentlich kürzer oder entfallen. Zur Anwendung kommt der innovative Fertigungsprozess vor allem bei Gussteilen für die Energiebranche und den Bahnbereich. Zuletzt wurden auch erste Laufräder mit großen Durchmessern für Wasserturbinen hergestellt.

Als Resultat von weiteren innovativen Anstrengungen in Automatisierung und Digitalisierung betreibt die Gießerei Gruppe an beiden Standorten Roboterschweißanlagen für Fertigungsschweißungen, die nicht nur die Belegschaft entlasten, die Arbeitsbedingungen verbessern und höchste Qualitätsanforderungen erfüllen, sondern auch einen ressourcenschonenderen Produktionsprozess ermöglichen.

Rohstoffverfügbarkeit als Bremsklotz am Siegeswagen einer zukunftsorientierten Gießerei?

STEFAN GRIESSER (V), Sebastian Michelic, Robert Michelic, Robert Pierer, qoncept technology GmbH, Leoben, A

In einer Welt, in der sich die Schrottverfügbarkeit, -zusammensetzung und -preis, der Preis für elektrische

Energie und der Preis für CO₂-Zertifikate ständig ändern, ist eine dynamische Rohstoffplanung unabdingbar, um die OPEX unter Kontrolle zu halten. Die zunehmende Komplexität einer OPEX-Optimierung bringt manuelle Ansätze sehr schnell an ihre Grenzen und so ist weiterhin vermehrt die Schrottzusammensetzung oft das Hauptkriterium einer Rohstoffplanung.

In Gießereibetrieben, bei denen Induktionsöfen zum Schmelzen der Schrotte zum Einsatz kommt, gilt mangels metallurgischer Möglichkeiten meist der Phosphorgehalt der Rohstoffe als Kriterium. In Betrieben mit Elektrolichtbogenöfen ist dies hingegen meist der Kupfergehalt der Schrotte. Unabhängig von der Schmelztechnologie müssen Begleitelemente, die nicht durch Oxidation im Schmelzprozess entfernt werden können, mit primären Eisenquellen verdünnt werden.

Nur durch den gleichzeitigen Einsatz von Altschrott mit DRI/HBI und/oder sortenreinem Schrott können unerwünschte Elemente verdünnt und somit die Spezifikationsgrenzen der zu produzierenden Stahlsorten eingehalten werden.

In diesem Beitrag wird eine neue digitale Lösung beschrieben, die es Gießereien und Stahlherstellern ermöglicht, auf diese Herausforderungen zu reagieren und erhebliche Kosteneinsparungen zu erzielen. Der Einfluss unterschiedlicher Faktoren auf einen Schmelz- und Gießbetrieb wird anhand praktischer Beispiele aus der Industrie dargestellt.

Entsandung mittels hydraulischen Schlagwerken und automatisiertes Gussputzen von Losgröße 1 bis zur Serienfertigung

NORMAN PRÄKELT (V), Daniel Pillinger, Fill GmbH, Gurten, A

Entsandung mittels hydraulischen Schlagwerken
Funktionsbeschreibung hydraulische Hammertechnologie

Vergleich Frequenz und Schlagenergie pneumatische zu hydraulische Entkernhämmer

Automatisiertes Gussputzen von Losgröße 1 bis zur Serienfertigung
Erläuterung FILL GRIND PERFORMER sowie dessen Grundpfeiler
Werkzeugkonzepte
Herausforderungen Gussputzen bei Großbauteilen und Losgröße 1

CO₂-Minimierung bei der Stahlerzeugung – Status, Herausforderungen und Lösungsansätze

AXEL SORMANN (V), K1-MET GmbH, Leoben, A

Klimawandel – Rolle der großteils vom Menschen verursachten CO₂-Emissionen; Status der Stahlproduktion in Österreich, Europa und weltweit; Stahlerzeugungsrouten mit den relevanten CO₂-Emissionen; Vorgaben der Gesetzgeber zur CO₂-Minimierung; Technische Möglichkeiten zur Verminderung des CO₂-Ausstoßes bei der Stahlerzeugung (Smart Carbon Usage, Carbon Direct Avoidance, Circular Economy); Abgeschlossene, laufende und geplante Projekte zur CO₂-Minimierung bei der Stahlerzeugung; Thema Wasserstoff als Substitution für kohlenstoffhaltige Reduktionsmittel

Dekarbonisierung und Transformationspfade der Gießerei-Industrie

MANUEL BOSSE (V), BDG-Service GmbH, Düsseldorf, D

Wie und mit welchen Schritten muss sich die Gießerei-Industrie in Bezug auf die deutschen und europäischen Klimaziele verändern?

Im Rahmen des Projekts „Inno-Guss“ werden mögliche Transformationspfade für Gießereien entwickelt und die dafür relevanten technischen, wirtschaftlichen

und politischen Randbedingungen abgeleitet. Die Projektkoordination erfolgt durch den Bundesverband der Deutschen Gießerei-Industrie (BDG), unterstützt durch BDG-Service und das VDEh-Betriebsforschungsinstitut (BFI).

Gießereien nutzen üblicherweise fossile Energieträger wie Gießereikoks und Erdgas, u. a. für ihre Schmelz- und Wärmebehandlungsprozesse und Heizöl, Propangas sowie Diesel für Nebenprozesse und den innerbetrieblichen Transport.

Wie lassen sich die dadurch entstehenden CO₂-Emissionen zukünftig vermeiden?

Im ersten Schritt muss der Energiebedarf im Verhältnis zur Produktionsmenge durch Maßnahmen zur Verbesserung der Ressourcen- und Energieeffizienz gesenkt werden. Darauf aufbauend werden im Rahmen von „InnoGuss“ anhand von Modellgießereien u. a. die Potenziale von Biomasse, Biomethan und Wasserstoff sowie Elektrifizierung und Abscheidung, Transport und anschließende unterirdische Speicherung oder Nutzung von Kohlenstoff skizziert.

Planung ist mehr als nur Arbeitsvorbereitung

RALF GERKE-CANTOW (V), Urs Brandenberger, Visiometra GmbH, Schmallenberg, D

Aufgrund der großen Vielfalt an Form- und Gießverfahren, der großen Bandbreite an Gusslegierungen und der nahezu unbegrenzten Möglichkeiten der Teilegestaltung kann es keine einheitliche Geometrie geben, die eine gute Gießbarkeit gewährleistet. Die Visiometra Software unterstützt Ingenieure und Gießer dabei, mit geringem Aufwand das Layout eines Gießsystems zu planen und eine gießgerechte Geometrie speziell für das vom Kunden gewünschte Teil zu entwerfen.

Der Visiometra-Ansatz zur Auslegung eines zielgerichteten und robusten Gusskonzeptes basiert auf schnellen Gießbarkeitsanalysen

unter Verwendung des von Nikolas Chworinoff (1903 - 1987) etablierten Erstarrungsmoduls. Als völlig neues Element enthält die Software ein 3D-Skulptur-Toolkit. Mit dieser neuen Funktion kann die Geometrie des Gussteils in direkter Interaktion mit dem Bauteilkonstrukteur verändert und im Hinblick auf die Eignung der Bauteilform für eine gelenkte Erstarrung validiert werden. Darüber hinaus ist es möglich, die auf das Modulfeld wirkenden Kühl-, Isolier- und exothermen Formeffekte zu berechnen. Mit dem integrierten CAD-Editor können parametrisierte Anschnitt- und Speisungssysteme in direkter Interaktion mit dem Formen- und Werkzeugbau schnell entworfen werden. Erfahrene Anwender können mit der Programmiersprache Python auch kundenspezifische Funktionalitäten, wie z. B. automatisierte Aufgabenbearbeitung, integrieren.

FACHVORTRÄGE NICHT-EISENGUSS

Recyclinggusslegierung mit niedrigem CO₂ Fußabdruck für Sicherheitsbauteile

WERNER FRAGNER (V), AMAG Austria Metall AG, Ranshofen, A, René Böhme, Audi AG, Ingolstadt, D, Jens Knaack, AMAG casting GmbH, Ranshofen, A

Sicherheitskritische Aluminiumbauteile für Fahrwerksanwendungen wurden aufgrund der entsprechenden Anforderungen an Festigkeit und Dehnung bisher aus Primärlegierungen hergestellt.

AMAG und AUDI erarbeiteten eine Zusammensetzung für eine Aluminiumrecyclinglegierung, welche einen hohen Schrottanteil von mehr als 70 % erlaubt und gleichzeitig die bestehenden Materialanforderungen an derzeit im Einsatz befindliche Serienbauteile erfüllt.

Der Vortrag zeigt beispielhaft, was möglich ist, wenn die Toleranzgrenzen etablierter Werkstoffe hinter-

fragt und angepasst werden.

Es wird eine beispielhafte Lösung präsentiert, wie die Kombination von Leichtmetallguss & Blechbauteilen zu einem CO₂-optimierten Produkt sowohl in der Herstell- als auch in der Nutzungsphase führt.

Gießtechnische Ansätze zur Steigerung der Effizienz von Elektromotoren

JOSHUA BISSELS (V), Thomas Greß, Felix Jaruszewski, Pinter Guss GmbH, Deggendorf, D, Georg Fuchs (V), Constantin Bauer, Simon Kammerloher, Hannes Weiss, Wolfram Volk, Technische Universität München, Lehrstuhl für Umformtechnik und Gießereiwesen, Garching, D, Konrad Weiß, RWP GmbH, Roetgen, D

Bei der Betrachtung der Effizienz von Elektromotoren wurden bislang in der vorherrschenden Literatur vornehmlich Gussfehler und der Herstellungsprozess des Elektrolechs von Rotoren für den Asynchronmotor betrachtet. Ziel des Forschungsprojekts ist es die Lücke der Auswirkungen der Prozessparameter im Gießprozess von Rotoren zu schließen und einen energetisch verbesserten Asynchronmotor zu erarbeiten.

Als kritische Einflussgrößen auf das Elektrolech wurden das Aufschmelzen des Käfigs, Kurzschlüsse zwischen den Blechen, der Temperatureintrag sowie gießprozessbedingte Verformungen identifiziert.

Der Leiterkäfig hingegen kann durch Gussfehler wie Poren und Lunker sowie durch Verunreinigungen beeinflusst werden. Die Rotoren, welche im Falle einer gießtechnischen Herstellung meist im Druckguss gefertigt werden, sind starken mechanischen Belastungen ausgesetzt und weisen durch die erhöhte Turbulenz des Verfahrens häufig erhebliche Porencluster auf.

Um das Ziel einer laminaren Formfüllung und geringer mechanischer Belastungen zu erreichen, kom-

men für das Gießen von Testrotoren die Verfahren Schwerkraft- und Niederdruckguss zum Einsatz. Um die geringen Schmelzemengen kleiner Rotoren im Niederdruckgießverfahren darstellen zu können wurde am Lehrstuhl für Umformtechnik und Gießereiwesen der Technischen Universität München eine Niederdruckgießanlage entwickelt.

Mit dieser können Gießzeiten von weniger als 1 s bei einer Druckrate von mehr als 50 mbar/s dargestellt werden. Die Herausforderungen der geringen Schmelzemengen für den Schwerkraftguss wurden durch eine geschickte Auslegung der Gießtechnik erreicht.

Um die Einflussfaktoren der mechanischen und thermischen Belastung isoliert zu betrachten werden nun zudem Rotorbleche gezielt mechanisch belastet sowie weitere Blechstapel wärmebehandelt. Für die wärmebehandelten Bleche konnten in magnetischen Messungen verbesserte Eigenschaften festgestellt werden. Der zu erwartende Spannungseintrag durch den aufschumpfenden Kurzschlusskäfig durch die Gießparameter, Schmelztemperatur und Blechtemperatur wurde simulativ ermittelt.

Erste Versuchsabgüsse der Rotoren mit den Parametern für einen möglichst geringen Spannungseintrag zeigen entgegen den Erwartungen eine Verbesserung der magnetischen Eigenschaften.

Schmelztiegel im Fokus: Prozessoptimierung durch virtuelle Sensoren im Mg-Schmelzofenbau

PETER RAUCH (V), Florian Sipek, Rauch Furnace Technology GmbH, Gmunden, A

Zusammenspiel von umfangreicher Sensorik an Mg-Schmelzzellen mit virtuellen Sensoren, berechnet aus Fluidodynamik-Simulationen und thermischer Belastungs-Analyse zur planbaren Wartung und Vermeidung unvorhergesehener Stillstände durch prozesskritische Zellen-Komponenten.

ten. Eine Demonstration am Beispiel eines Mg-Schmelztiegels zeigt das Potential auch für andere Anlagenkomponenten wie beispielsweise Druckgussformen, Dosierpumpen, Druckgussmaschine etc.

Einfluss der Druckguss-Werkzeuge auf Leistung und Produktivität in Gießereien

GÜNTHER PRUNNER (V), voestalpine High Performance Metals International GmbH, Wien, A

- Trends & Herausforderungen (Gießerei-Sicht & Technische-Sicht)
 - ▶ Überblick über die globalen Entwicklungen im Druckguss
 - Fehlermechanismen bei Druckgussformen
 - ▶ Erkennen und richtiges Agieren/Reagieren auf diese Herausforderungen
 - ▶ Einfluss von Oberflächenfehler auf die Lebensdauer bei DG-Werkzeugen
 - Auswahl der RICHTIGEN Warmarbeitsstähle für den Druckguss
 - ▶ voestalpine Druckguss Ansatz
- Einsatz der RICHTIGEN Stähle optimiert mit dem RICHTIGEN Service!
- Neue Service-Innovationen für den Druckguss
 - ▶ Wärme- und Oberflächenbehandlung
 - ▶ PVD-Beschichtungen für den Druckguss
 - ▶ Engineered Products - das neue voestalpine Service für den Druckguss

Als Komplettanbieter, der die Kundensprache im Druckguss versteht und spricht, können wir mit der Kombination aus Werkstoff und Service einen großen Beitrag leisten, die Produktivität in Gießereien zu erhöhen!

Thermowechselbeständigkeit von innengekühlten Kernen für Druckgussanwendungen

PETER HOFER-HAUSER (V), Reinhold Gschwandtner, Österreichisches Gießerei-Institut, Leoben, A

In den letzten Jahren haben vor allem zwei Innovationen die Prozesstechnik im Druckguss vorangetrieben - das Minimalmengensprühen und der Einsatz von Formkomponenten aus 3D-Druck. Diese beiden Technologien erlauben es einerseits, die Thermowechselbelastung auf Druckgießwerkzeuge zu verringern, indem auf schroffe Oberflächenkühlung verzichtet wird, andererseits ein stabiles Temperaturfeld auf einem definierten Niveau einzustellen. Das bei Druckgusswerkzeugen häufig anzutreffende Fehlerbild von Oberflächen-Rissnetzwerken (Brandrisse) kann dadurch auf ein Minimum reduziert werden, zusätzlich kann durch die konturnahe Kühlung gezielt Wärme abgeführt und die Bauteilqualität vor allem lokal verbessert werden.

Dem steht allerdings der Umstand gegenüber, dass sich vor allem bei konturnah gekühlten Formen und Formeinsätzen Risse ausgehend von der Kühlbohrung bilden, die bis an die Formoberfläche reichen und zum Versagen des Werkzeuges oder der Werkzeugkomponente führen können.

Im Rahmen der vorgestellten Arbeit, wurde am ÖGI ein Prüfkonzept entwickelt, mit welchem die Beurteilung von innengekühlten Kernen für Druckgussanwendungen im Hinblick auf Formenmaterial, dessen Wärmebehandlungszustand und die Art der Kühlung (permanenter vs. zeitlich gesteuerter Durchfluss) ermöglicht wird.

Es wurden dabei Stahl- und Wolframkernstifte aus konventioneller und additiver Fertigung geprüft. Bei den Versuchen wurde der thermische Impact der Schmelze durch Tauchen der gekühlten Testkerne in ein Al-Bad simuliert, was zu einem den realen Verhältnissen sehr nahe-

kommen thermischen Verhalten führt.

Die thermische Wechselbelastung der Kerne wurde nach 20.000 Tauchzyklen durch zerstörende Prüfung ermittelt. Des Weiteren wurde durch begleitende Temperaturmessungen die numerische Simulation des thermomechanischen Verhaltens der geprüften Kerne validiert und entsprechende Hypothesen zur Belastungs- und Schädigungssituation aufgestellt. Die Ergebnisse der Versuchsserie sowie der Simulation werden vorgestellt.

Bewältigung neuer Herausforderungen im Druckguss durch innovative Peripheriegeräte

ANDREAS MERTZ (V), Torsten Usner, Stefan Jenal, Fondarex Europe GmbH, Dillingen Saar, D

In den letzten Jahren haben sich, nicht zuletzt durch den Wandel vom Verbrennungsmotor zur Elektro-Mobilität, neue Anwendungsgebiete für Druckgussteile ergeben. Schlagworte sind hier beispielsweise „autonomes Fahren“, „wassergekühlte E-Mobilitätskomponenten“, „Batteriekästen“, „Megacasting“, „Gigacasting“,...

Für die Druckgießer ergibt sich nun die Herausforderung, diese Teile kostengünstig und prozesssicher herzustellen. Gerade bei sicherheitskritischen Bauteilen besteht zusätzlich die Notwendigkeit der Dokumentation und Rückverfolgbarkeit der Fertigungsparameter. Darüber hinaus bildet erst eine umfassende und offene Bereitstellung der Fertigungsdaten je Zyklus die Basis zum Einsatz von KI-Systemen zur Prozessoptimierung.

Gerade vor dem Hintergrund des Mega-/Gigacastings stellt sich die Frage, ob die Zuhaltkraft der Druckgießmaschinen tatsächlich immer größer werden muss, oder ob sich die Qualitätsanforderungen z. B. auch mit geringen Drücken bzw. reduzierten Druckspitzen erfüllen lassen.

Betrachtet man die eigentliche Druckgießmaschine, so ist die Tech-

nik hier schon ziemlich ausgereift. In den nächsten Jahren sind hier keine dramatischen Technologiesprünge zu erwarten.

Ein vielversprechender Ansatz liegt darin, die in der Druckgießzelle vorhandenen Zusatzaggregate zu optimieren und datentechnisch vollständig einzubinden. Dies betrifft v. a. das Schmelzen/Warmhalten/Dosieren, die (konturnahe) Formtemperierung, das Vakuumsystem und das lokale Nachverdichten der Schmelze während der Erstarrung.

Der Vortrag stellt dazu einige innovative Lösungen vor, die sich natürlich nicht nur auf den Großguss beschränken, sondern auch bei kleineren Druckgießmaschinen umgesetzt werden können.

Optimierte Formtrennstoffe für neue Bauteile aus naturharten Legierungen

STEFFEN LINK (V), Geiger + Co. Schmierstoff-Chemie GmbH, Heilbronn, D

Aktuell sehen sich Aluminium-Druckgießereien mit großen Herausforderungen konfrontiert. Zum einen steigt durch den zunehmenden Umstieg auf die Elektromobilität die Nachfrage nach immer größeren und komplexeren Bauteilen, zum anderen erfordert die Energiekrise von den Gießereien deutliche Kosteneinsparungen, um im internationalen Wettbewerb konkurrenzfähig zu bleiben. Dazu kommen immer strengere Nachhaltigkeitskriterien, die entlang der Lieferketten eingehalten werden müssen.

Ein Weg, diesen Herausforderungen zu begegnen, ist der Wechsel von aushärtbaren Legierungen auf naturharte oder selbstaushärtende Legierungen. Dadurch scheint es möglich, auch sehr große Aluminium-Strukturteile mit deutlich geringeren Energiekosten und weniger Prozessschritten herzustellen. Hierbei darf jedoch nicht übersehen werden, dass der Wechsel der Legierung mitunter enorme Auswirkungen auf die weiteren Prozessschritte haben kann.

Durch den Verzicht auf das energieintensive Lösungsglügen werden bei naturharten Legierungen Rückstände von Betriebsstoffen wie z. B. dem Trennmittel nicht mehr während der Wärmebehandlung von den Gussteilen entfernt. Daher muss bei naturharten Legierungen noch viel mehr als bei aushärtbaren Legierungen auf eine ausreichende und prozesssichere Reinigung und Vorbehandlung der Strukturteile geachtet werden. Andernfalls drohen fatale Auswirkungen auf die KTL-Beschichtung und damit den Korrosionsschutz der Bauteile.

Als Trennstoff-Hersteller haben wir uns schon frühzeitig mit dieser Herausforderung auseinandergesetzt. Hierbei haben wir neue Formtrennstoffe entwickelt, die sowohl die gestiegenen technischen Anforderungen erfüllen und gleichzeitig mit den Folgeprozessen so gut wie möglich verträglich sind. Die Ansprüche an ein solches Trennmittel sind im Einzelnen:

- sehr gute Entformung bei eisenarmen und stark aufschumpfenden Legierungen, sowie bei stark verrippten Formen mit geringer Ausformschräge!
- sehr gute Schmierung bei überlangen Fließwegen: kein Verzug der Teile!
- sehr gute Abwaschbarkeit der Trennmittelrückstände mit umweltfreundlichen Reinigungsmitteln!
- keine negativen Einflüsse auf Korrosion und KTL-Beschichtbarkeit!

Unsere Formtrennstoffe für Strukturteile aus naturharten und selbstaushärtenden Legierungen haben sich bereits vielfach in der Praxis bewährt, sowohl bei herkömmlichen Strukturteilen als auch bei Neuprojekten auf sogenannten Gigacasting-Maschinen.

PLENAR-VORTRÄGE

Schwerkraftgießen mit Druckunterstützung

KONRAD WEISS (V), RWP Gesellschaft beratender Ingenieure für Berechnung und rechnergestützte Simulation mbH, Roetgen, D, Peter Stolfig, Leichtbaukompetenzzentrum Eichelhardt, Eichelhardt, D, Christoph Schendera, EFM-Europäische Forschungsgemeinschaft Magnesium e. V., Aalen, D

Teile mit Anforderungen an Oberfläche, Dichte und mechanische Eigenschaften in komplexen Formen sind schwierig zu gießen. Entweder steht die Festigkeit im Vordergrund, d. h. die Gussauslegung (Anschnitt- und Speisersystem) oder die Oberflächenbeschaffenheit und die mechanischen Eigenschaften bestimmen die Gießbedingungen. Das neue Gießverfahren versucht die vom Kunden gestellten Anforderungen zu vereinen. Dieses Verfahren bringt die Vorteile der laminaren Füllung zusammen mit dem lokalen Druck, um das Volumendefizit zu kompensieren. Die mechanischen Eigenschaften sind normalerweise höher, weil die Erstarrungsgeschwindigkeit schneller ist. Lange Erstarrungszeiten im Speisungsbereich werden vermieden.

Die Gestaltung des Speisers und des Anschnittsystems erfolgt im Prinzip wie beim normalen Sandguss. Der Unterschied besteht in der Anordnung und Position des Speisers. Das Anschnittsystem muss die Regeln für eine schnelle und reibungslose Befüllung der Form erfüllen. Neben der Füllung, die im Vorfeld mit WinCast® simuliert wird, werden auch die Volumendefekte mit dem Simulationstool WinCast® ermittelt.

Die Besonderheit liegt nun z. B. in der Oberform, die teilweise oder ganz bewegt werden kann, um das lokale Volumendefizit auszugleichen und dichte Bauteile zu erreichen. Die Umsetzung erfolgt auf einer hydraulischen Presse für Gussteile mit Wandstärken in Al ~ 1,2 mm, in Mg ~

0,8 mm. Die erforderlichen Temperaturen und Zeiten werden berechnet und an der Gießmaschine angewendet. Die ersten Gussteile, Motorradgehäuse (250 x 300 x 80 mm), wurden mit Röntgen untersucht, um auch kleine Fehler zu finden. Bei den Tests konnten keine Mängel festgestellt werden.

Die Größe des Gussteils kann 400 x 600 x 300 mm betragen. Die äußere Oberfläche des Gussteils ist wie ein Sandguss (Wunsch des Kunden), die innere Oberfläche ist vergleichbar mit Teilen vom Druckguss.

Dieses Verfahren erfordert geringe Investitionen und kann für kleine und mittlere Stückzahlen (max. 100.000 Stück/Jahr) verwendet werden und benötigt eine Zykluszeit von ca. 2 Minuten. Die Gussteile, die mit der neuen Technik hergestellt werden, sind dünnwandig und erfüllen die spezifischen Anforderungen, die normalerweise mit dem Druckguss-Verfahren erreicht werden können. Um die erforderlichen Eigenschaften zu erreichen, kann eine Vielzahl von Variationen eingesetzt werden. Die Unter- und/oder Oberform oder beides kann mit einem Stahlpressstempel ausgeführt werden, oder man kann eine Kombination aus einer Sandform und einem Pressstempel verwenden, oder sogar alle Werkzeuge sind aus Metall oder Sand.

Erfahrungen mit thermisch härtendem anorganischen Formstoffbindersystem

HARTMUT POLZIN (V), Theo Kooyers, Peak Deutschland GmbH, Nossen, D

Berichtet ein bereits auf früheren Veranstaltungen vorgestelltes wärmelufthärtendes anorganisches Kernherstellungsverfahren, welches ohne ein aktiv beheiztes Kernherstellungswerkzeug arbeitet.

Mit diesem System wurden in der letzten Zeit eine ganze Reihe von positiven Erfahrungen gemacht.

Die Eigenschaften von mit dem Bindersystem hergestellten Formstoffmischungen werden dargestellt,

beispielsweise die erreichbaren Festigkeiten unter unterschiedlichen Verfestigungsbedingungen oder die Restfestigkeiten nach dem Abguss der Gussteile.

Da das System insbesondere für den Bereich der im Eisen- bzw. Stahlguss tätigen Kundengießereien entwickelt wurde, werden Kernbeispiele sowohl aus dem Eisen- als auch aus dem Nichteisengussbereich gezeigt.

Obwohl das Bindersystem ursprünglich für eine Aushärtung des Formstoffs mit etwa 160°C heißer Luft entwickelt wurde, kann das System auch ohne weiteres mit ggf. vorhandenen beheizten Stahlkernkästen eingesetzt werden.

Gaia-X – Chancen und Potenziale von Data Sharing

ROLAND SOMMER (V), Verein Industrie 4.0 – die Plattform für intelligente Produktion, Wien, A

Ziel des Projektes Gaia-X ist es, dass Organisationen, Unternehmen sowie Nutzer:innen Daten effizient und ökonomisch verarbeiten und untereinander teilen können, aber dennoch weiterhin die Kontrolle über diese Daten behalten, nicht nur darüber, wo diese gespeichert werden, sondern auch darüber, wer diese Daten zu welchem Zweck nutzen darf. Data Sharing wird in den nächsten Jahren eine große Auswirkung auf die Gießereiindustrie haben, die zum einen aus Anforderungen von europäischen Regularien stammen und zum anderen Geschäftsmodelle verändern werden.

Studie „Guss 2035“ für den Bundesverband der Deutschen Gießerei-Industrie (BDG), Düsseldorf

KLAUS SCHMITZ-COHNEN (V),
Knight Wendling GmbH, Düsseldorf,
D, Stefan Mettler, Ingenieurbüro
Mettler, Krefeld, D

Angesichts sich mess- und wahrnehmbar verändernder Umweltbedingungen, ist auch die aktuelle Klimapolitik der Europäischen Union von diesen Mechanismen geprägt.

Das entsprechende Klimaschutzgesetz der EU und das damit einhergehende Paket „Fit for 55“ (vorgestellt am 14. Juli 2021, umfasst das Ziel, die Nettoemissionen bis 2030 um mindestens 55 % gegenüber 1990 zu senken), umfasst neue Richtlinien und Verordnungen die einerseits für die Industrie eine große Herausforderung darstellen, jedoch gleichzeitig auch umfangreiche Impulse beinhalten.

Die Transformation hin zur Treibhausgas-Neutralität, wird allein in Deutschland in den Sektoren Mobilität, Industrie, Energiewirtschaft, Agrarwirtschaft und Gebäude bis zum Jahr 2030 Investitionen von etwa 850 Mrd. Euro auslösen.

Der folgende Beitrag geht auf Aspekte des Klimaschutzgesetzes im Zusammenhang mit seiner Bedeutung für Gesellschaft und Industrie ebenso ein, wie die sich hieraus ableitenden Chancen für die Gießereiindustrie in Europa.

Die zukünftige Bedeutung der Gießereiindustrie im Hinblick auf den Circular Economy Action Plan der EU

RÜDIGER DEIKE (V), Universität
Duisburg-Essen, Institut für
Technologien der Metalle,
Lehrstuhl Metallurgie und
Umformtechnik, Duisburg-Essen, D

Waren die 17 Nachhaltigkeitsziele, die auf der UN-Vollversammlung 2015 beschlossen wurden, noch

als eine Vision formuliert wie eine bessere Welt mit mehr Wohlstand und weniger Ressourcenverbrauch erreicht werden kann, so befinden wir uns jetzt in einer Zeit, in der Teile dieser Vision beginnen Gesetz zu werden.

Mit dem Circular Economy Action Plan der EU rückt die Bedeutung der Nachhaltigkeit und die Entwicklung nachhaltiger Prozesse in den Fokus der europäischen Politik. Über allem steht das Ziel, globalen Wohlstand durch Wirtschaftswachstum zu generieren und dabei möglichst weniger energetische und nicht-energetische Rohstoffe zu verbrauchen.

Im Sinne einer umfassenden staatlichen Planung soll beschrieben, klassifiziert und gezielt gefördert werden, z. B. auch durch die Steuerung von Finanzströmen und Finanzierungsmodellen, was nachhaltig ist und was nicht. So wichtig und zukunftsweisend die Betonung der Nachhaltigkeit und die Förderungen entsprechender Wege dorthin auch sind, existieren unter Berücksichtigung bestimmter Entwicklungen in den letzten Jahren doch gewisse Bedenken, ob das, was in Verwaltungen politischer Institutionen und Unternehmen der Finanzindustrie relativ leicht beschrieben und dann beschlossen wird, auch immer unter realen Bedingungen technisch umsetzbar ist.

Denn auch eine Circular Economy hat naturwissenschaftliche und technische Grenzen, die unter dem Aspekt der Wirtschaftlichkeit schlichtweg zu akzeptieren sind.

Die Stahl-, Nicht-Eisen (NE)-Metall- und insbesondere die Gießerei-Industrie nutzen schon heute zu einem großen Anteil Rohstoffe in weitgehend geschlossenen Kreisläufen und zeichnen sich damit durch einen verantwortungsvollen Verbrauch von Rohstoffen in nachhaltigen Produktionsmodellen aus, wie sie gemäß dem Nachhaltigkeitsziel Nr. 12 gefordert werden.

In den nächsten 50 Jahren wird es die große Aufgabe auf der Welt sein, industrielle Prozesse zu entwickeln bzw. weiterzuentwickeln, in denen möglichst in weitgehend geschlossenen Rohstoffkreisläufen unter weniger Energieeinsatz gear-

beitet werden kann.

In den o. g. Industrien ist es infolge kontinuierlicher Werkstoffentwicklungen, die auch parallel in den Phasen stattfinden, in denen Produkte (z. B. Auto) genutzt werden, möglich, dass am Ende der Produktlebenszyklen, aus etwas Altem (nämlich Schrott) neue Produkte mit besseren Eigenschaften hergestellt werden können.

Damit praktiziert die Gießereiindustrie - allerdings in der öffentlichen Wahrnehmung wenig bekannt - seit Jahrzehnten in nachhaltigen Produktionsmodellen, was die EU für die Zukunft fordert.

Mit ressourcenschonenden Technologien und einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft den Wohlstand sichern

MAX KLOGER (V), Tiroler Rohre
GmbH, Hall in Tirol, A

Der Prozess des Gießens hat aufgrund ressourcenschonender Technologien und einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft viele Vorteile gegenüber anderen Herstellverfahren. Gussteile sind vielfältig in den unterschiedlichsten Lebensbereichen im Einsatz.

Die österreichische Gießerei-Industrie hat ein breites Gussteilspektrum und große Herausforderung in der Klimaneutralität (Green Deal).

DIE BERUFSGRUPPE DER GIESSEREIINDUSTRIE



EUROPEAN FOUNDRY INDUSTRY SENTIMENT, MARCH 2023: Different market signals

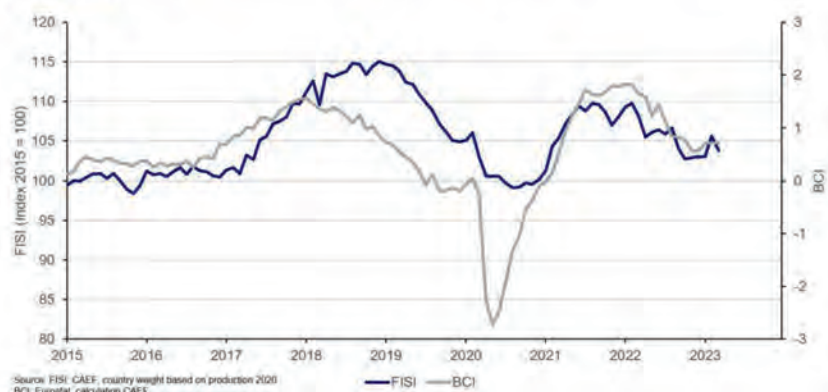
The European Foundry Industry Sentiment Indicator (FISI) records a decrease of 1.73 index points, bringing the index to a value of 105.9 points in March. This marks the first negative month to month development since October last year.

After the recently positive trend, the decline at the current edge is affecting all material groups. The assessment of the current business situation is under greater pressure than the expectations for the next six months. The most important customer industries of foundries partly show different market signals. While order backlogs in general engineering are still at a very high level, new orders have been declining noticeably for months. Meanwhile, in the automotive industry production is picking up from historically low volumes due to the easing of international supply chains.

The Business Climate Indicator (BCI) again holds its level in March. The decrease of 0.01 points brings the index to 0.70 points. Overall, the selling price expectations for the month ahead are decreasing in comparison to the previous month starting from a high level.

The FISI – European Foundry Industry Sentiment Indicator – is the earliest available composite indicator providing information on the European foundry industry performance.

**European Foundry Industry Sentiment Indicator (FISI) and Business Climate Indicator Euro Area (BCI)
March 2023**



It is published by CAEF the European Foundry Association every month and is based on survey responses of the European foundry industry. The CAEF members are asked to give their assessment of the current business situation in the foundry sector and their expectations for the next six months.

The BCI – Business Climate Indicator – is an indicator published by the European Commission. The BCI evaluates development conditions of the manufacturing sector in the euro area every month and uses five balances of opinion from industry survey: production trends, order books, export order books, stocks and production expectations.

Please find the chart enclosed or combined with additional information at www.caef.eu.

CAEF Contact:

Tillman van de Sand
Secretary Commission for Economics & Statistics
phone: +49 211 68 71 — 301
mail: tillman.vandesand@caef.eu

KONJUNKTURTEST METALLTECHNISCHE INDUSTRIE MAI 2023

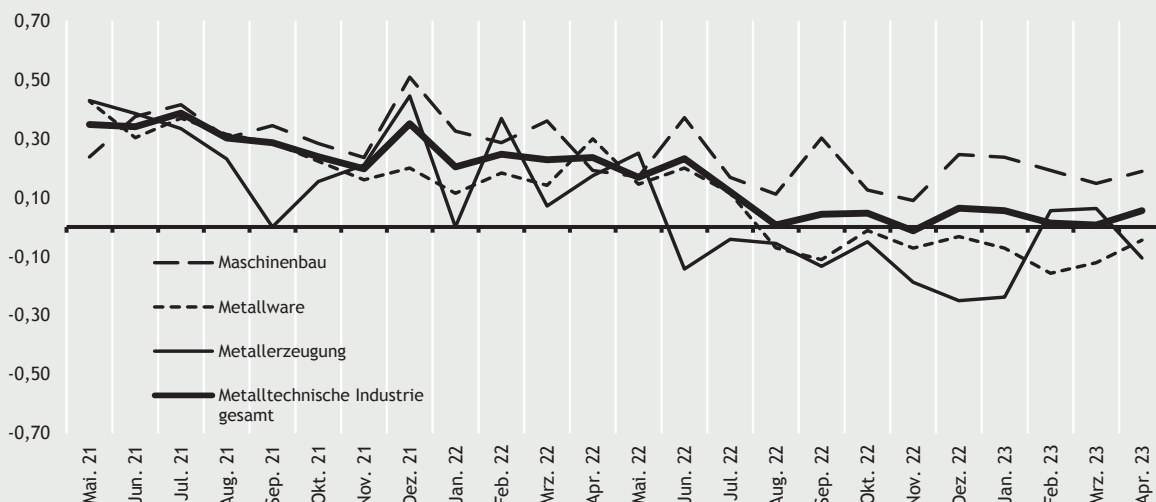
Konjunkturnews 05/2023: der Maschinenbau hält die Branche noch auf Kurs

Der Maschinenbau schreibt momentan seine eigene Geschichte – dort halten die hohen Auftragsbestände aus dem Vorjahr die Produktion weiter hoch. Generell zeigt sich die Industrienachfrage momentan sehr schwach, in der Metallwarenproduktion ist das schon deutlich spürbar.

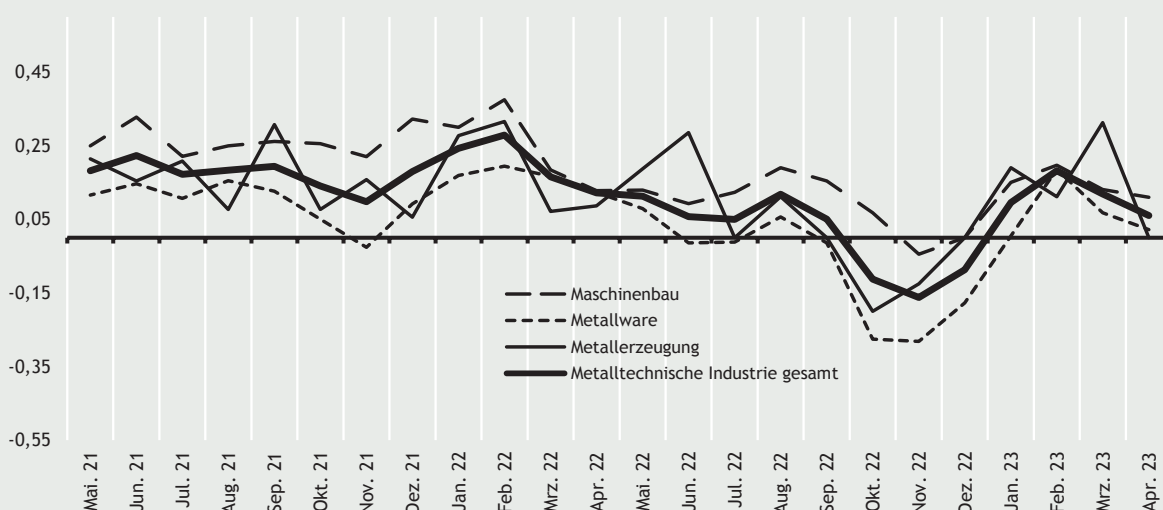
- Weiter steigende Produktion im Maschinenbau – aufgrund der hohen Auftragsbestände.
- In der Metallwarenindustrie herrscht schon seit Monaten Rezession.
- Die Produktionsaussichten für das laufende Quartal sind leicht positiv.

- Die Auftragsbestände gehen zurück, sind aber im Maschinenbau noch solide.
- Die Auslandsnachfrage geht deutlich zurück.
- Mittelfristig rechnen die Unternehmen mit einem leichten Rückgang.
- Die Nachfrage geht zurück – das zeigt die steigende Befüllung der Fertigwarenlager.
- Sinkende Produktionskosten sollten nun auch die Verkaufspreise der Metallerzeuger nach unten drücken.
- Das industrielle Umfeld in Österreich ist, laut dem Einkaufsmanagerindex der Bank Austria, sehr pessimistisch. Die Auftragslage ist düster.

Produktion der letzten drei Monate (gestiegen/gleich/gesunken)



Erwartung: Produktion in drei Monaten (steigen/gleich/sinken)



Quelle: Fachverband Metalltechnische Industrie

FIRMENNACHRICHTEN



**Geiger + Co. Schmierstoff-
Chemie GmbH**

OPTIMIERTE FORM- TRENNSTOFFE FÜR NEUE BAUTEILE AUS NATURHARTEN LEGIERUNGEN

Aktuell sehen sich Aluminium-Druckgießereien mit großen Herausforderungen konfrontiert. Zum einen steigt durch den zunehmenden Umstieg auf die Elektromobilität die Nachfrage nach immer größeren und komplexeren Bauteilen, zum anderen erfordert die Energiekrise von den Gießereien deutliche Kosteneinsparungen, um im internationalen Wettbewerb konkurrenzfähig zu bleiben. Dazu kommen immer strengere Nachhaltigkeitskriterien, die entlang der Lieferketten eingehalten werden müssen.

Ein Weg, diesen Herausforderungen zu begegnen, ist der Wechsel von aushärtbaren Legierungen auf naturharte oder selbstaushärtende Legierungen. Dadurch scheint es möglich, auch sehr große Aluminium-Strukturteile mit deutlich geringeren Energiekosten und weniger Prozessschritten herzustellen. Hierbei darf jedoch nicht übersehen werden, dass der Wechsel der Legierung mitunter enorme Auswirkungen auf die weiteren Prozessschritte haben kann. Durch den Verzicht auf das energieintensive Lösungsglühen werden bei

naturharten Legierungen Rückstände von Betriebsstoffen wie z. B. dem Trennmittel nicht mehr während der Wärmebehandlung von den Gussteilen entfernt. Daher muss bei naturharten Legierungen noch viel mehr als bei aushärtbaren Legierungen auf eine ausreichende und prozesssichere Reinigung und Vorbehandlung der Strukturteile geachtet werden. Andernfalls drohen fatale Auswirkungen auf die KTL-Beschichtung und damit den Korrosionsschutz der Bauteile.

Als Trennstoff-Hersteller haben wir uns schon frühzeitig mit dieser Herausforderung auseinandergesetzt. Hierbei haben wir neue Formtrennstoffe entwickelt, die sowohl die gestiegenen technischen Anforderungen erfüllen und gleichzeitig mit den Folgeprozessen so gut wie möglich verträglich sind. Die Ansprüche an ein solches Trennmittel sind im Einzelnen:

- sehr gute Entformung bei eisenarmen und stark aufschumpfenden

Legierungen, sowie bei stark verrippten Formen mit geringer Ausformschräge!

- sehr gute Schmierung bei überlangen Fließwegen: kein Verzug der Teile!
- sehr gute Abwaschbarkeit der Trennmittelrückstände mit umweltfreundlichen Reinigungsmitteln!
- keine negativen Einflüsse auf Korrosion und KTL-Beschichtbarkeit!

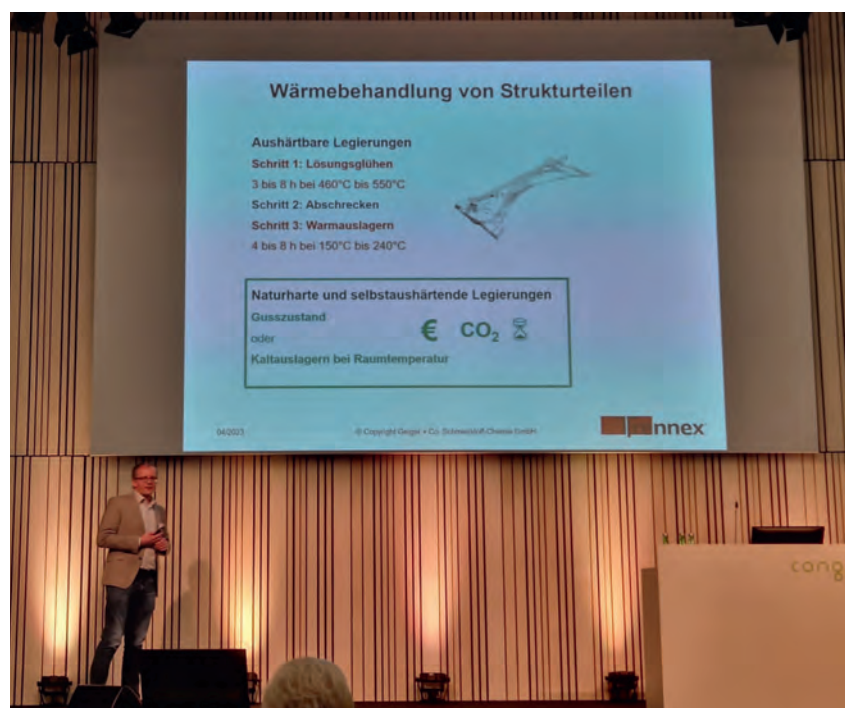
Unsere Formtrennstoffe für Strukturteile aus naturharten und selbstaushärtenden Legierungen haben sich bereits vielfach in der Praxis bewährt, sowohl bei herkömmlichen Strukturteilen als auch bei Neuprojekten auf sogenannten Gigacasting-Maschinen.

Quelle:

Geiger + Co.
Schmierstoff-Chemie GmbH

Kontakt:

info@trennex.de





Dynacast GmbH

CASTING THE FUTURE

Windenergie 4.0 – modulare Mowea Kleinwindkraftanlagen made by DYNACAST

Die Basis jedes MOWEA-Produktes ist eine standardisierte Hightech Mikrowindturbine.

Die Idee der Modularität basiert darauf, daß kleinere standardisierte Einzelturbinen kostengünstiger produziert und zudem kosteneffektiver transportiert und installiert werden können. Dies öffnet die Lösung, mehrere Mikrowindturbinen zu einem System zusammenzuschalten.



© Dynacast Europe 2023

Bernd Fröhlich, Business Development Manager bei Dynacast, begleitet dieses Projekt schon seit Dezember 2021.

Herr Fröhlich, wie sind wir dazu gekommen?

Mowea ist über unsere Internetseite zu uns gestoßen. Das Projekt war als Zukunftsthema sehr interessant. Ich habe mir einen Termin geben lassen, bin hingefahren und so nahm alles seinen Lauf.



Hartwig Hufnagl (Asfinag) und Robert Johnen (Mowea)

© Mowea 2023

Was waren die Herausforderungen?

Da waren einige. Eigentlich sind die zu gießenden Teile viel zu groß für unsere Maschinen. Auch die relativ geringe Stückzahl und die Tatsache, daß es sich beim Kunden um ein Startup Unternehmen handelt. Bei der Produktion selbst kam noch dazu, daß coronabedingt keine optimale Bauteilversorgung gegeben war (zum Beispiel Elektronik), beziehungsweise hatten wir erstmalig eine enorme Fertigungstiefe verwirklicht. Wir montieren über 100 Teile, davon die 6 Hauptteile aus Aluminium-Druckguss zu einer funktionsfähigen Turbine, inklusive elektronischen Tests und der Software Prüfung.

Das war auch ein Lernprozess von unserer Seite.

Wie lange hat es gedauert?

Von den ersten Emails bis zur fertigen Turbine waren es 9 Monate. Mittlerweile ist die erste Serie mit 1.000 Stück gefertigt. 16 davon sind zum Beispiel hier in Österreich dank ASFINAG auf der Europabrücke installiert.

Und nachfolgende Projekte?

Zuerst kommen Optimierungen der Software und Evaluierung der Betriebssicherheit. Nächste Schritte sieht man hier in der Kombination mit Solartechnik. Und natürlich neue Serien.



Dynacast Österreich befindet sich 50km südlich von Wien. Die Niederlassung produziert jährlich 140 Millionen Teile und verfügt über hochmoderne Warm- und Kaltkammermaschinen welche alle mit Robotern ausgestattet sind. Dynacast ist einer der führenden Hersteller von Aluminium-, Magnesium- und Zinkdruckgussteilen.

Quelle:

Dynacast Österreich

Kontakt:

Christian.Flich@dynacast.eu

FURTENBACH

Furtenbach GmbH

FURTENBACH – DIE GIFA STEHT GANZ IM ZEICHEN VON NACHHALTIG- KEIT

Auf der GIFA 2023 steht bei der Firma Furtenbach die Präsentation von neuen, innovativen und umweltschonenden Produkten im Mittelpunkt. Die Forschung und Entwicklung konzentriert sich bei Furtenbach auf nachhaltige und ressourcenschonende Produkte. Stets im Vordergrund sind dabei saubere Luft, der Klimaschutz und die Kreislaufwirtschaft sowohl bei unseren Produkten als auch bei den Prozessen in der Gießerei, wo unsere Produkte zum Einsatz kommen.

Unser Klima - Furanharze aus nachwachsenden Rohstoffen

Die präsentierten Furanharze sind aus bis zu 98 % aus nachwachsenden Rohstoffen gemacht.

Unsere neueste Generation zeichnet sich besonders aus durch:

- ▶ 0 % Stickstoff
- ▶ 0 % fr. Formaldehyd
- ▶ 0 % fr. Phenol
- ▶ aus nachwachsenden Rohstoffen
- ▶ auf Wunsch mit < 25 % freien Furfurylalkohol

Unsere Luft - Härter für Furansysteme mit extrem geringen Emissionen

Unser Entwicklungsteam hat eine Härterreihe zur Aushärtung der Furanharze als Alternative zu herkömmlichen PTS-Systemen entwickelt. Schon der Name Härter LE steht für Low Emissions.

- ▶ BTX frei
- ▶ Geruchsfrei
- ▶ schwefelreduziert
- ▶ zu 40 % aus biobasierten Rohstoffen



Szenen aus dem Entwicklungslabor © Furtenbach

Unser Leben - Schlichten hergestellt aus Wasser und Rohstoffen aus der Natur - schnelltrocknend

Im Produktbereich Schlichten zeigen wir auf der GIFA unsere neueste Entwicklung an Wasserschlachten als Ersatz für Alkoholschlachten. War es speziell bei größeren Gussstücken bisher fast unmöglich Alkoholschlachten durch Wasserschlachten zu ersetzen, da die Trocknung nicht nur energieintensiv sondern auf Grund der Größe schlicht unmöglich war, so ist es gelungen mit schnelltrocknenden Wasserschlachten diese Nachteile auszugleichen.

- ▶ schnelle Lufttrocknung
- ▶ Kein Abflammen notwendig
- ▶ Energiesparend
- ▶ Umweltfreundlich
- ▶ kein Gefahrgut

Unsere Innovationen - optimierte Cold-Box-Systeme und unser 3-D-Druck Sortiment

Zusätzlich zu den extrem umweltschonenden Cold-Box-Systemen frei von aromatischen Lösemitteln und

das sowohl in Teil 1 als auch in Teil 2 ist es gelungen ein optimal abgestimmtes Additiv zu entwickeln. Damit kann der teure und aufwendige Schlichteprozess stark reduziert oder in vielen Fällen komplett weggelassen werden. Diese Additivreihe zeichnet sich durch besonders innovative Eigenschaften aus:

- ▶ Anorganisch
- ▶ BTX-frei
- ▶ Blatttrippenreduzierend
- ▶ Ersetzt oder reduziert den Schlichteprozess

Schon seit Beginn des 3-Druckens von Kernen im Jahre 1998 - damals noch unter dem Namen Printdruckverfahren, beschäftigen wir uns mit der Entwicklung von hochwertigen Komponenten für den 3-D-Druck. Wir bieten unseren Kunden Maschinenhersteller unabhängige Komplettsysteme an. Auch bei 3-D-Druck-Materialien arbeiten wir an nachhaltigen, ressourcenschonenden Verfahren die bis heute weitgehend für dieses Verfahren unbekannt sind.

- ▶ 3-D-Druck Sande

- ▶ Spezialkeramiksande für 3-D Druck
- ▶ Phenolharzsysteme – kalt- und wärmehärtend
- ▶ Furanharzsysteme – auch mit adaptiven Eigenschaften für Stickstoff und Thermoeständigkeit, großteils aus nachwachsenden Rohstoffen
- ▶ Härterssysteme BTX-frei, schwefel- und emissionsreduziert

Gerne präsentieren wir Ihnen unsere Innovationen und neuen Produkte auf der GIFA 2023 in Düsseldorf. Wir freuen uns auf Ihren Besuch auf unserem Stand in Halle 12 - Stand B44.

Quelle:

Furtenbach GmbH

Kontakt:

g.eder@furtenbach.com



Szenen aus dem Entwicklungslabor © Furtenbach



HAGI GmbH

TAGUNGS- SCHWERPUNKT SCHLADMING: HERAUSFORDERUN- GEN ANNEHMEN UND FÜR DIE ZUKUNFT GERÜSTET SEIN.

HAGI GmbH empfiehlt neue Technologien zu nutzen und begleitet sie auf diesem digitalen Weg.

Explodierende Energiekosten, volatile Rohstoffpreise, steigende Zinsen, Personalknappheit und Lieferengpässe fordern die österreichische Wirtschaft. Was können Unterneh-



Erste erfolgreiche Metalldruckeranlageninbetriebnahme mit E-Plus-3D in Österreich © HagI GmbH

men jetzt tun, um alle diese Herausforderungen zu meistern.

Die „Energie spielt eine große Rolle in der Bewältigung der großen, multiplen Herausforderungen unserer Zeit: Kostenexplosion, Abhängigkeiten von Energieimporten und der Kampf gegen den Klimawandel, der immer deutlicher sicht- und spür-

bar wird. Ein wesentlicher Teil der Lösung ist die Suche nach Alternativen und neue Wege in den Gießereien einzuschlagen.

In der Tagung Schladming wurde skizziert, dass der Ausbau der Wasserkraft in Österreich nicht ausreichend vorangetrieben wird und dem Naturschutz zu viel Rücksicht entge-

gebracht wird und dass 9000 vergleichbare Kraftwerke erforderlich wären, um den zusätzlich notwendigen Energiebedarf zu decken. Ein zweites Beispiel zum Thema Energie-wende ist die Windkraft, die in Europa nur zu einem Bruchteil vorhanden ist.

Neue Technologien sind die Zukunft

Dies zeigt beispielsweise die Voest Alpine Gießerei Traisen in Kooperation mit Kocel Machinery Ltd im Sanddruck Center in Traisen. Kosteneinsparungspotentiale können in unerwarteter Größenordnung gehoben werden. Die Konkurrenzfähigkeit kann abgesichert werden und junge Facharbeiter können wieder für den anspruchsvollen Beruf begeistert werden. Ein weiteres Beispiel möchten wir die innovative Anwendung von LPBF (Laser 3 Druck) anführen, die im Bereich Druckgusswerkzeuge stark im Kommen sind. Dabei werden Einsätze mit konturnahen Kühlkanälen hergestellt, die die Taktzeit reduzieren und zugleich die Werkzeugstandzeit massiv erhöhen können.

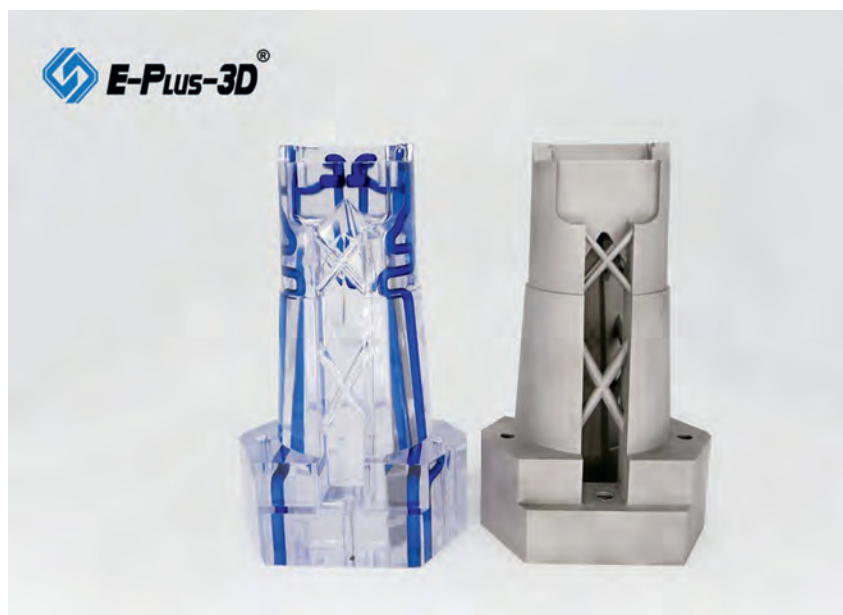
Die HAGI GmbH unterstützt mit vollem Einsatz jeden Gießer, der diesen Weg beschreitet.

Neue Wege in der Gießerei

Um in der Zukunft wettbewerbsfähig zu sein und zu bleiben, müssen sich Unternehmen kontinuierlich weiterentwickeln und auch den Mut haben ihre eigenen Innovationen voranzutreiben. Dies gelingt einerseits durch strategische Investitionen, aktuelle Technologien und gut ausgebildete Arbeitskräfte, die in einem gut funktionierendem Wertesystem arbeiten.

Daher müssen wir neue Wege in den Gießereien gehen.

Innovative Gießereien nutzen



Konturnahe Kühlungen – oft nur im 3D- Metalldruckverfahren wie hier von E-Plus-3D dargestellt, machbar © E-Plus-3D

wegweisende Techniken wie diejenige des 3D-Drucks und implementieren sie zeitnah in die eigene Produktion. Mit KI können die harte erarbeiteten Produktionsparameter in der Gießerei 4.0 dank moderner Anlagentechnik, verarbeitet werden. Das ist in einer Branche mit massivem Fachkräftemangel eine Notwendigkeit und wird darüber hinaus die Qualität heben.

Künstliche Intelligenz und 3D-Druck – die Lösung.

Neben dem 3D-Druck kann die Künstliche Intelligenz zweifellos als der zweite große Technologie-Hype unserer Zeit gelten.

In der 3D-Druck Branche, als auch in der Forschung hören wir immer wieder von neuen Anwendungen die KI in ihr Produkt oder ihre Dienstleistung integrieren. Die Beispiele reichen von der Automatisierung des kompletten 3D-Druck

Workflows bis zur Qualitätsvorhersage und dem Entwickeln neuer Werkstoffe.

Dass beide Technologien in der Zukunft eine große Rolle spielen werden, da sind wir uns sicher. Vor allem auch in industriellen Anwendungen werden AM Technologien und KI sich stark weiterentwickeln.

Wir können also erwarten, dass beide Technologien in Zukunft dazu genutzt werden, um die Fertigung effizienter zu gestalten, Innovationen schneller voranzutreiben und Unternehmen einen Wettbewerbsvorteil zu verschaffen.

Glück Auf!

Quelle:

HAGI GmbH

Kontakt:

www.hagi.at, office@hagi.at

LEKKERBEK

Lekkerbek Handels GmbH

SOUS-VIDE-TECHNOLOGIE VON LEKKERBEK – DIE LÖSUNG FÜR INDUSTRIEKÜCHEN

Vorteile Sous-vide für Gastronomie, Catering und Großküchen

Lekkerbek Handels GmbH in Wien bietet ihren Kunden praktische, flexible und gesunde Lösungen für Großküchen mit ihrer neuen hochmodernen industriellen Sous-Vide-Produktionsanlage in Sofia, Bulgarien. Die neue Produktionsanlage wurde unter den neuesten europäischen Kriterien errichtet auf einer Produktionsfläche auf 3.500 Quadratmetern und hat eine durchschnittliche tägliche Produktionskapazität von mehr als 25.000 kg an verschiedenen fertiggekokchten Lebensmitteln.

Das Unternehmen wurde im Jahre 1999 gegründet und verfügt über mehr als 20 Jahren Erfahrung in der Herstellung von gesunden und hochwertigen Lebensmitteln für die gewerbliche Gastronomie.

Durch die Sous Vide Kochtechnik bleiben Vitamine und Nährstoffe erhalten, was zu einer gesunden und ausgewogenen Ernährung beiträgt.

Die Sous-vide-Technologie ist eine Methode zur Zubereitung von Lebensmitteln, die in den letzten Jahren immer beliebter geworden ist. Bekannt aus der gehobenen Gastronomie entdecken immer mehr Gastronomieköche den Vorteil dieses Vakuumsgarens. Sous vide bedeutet wörtlich „ohne Luft“. Es ist eine Methode, Speisen und Lebensmittel langsam, über einen längeren Zeitraum bei niedriger Temperatur zu



garen, wodurch Vitamine und andere nützliche Inhaltsstoffe unverändert erhalten bleiben und ein besonderes Geschmackserlebnis entsteht.

Insbesondere in der Gastronomie und in der Lebensmittelindustrie findet die Sous-vide-Technologie zunehmend Anwendung.

Sie wird zur Herstellung von hochwertigen Gerichten in großen Mengen unter strikter Einhaltung der Rezepturen und damit gleicher Geschmackseigenschaften verwendet. Dabei werden die Lebensmittel in vakuumversiegelten Beuteln gegart, was zu einer optimalen Balance zwischen gesundheitlichen Eigenschaften, Geschmack und hygienischen Anforderungen bei der Zubereitung führt.

Durch die präzise Steuerung der Temperatur und der Garzeit wird das Ergebnis immer gleichmäßig und auf den Punkt gebracht. Ein weiterer Vorteil der Sous-vide-Technologie in der Lebensmittelindustrie ist die Möglichkeit, Gerichte vorzubereiten und als Einzelportionen zu verpacken. Dadurch lassen sich Gerichte auf Vorrat produzieren und bei Bedarf schnell und einfach serviert werden. Dies ist insbesondere für Kantinen und Catering-Unternehmen

Sous Vide Technologie senkt die Kosten und ist nachhaltig

Gesunde, geschmackvolle Ernährung und beste Qualität der Produkte spielt für Unternehmen eine zentrale

Rolle in der Verköstigung ihrer Mitarbeiter. Die Art der Herstellung von frisch zubereiteten Lebensmitteln geht dabei einher mit einer besonderen Verantwortung für die beste Produktqualität. Sous Vide Mahlzeiten sind frei von Konservierungsstoffen, werden gekühlt geliefert und sind bis zu mehr als 2 Monaten haltbar.

Die Kunden können sich darauf verlassen, dass die Produkte von Lekkerbek unter Einhaltung höchster Hygienestandards produziert und geliefert werden. So kann das Unternehmen seinen Kunden ein Höchstmaß an Sicherheit und Qualität gewährleisten. Dies spart Zeit für zusätzliches Kochen und verhindert eine weitere Lebensmittelverschwendung. Gleichzeitig gewährleistet diese Kochtechnik eine kontinuierliche Verfügbarkeit und einheitliche Quantität der Chargen. Die angebotenen Produkte sind eine erschwingliche und rentable Alternative mit genau definierten Gewichten, konstanter Qualität und Geschmack für den Fall unvorhergesehener Umstände.

Lekkerbek bietet ein System aus vorgefertigten Lösungen für die schnelle, effiziente, kostengünstige und qualitativ hochwertige tägliche Verpflegung einer großen Anzahl von Menschen. Beispielsweise wird ein Essen für über 400 Personen innerhalb von 40-60 Minuten mit Hilfe von zwei Personen in der Küche zubereitet.

Vorteile Sous-Vide-Garmethode Resümee:

1. Geringere Lebensmittelverschwendung und Lebensmittelabfällen: Durch die präzise Steuerung des Prozesses werden die Lebensmittel perfekt gegart, was zu einem höheren Grad an Erhalt von Nährstoffen und Aromen führt. Dies, zusammen mit der berechneten individuellen Portionsgröße, reduziert die Lebensmittelverschwendung.
2. Effizientere Arbeitsabläufe: Vorgefertigte und verpackte Speisen in Einzelportionen helfen, Abläufe in der Küche zu optimieren und Zeit

zu sparen.

3. Bessere Planbarkeit: Durch die Vorproduktion und Lagerung von Fertiggerichten können unsere Kunden ihren Bedarf genauer prognostizieren und ihre Ressourcen effizienter nutzen.
4. Kosteneinsparungen: Die Produktion dieser Art von Lebensmitteln in größeren Mengen führt zu niedrigeren Produktionskosten und damit zu niedrigeren Preisen.
5. Bessere Produktqualität: Die gleichmäßige Garung der Lebensmittel und Zubereitung von Speisen durch das Sous-Vide-Garverfahren führt zu höherer Qualität und besserem Geschmack.

Dadurch können wir unseren Kunden ein besseres Produkt anbieten und uns von der Konkurrenz abheben.

“The only thing I like better than talking about food is eating.”
– John Walters

Quelle:

Lekkerbek Handels GmbH

Kontakt:

Mag. Eugen Petrov
eugenpetrov@lekkerbek.co



MAGMA GmbH

GIFA 2023: „UNLOCKING YOUR POTENTIAL” – MIT MAGMA

Unternehmen profitieren mit MAGMA als Partner: Sie nutzen Gießprozess-Simulation effizient, speichern Wissen dauerhaft, kommunizieren Ergebnisse zielgerecht und gestalten Prozesse ökologischer und ökonomischer. Wie Unternehmen MAGMASOFT® gewinnbringend einsetzen – nachhaltig und partnerschaftlich – zeigt MAGMA in Halle 12 – Stand A19-A20.

Mit den Angeboten der MAGMA steigern Unternehmen ihre Wettbe-

werbsfähigkeit: Sie sichern ihr Know-How für eine erfolgreiche Zukunft. Sie identifizieren Fehler systematisch und finden die optimale Lösung, die sie mit MAGMASOFT® überprüft haben. Sie schaffen robuste Prozesse und vermeiden Ausschuss – produktionsbegleitend oder bereits in der Planung. Unternehmen produzieren dadurch erfolgreicher. MAGMA zeigt, wie.

MAGMA kennt die Probleme der Gießerei-Industrie: MAGMASOFT® ist das richtige Werkzeug, um alle Probleme zu lösen – mit der neuen Version 6.0 schneller als je zuvor. Damit sie MAGMASOFT® direkt und effizient nutzen können, begleitet MAGMA ihre Kunden: Sie integrieren MAGMASOFT® gemeinsam mit ihren Ansprechpartnern individuell abgestimmt und strukturiert in ihre Abläufe.

MAGMAs Ziel ist, ein verlässlicher und kompetenter Partner zu sein: MAGMASupport und MAGMAacademy begleiten Unternehmen kontinuierlich, sobald sie MAGMASOFT® einführen. Das weltweite Angebot der

MAGMAacademy bietet Schulungen und Workshops für Anwender und Seminare für Nutzer von Simulationsergebnissen. Wenden Unternehmen das MAGMA PRINZIP und MAGMASOFT® schließlich konsequent an, verbessern sie systematisch und unabhängig sämtliche Produktionsprozesse.

MAGMA ist überzeugt: Unternehmen verbessern ihre Wettbewerbsfähigkeit signifikant, wenn sie MAGMASOFT® erfolgreich in ihre Prozesse integriert haben. Die GIFA bietet Besuchern die Gelegenheit, sich mit MAGMA Experten auszutauschen. MAGMA freut sich darauf, Besucher zu begrüßen und ihnen die Vorzüge ihrer Produkte und Dienstleistungen zu präsentieren.

Quelle:

MAGMA GmbH

Kontakt:

info@magmasoft.de

kupfer_

Deutsches Kupferinstitut
Berufsverband e.V.

KUPFER-FOR- SCHUNG STÄRKEN: INNOVATIONS-PREIS KUPFER AUSGE- SCHRIEBEN

Bereits zum 18. Mal findet in diesem Jahr das Kupfer-Symposium des Kupferverbandes statt, das diesmal in Kooperation mit der Universität Jena durchgeführt wird. Im Rahmen der Werkstofftagung am 29. und 30. November wird auch wieder ein Förderpreis ausgeschrieben, für den noch bis zum 30. September Einreichungen entgegengenommen werden.

Erwartet werden beim des Studien-Wettbewerbs innovative Ideen zu Anwendungen, Verfahren, Fertigungsoptimierung o. ä. sowie Konzepte der anwendungsnahen Forschung mit Kupfer und Kupferlegierungen.

Interessenten können sich entweder einzeln mit entsprechenden Konzepten und Ideen beteiligen oder aber in Absprache mit dem betreuenden Dozenten in einer Gruppe von Studierenden oder einer Forschungsgruppe dem Wettbewerb stellen. Teilnehmer können auch von den Hochschulen und der Industrie vorgeschlagen werden, sofern sie die



Auf dem kommenden Kupfer-Symposium in Jena wird der Innovationspreis Kupfer übergeben. Bild: Pixabay

oben genannten Kriterien erfüllen. Eingereicht werden können auch Arbeiten, die bis zu drei Jahre zurückliegen.

Die Projekte werden von einer unabhängigen Jury aus der kupfer-verarbeitenden Industrie und Forschung bewertet.

Kupferverband fördert Forschung

Der Kupferverband als bedeutendste Wissensplattform für den Einsatz von Kupferlegierungen setzt sich im Rahmen der Initiative „Science goes Copper“ für den intensiven Austausch zwischen Forschung und Industrie zu allen Themen rund um Kupfer und seine Anwendungen ein.

Im Rahmen dieser Zielsetzung soll das Bewusstsein für die Bedeutung des Werkstoffes in Industrie und Forschung auch durch einen Studienwettbewerb gefördert werden. Der Innovationspreis ist mit 2.500 Euro dotiert und wird auf dem alle zwei

Jahre stattfindenden Kupfer-Symposiums verliehen.

Beim Förderpreis des Kupferverbandes handelt es sich um einen Studienwettbewerb. Teilnahmeberechtigt sind entsprechend alle Studenten, Doktoranden und wissenschaftliche Mitarbeiter aus den Fachbereichen der Ingenieur- und Naturwissenschaft aus Forschungsinstituten und dem industriellen Umfeld.

Weitere Informationen sind auf der Webseite des Kupferverbandes unter www.kupfer.de zu finden.

Quelle:

Deutsches Kupferinstitut Berufsverband e.V.

Kontakt:

Birgit Schmitz M.A.

Leitung Kommunikation & Marketing
birgit.schmitz@kupfer.de

VEREINSNACHRICHTEN

GENERALVERSAMMLUNG VON PROGUSS AUSTRIA

Im Rahmen der 65. Österreichischen Gießereitagung fand am 27. April des Jahres in Schladming die Generalversammlung des Proguss Austria statt.

Es kam zu einer Veränderung im Vorstand, Frau DI Christa Zengerer vom ÖGI wurde als Nachfolgerin von Herrn DI Gerhard Schindelbacher, der aus selbigen ausschied, einstimmig in den Vorstand gewählt.

Die Rechnungsprüfung wurde durchgeführt und angenommen. Beim Rechnungsabschluss wurde eine rote Null gehalten, der Abschluss 2022 und die Vorschau 2023 wurden genehmigt.

Auf Grund des ausgeglichenen Abschlusses wurde beschlossen, auch dieses Jahr die Mitgliedsbeiträge nicht zu erhöhen.

Die Erteilung der Entlastung für Vorstand, Geschäftsführer und Rechnungsprüfer wurde von der Generalversammlung einstimmig beschlossen.

Die nächste Hauptversammlung wird 2024 wieder im Rahmen der Gießereitagung stattfinden.

Und noch etwas Erfreuliches zum Schluss: der Mitgliederstand konnte 2022 auf Firmenebene gehalten werden, bei den persönlichen Mitgliedern kam es zu einer geringfügigen Steigerung.

Vielen Dank, dass Sie dem Proguss die Treue halten!

WIR GRATULIEREN ZUR LANGJÄHRIGEN MITGLIEDSCHAFT

15 Jahre	Dipl.-Ing. Martin Hadler
15 Jahre	Dipl.-Ing. Georg Einödhofer
15 Jahre	Dipl.-Ing. Jörg Christian Steiner
15 Jahre	Dipl.-Ing. Harald Tschennett
15 Jahre	Dipl.-Ing. Johann Hagenauer
15 Jahre	DI Dr.mont. Katharina Faerber
15 Jahre	Mag. Josef Stiegler
15 Jahre	DI Dr. Stefan Steinlechner
20 Jahre	Prof. Dr.-Ing. Gotthard Wolf
20 Jahre	DI Dr.mont. Manfred Hausberger
20 Jahre	Dipl.-Chem.Dr.rer.nat. Ingo Prass
20 Jahre	Dipl.-Ing. Max Kloger
20 Jahre	Ing. Alois Obermair
20 Jahre	Magnus Jundt
25 Jahre	Univ. Prof.Dr.-Ing. Andreas Bührig-Polaczek
25 Jahre	Dipl.-Ing. MBA Uwe Löcker
25 Jahre	Ing. Michael Völkel
30 Jahre	Dipl.-Ing. Reinhold Hanus
35 Jahre	Hofrat Dir. Dipl.-Ing. Dr.techn. Peter Israiloff
45 Jahre	Dipl.-Ing. Othmar Zimmermann
50 Jahre	Ing. Peter Kalkusch

WIR TRAUERN UM UNSER MITGLIED

Dr.-Ing. Wolfgang Schäfers († 2022)

Wir werden unserem verstorbenen Mitglied ein ehrendes Gedenken bewahren.



VERANSTALTUNGSKALENDER

Weiterbildung / Seminare / Tagungen / Kongresse / Messen

VERANSTALTUNGSPROGRAMM DER VDG-AKADEMIE

www.vdg-akademie.de

Der Verein Deutscher Gießereifachleute bietet in seiner VDG-Akademie 2023 folgende Weiterbildungsmöglichkeiten an:

2023

DATUM	ORT	THEMA
APRIL		
25.–26.04.	Düsseldorf	Seminar „Betriebswirtschaftliches Know-how für Gießereien“
27.4.		Webinar „Social Media Basics für Gießereien“
MAI		
25.–10.05.	Düsseldorf	Seminar „Betriebswirtschaftliches Know-how für Gießereien“
11.05.	Nußloch	Seminar „Aluminium-Bauteile gussgerecht konstruieren“
16.05.	Düsseldorf	Qualifizierungslehrgang „Eigenschaften und Schmelztechnik der Aluminium-Gusswerkstoffe“
23.–25.05	Düsseldorf	Seminar „Leichtmetall-Druckguss-Basiswissen für Gießereimitarbeiter“
JUNI		
05.–06.06.	Düsseldorf	Seminar „Werkstoffkunde der Gusseisenwerkstoffe“

21. VDG-ZUSATZSTUDIUM GIESSEREITECHNIK 2023/2024

Das VDG-Zusatzstudium wendet sich mit einem modular aufgebauten Studienangebot an Interessenten, die in der Gießerei-Industrie tätig sind oder sein wollen und vertieftes Wissen über die gießereitechnischen Prozesse erwerben möchten. So erhalten Führungskräfte eine höhere berufliche Kompetenz und Seiteneinsteiger solide Kenntnisse über gießereitechnische Problemstellungen. Es wird mit einer schriftlichen Prüfung, einer schriftlichen Ausarbeitung und einem Kolloquium abgeschlossen.

Das VDG-Zusatzstudium Gießereitechnik hat einen Umfang von 5 Wochen, die sich über ca. 1 Jahr auf 5 Module verteilen. Die Termine sind:

17.–21.07.23	Aachen	Grundmodul
04.–08.09.23	Aachen	Modul 1
29.01.–02.02.24	Aachen	Modul 2
18.–22.03.24	Bergakademie Freiberg	Modul 3
23.–27.09.24	TU Clausthal	Modul 4“
18.–22.11.24	VDV-Akademie Düsseldorf	Modul 5

Anmeldeschluss: 16.06. 2023

Ansprechpartner bei der VDG-Akademie:

Dipl.-Bibl. Dieter Mewes, Leiter. der VDG-Akademie, Tel.: +49 (0)211 6871 363, E-Mail: dieter.mewes@vdg-akademie.de

Die VDG-Akademie ist seit dem 4. September 2008 nach der Anerkennungs- und Zulassungsverordnung für die Weiterbildung (AZWV) zertifiziert.

Anschrift: VDG-Akademie, VDG-Verein Deutscher Gießereifachleute e.V, D-40549 Düsseldorf, Hansaallee 203

E-Mail: info@vdg-akademie.de, www.vdg-akademie.de

Änderungen von Inhalten, Terminen u. Veranstaltungsorten vorbehalten!

Weitere Informationen: www.vdg-akademie.de

VERANSTALTUNGSPROGRAMM DER MAGMAacademy 2023

www.magmaacademy.de

Profitieren Sie als Gussexperte oder Entscheider von der Teilnahme an unseren Seminaren. Wir geben Ihnen Tipps, wie Sie Simulationsergebnisse sinnvoll analysieren und gewinnbringend verwenden. Anschließend können Sie Ihre Entscheidungen und Investitionen sicher bewerten, Maßnahmen einleiten und Ihren Gießprozess noch robuster und effizienter auslegen.

Unsere prozessorientierten Seminare ermöglichen Ihnen eine intensive, persönliche Diskussion mit MAGMA-Experten und anderen Teilnehmenden über spezielle Themen. Dabei sprechen wir Kenntnisse zu bestimmten

Werkstoffen bzw. Fertigungsverfahren und Themen aus der gesamten Prozesskette an: von der Entwicklung und Bauteilkonstruktion bis zum eigentlichen Gießprozess. 2023 planen wir die unten aufgelisteten Seminare.

Profitieren Sie als Anwender und Anwenderin von MAGMASOFT® ebenfalls von unseren Angeboten:

Wir bieten Ihnen kontinuierliches Lernen auf höchstem Niveau mit Schulungen und Workshops verbunden mit der digitalen LERNWELT. Sie finden alle Termine online in unserem Veranstaltungskalender auf www.magmaacademy.de.

DATUM	ORT	THEMA
5.-6.9.	Aachen	Seminar Theoretische Grundlagen Strangguss

Weitere Details zu den Inhalten sowie den Teilnehmerkreis finden Sie auf unserer Webseite. Sie haben Fragen?

Wenden Sie sich gerne an unsere Ansprechpartnerin bei der MAGMAacademy:

Malaika Heidenreich, +49 241 88901 699

academy@magmasoft.de.

NATIONALE UND INTERNATIONALE VERANSTALTUNGEN 2023

DATUM	ORT	THEMA
08.-09.05.	Magdeburg	Gießtechnik im Motorenbau
09.-12.05.	Stuttgart	35. Control
31.05.-01.06.	Linz	ZEISS Solution Days 2023, ZEISS Quality Excellence Center Linz
12.-16.06.	Düsseldorf	GIFA Die internationalen Leitmesse der Metallurgie- und Gießereitechnik
12.-16.06.	Düsseldorf	Bright World of Metals 2023 (Leitmesse der Metallurgie- und Gießereitechnik)
13.06.-14.06.	Hannover	LightCon

Für diese Angaben übernimmt die Redaktion keine Gewähr!

BÜCHER & MEDIEN

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ UND DER SINN DES LEBENS



Von Richard David Precht

256 Seiten
Gebundenes Buch
20,90 €
ISBN: 978-3-442-31561-1
Verlag: Goldmann

Richard David Precht beschäftigt sich mit den wichtigsten Fragen rund um das Thema »Künstliche Intelligenz« – und bezieht dabei auch die tiefgreifenden gesellschaftlichen Ver-

änderungen durch die aktuelle Krise mit ein.

Während die drohende Klimakatastrophe und der enorme Ressourcenverbrauch der Menschheit den Planeten zerstört, machen sich Informatiker und Ingenieure daran, die Entwicklung einer Künstlichen Intelligenz voranzutreiben, die alles das können soll, was wir Menschen auch können – nur vielfach »optimierter«. Ausgehend von völlig falschen Annahmen soll den Maschinen sogar eine menschenähnliche Moral einprogrammiert werden. Richard David Precht macht uns eindringlich klar, dass das nicht möglich ist. Denn unser Leben besteht nicht aus der Abfolge vorausberechneter Schritte. Wir sind viel mehr als das.

EINSTIEG IN CHATGPT:

Künstliche Intelligenz verstehen und nutzen: Ein praktischer Ratgeber für Einsteiger



Von Rolf Jeger

132 Seiten
Taschenbuch
25,50 €
ISBN: 978-3-907442-01-2
Verlag: Tredition

Lernen Sie innert kürzester Zeit auf einfache Weise den Umgang mit ChatGPT. Mit vielen Tipps, Tricks & Hacks. Über 400 Praxisbe-

ispiele runden diesen Ratgeber ab. Das Buch bringt Ihnen alles bei, was Sie wissen müssen, um ChatGPT optimal zu nutzen. ChatGPT ist der Beginn einer grossen Revolution. Künstliche Intelligenz ist für jeden zugänglich und die Möglichkeiten sind unvorstellbar gross. Lernen Sie den Umgang mit ChatGPT und anderen künstlichen Intelligenzen noch heute. Dieses Buch ist Ihr einfacher Einstieg dazu.

DER GIESSEREI-PROGUSS-AUSTRIA NEWSLETTER

Das branchenspezifische Online-Portal ist ein perfektes Instrument, um Ihre Kommunikation zu vervollständigen und Ihren Kundenstamm zu vergrößern.

- ▶ Artikel / Berichte
- ▶ Produkt-Informationen
- ▶ Animationen / Illustrationen
- ▶ Videos
- ▶ Interviews
- ▶ Digitale Vernetzung mit Branchen, Institutionen und Unternehmen

Mit unseren Online-Werbelösungen können Sie bestehende Werbemaßnahmen Ihres Unternehmens enorm aufwerten und hervorheben.

Für Fragen steht Ihnen Frau Angerer unter angerer@proguss-austria.at zur Verfügung.

Hier kommuniziert die Gießereibranche.

austria
proguss

VORSCHAU GIESSEREI RUNDSCHAU 2023

Newsletter 02: Redaktionsschluss:
Fr. 30. Juni 2023
Erscheinung: Do. 06. Juli 2023

Ausgabe 03: Redaktionsschluss:
Fr. 22. September 2023
Erscheinung: ca. 10. Oktober 2023
Themenschwerpunkte:
Eisenguss, Formstoffe, Portorož

Newsletter 03: Redaktionsschluss:
Fr. 27. Oktober 2023
Erscheinung: Do. 02. November 2023

Ausgabe 04: Redaktionsschluss:
Mi. 15. November 2023
Erscheinung: ca. 12. Dezember 2023
Themenschwerpunkte:
Nichteisenguss, 3D, Ausbildung

Newsletter 04: Erscheint nach aktuellem Anlass!

Achtung, es kann noch zu
Änderungen/Abweichungen kommen!

IMPRESSUM

Herausgeber:

Proguss-Austria | Verein zur Förderung
der Interessen und des Images der
österreichischen Gießerei-, Anwender- und
Zulieferindustrie

A – 1045 Wien, Wiedner Hauptstraße 63,
PF 339

c/o Berufsgruppe Gießereiindustrie –
Fachverband metalltechnische Industrie,
Wien, sowie des Österreichischen
Gießerei-Institutes und des Lehrstuhles für
Gießereikunde an der Montanuniversität,
beide Leoben.

Geschäftsführer:

Dipl.-Ing. Adolf Kerbl, MSc
Tel. +43 (0) 5 90 900-3463
E-Mail: office@proguss-austria.at

Chefredaktion & Marketing

Mag. Dietburg Angerer
angerer@proguss-austria.at
Tel. +43 (0) 664 16 14 308

Design & Grafik:

Relation Affairs
Dieter Auracher, Dietburg Angerer
office@relation-affairs.com
www.relation-affairs.com

Mitgliederverwaltung:

Thomas Steiner
Proguss-Austria/Berufsgruppe
Gießereiindustrie
Tel. +43 (0) 5 90 900-3463
office@proguss-austria.at

Bankverbindung des Vereins:

IBAN: AT19 2011 1837 7497 8500
BIC: GIBAATWWXXX

Jahresabonnement:

Inland: EUR 61,00 Ausland: EUR 77,40

Das Abonnement ist jeweils einen Monat vor
Jahresende kündbar, sonst gilt die Bestellung
für das folgende Jahr weiter.

Erscheinungsweise: 4x jährlich

Auflage: 600–1000 Stück

Druck:

Gugler GmbH
Auf der Schön 2, 3390 Melk/Donau, Austria

Nachdruck nur mit Genehmigung des
Vereins gestattet. Unverlangt eingesandte
Manuskripte und Bilder werden nicht zurück-
geschickt. Angaben und Mitteilungen, welche
von Firmen stammen, unterliegen nicht der
Verantwortlichkeit der Redaktion.

Offenlegung nach § 25 Mediengesetz
siehe www.proguss-austria.at



PurePrint™ by gugler®
druckmann.at



UW-Nr. 609



print 4
climate®
klimapositiv
gedruckt



FSC
MIX
Papier
FSC® C005108

Core Competence. In a Software.

MAGMASOFT® 6.0

GIFA 12. - 16. Juni 2023
Düsseldorf
Halle 12
Stand A19 - A20



MAGMASOFT®
autonomous engineering