

Druckgiessen als Wegbereiter für die Karosserie von morgen.

In der Automobilindustrie bahnt sich eine Revolution an. Anstatt eine Vielzahl stanzgepresster Einzelstücke aus Stahl zusammenzufügen, ersetzen wenige Gussstücke aus Aluminium grosse Teile der Fahrzeugkarosserie. Das spart Gewicht und Kosten, und führt zu einer nachhaltigeren Gesamtbilanz des Fahrzeugs. Giessereien stellen dies jedoch vor völlig neue Herausforderungen. Mit einer durchgängig optimierten Druckgiesszelle lassen sich diese meistern.

Erhebliche Vorteile und neue Potenziale

Der Aluminium-Druckguss eröffnet völlig neue Möglichkeiten in der Produktion von Fahrzeugkarosserien. Der Prozess wird einfacher und schneller, denn Fügeprozesse wie Schweißen, Kleben oder Nieten entfallen. Fachleute rechnen ausserdem damit, dass bis zu 300 Roboter pro Produktionslinie entfallen können. Zusammengenommen werden so bis zu 30 Prozent weniger Produktionsfläche benötigt. Die aus einer Druckgussproduktion resultierenden Kosteneinsparungen sind erheblich, die Investitionskosten sinken.

Neben Zeit-, Platz- und Kostenvorteilen eröffnen sich überdies weitere attraktive Potenziale. Durch die Verwendung von Sekundäraluminium oder Primäraluminium, welches mit erneuerbaren Energien gewonnen wird, kann das Giessen nahezu CO₂-neutral

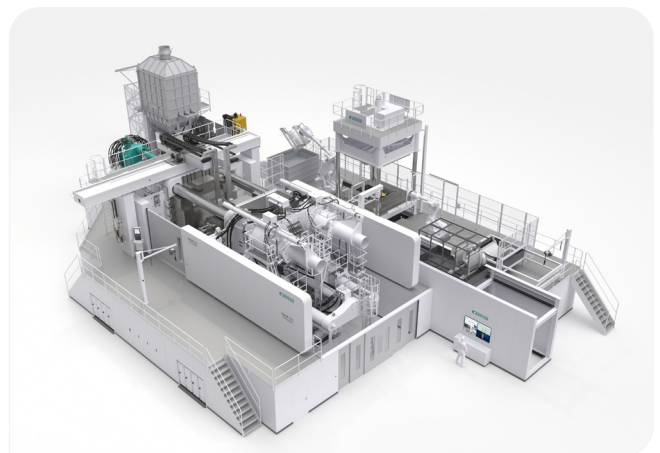
werden, was die Nachhaltigkeit des gesamten Fahrzeugs verbessert. Mit einer Druckgussproduktion lässt sich zudem eine reproduzierbar höhere Bauteilqualität erreichen, die Fügepräzision der Gesamtstruktur ist höher.

Bauteildesign als entscheidender Faktor

Mit einer für den Druckguss geeigneten Gestaltung der Bauteile wird bereits in der Planungsphase die Grundlage einer effizienten Produktion geschaffen. Kommt der Giessprozess mit weniger Druck und einer geringeren Füllgeschwindigkeit aus, so erhöht dies die Formstandzeit und senkt die Kosten pro Bauteil. Denn die Formkosten sind, gerade bei solch grossen Bauteilen wie einem Fahrzeughinterwagen, ein Kostentreiber. Unabhängig davon muss auch dem unvermeidlichen Verschleiss Beachtung geschenkt werden. Eine kluge Segmentierung der Form, beispielsweise mit Wechseleinsätzen an besonders beanspruchten Stellen,

Gesamtheitlich neuer Ansatz

Die Produktion immer grösserer Teile der Fahrzeugkarosserie im Druckguss lotet die bislang bekannten Grenzen neu aus. Vom Bauteildesign über die Legierungsauswahl, das Schmelzen, Dosieren, Temperieren, Sprühen, Giessen, Entnehmen, Kühlen, Entgraten, Markieren bis hin zum abschliessenden Handling der Teile müssen Prozesse neu dimensioniert und gesamtheitlich gedacht werden. Bühler Die Casting liefert deshalb nicht nur die passenden Druckgiessmaschinen, sondern führt Kunden weltweit zur für sie richtigen Lösung in der kompletten Druckgiesszelle und deren Integration in den gesamten Karosserierohbau.



Die Druckgiesszelle für den Karosseriebau ist gigantisch:
Das Bild zeigt die Grössenverhältnisse gegenüber einem Menschen.

ermöglicht einen gezielten, punktuellen Ersatz abgenutzter Formteile.

Auch mit selbstaushärtenden Legierungen, typischerweise AlSi7MnMg, AlMg4Fe2 oder ähnliche, können Kosten gespart werden. Damit erfüllen gegossene Bauteile die mechanischen Anforderungen bereits direkt nach dem Giessen, sodass eine zusätzliche Wärmebehandlung zur Gefügeverbesserung entfallen kann.

Metallzuführung in grossen Mengen

Wurde in einer traditionellen Giesserei bislang das flüssige Metall aus der Schmelzerei, die meist in einem benachbarten Gebäude untergebracht ist, mit dem Stapler angeliefert, so erfordern die neuen Dimensionen der Karosseriefertigung neue Wege. Ein Schussgewicht von 100 kg und Zykluszeiten von etwa zwei Minuten definieren einen Schmelzbedarf von rund drei Tonnen Metall pro Stunde. Das entspricht heutzutage dem stündlichem Bedarf einer mittleren Giesserei mit sieben oder acht Maschinen. Dies legt es nahe, den Schmelzofen in unmittelbarer Nähe zur Maschine zu platzieren und diesen bestmöglich in die Zelle zu integrieren. Mit einer solchen Anordnung kann auch das Rücklaufmaterial direkt in der Zelle eingeschmolzen werden. Damit werden Ressourcen geschont, denn die Transportwege für das Material werden so kurz als nur möglich gehalten.

Herausforderndes Temperieren der Form

Komplexe, grossformatige Geometrien stellen hohe Ansprüche an die Temperatursteuerung innerhalb der Form, denn nur mit exakt geregelten, reproduzierbaren Temperaturen lassen sich Teile von gleichbleibend hoher Qualität fertigen. Der «klassische» Weg, die Anzahl der Temperiergeräte je Formseite zu erhöhen, ist wenig praktikabel und wirtschaftlich kaum tragbar. Die von Bühler verwendete Mehrzonentemperierung reduziert hingegen den Aufwand an Heiz- und Kühlgeräten und damit die Komplexität der Steuerung. In Verbindung mit der Temperatur- und Durchflussüberwachung kann zudem die Energiemenge, welche pro Kreis aus der Form ausgetragen wird, ermittelt werden. So lässt sich ein Gleichgewicht einstellen, welches essenziell für einen konstanten, stabilen Giessprozess ist.

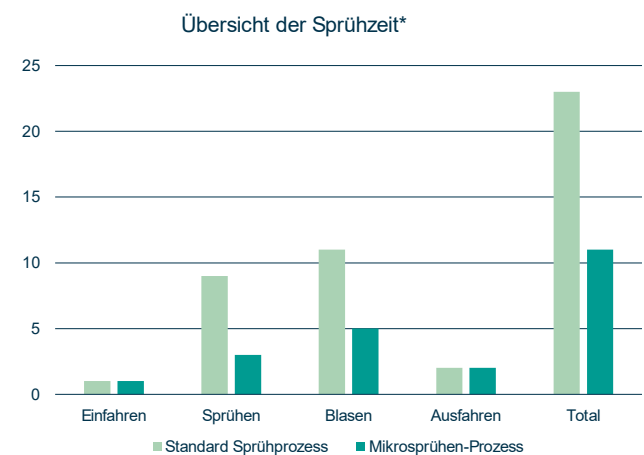
In enger Zusammenarbeit mit Formenbauern und den Spezialisten der Temperiergerätehersteller wird die für

die jeweilige Form ideale Anzahl von Temperierkreisen bestimmt und so die Anzahl benötigter Geräte minimiert. Schnellkupplungen zwischen Temperiergeräten und Form sorgen überdies dafür, die Formwechselzeit zu reduzieren.

Effizientes Sprühen

Das Sprühen hat einen grossen Einfluss auf die Zykluszeit. Grosse Werkzeuge, die langen Verfahrenwege der Sprüharme und auch der Öffnungshub der Maschine setzen voraus, dass man schon bei der Formgestaltung auf das thermische Gleichgewicht im formgebenden Prozess achtet. Je besser der Wärmehaushalt bereits über das Werkzeug und dessen Kühlkanäle geregelt ist, umso eher lässt sich mit Lösungen für ein gezieltes Mikrosprühen eine deutliche Zeitersparnis erzielen.

In Kombination mit einer optimierten, internen



Mikrosprühen reduziert die Sprühzeit und spart Sprühmittel, Druckluft und Wasser.

Werkzeugkühlung ist die Anwendung der Minimalsprühtechnik empfehlenswert. Da die Form nicht mehr durch den Sprühprozess gekühlt werden muss, reicht es, wenn nur eine dünne Schicht Trennmittel aufgetragen wird. Dies reduziert erkennbar die Sprühzeit und spart Sprühmittel, Wasser, Druckluft und damit Energie. Gleichzeitig wird die Formstandzeit deutlich verlängert.

Dynamischer Giessprozess

Der Giessprozess selbst ist schliesslich das zentrale Element der Giesszelle. Sollen Bauteile von der Dimension eines Hinterwagens in einem Stück gegossen werden, muss bereits bei der Konstruktion darauf geachtet werden, die Wandstärken so zu gestalten, dass sich die Form überhaupt füllen lässt. Denn je nach Bauteil muss die Schmelze bis zu drei Meter Fliessweg überwinden.

Um eine vollständige Formfüllung zu erreichen, braucht die Giesseinheit eine enorme Kraft, wobei vor allem die Dynamik der zweiten Phase entscheidend ist: Damit die Füllzeiten kurz bleiben, sind

Anschnittgeschwindigkeiten von über 40 m/s notwendig. Ein qualitätsbestimmender Faktor ist hierbei, dass diese Geschwindigkeit während einer längeren Zeit, auch bei veränderten Prozessparametern, konstant gehalten werden kann. Bühler regelt deshalb in Echtzeit das Giessaggregat, sodass selbst bei kleinsten Änderungen von Temperatur oder Dosiermenge stets dieselbe Anschnittgeschwindigkeit eingehalten und damit die gleiche Füllzeit gewährleistet ist.

Nicht zu unterschätzen sind überdies die Kräfte am Schluss der Füllung, welche durch ein Aufschlagen des Kolbens an der Einfüllöffnung entstehen könnten. Wird die dabei entstehende Druckspitze nicht abgefangen, kann die Öffnungskraft des flüssigen Metalls die Schliesskraft der Maschine übersteigen. Dann öffnet sich die Form, das Metall spritzt aus und die Masshaltigkeit der Bauteile geht verloren. Deshalb ist auch der Bremsvorgang des Kolbens zum Ende der Füllung qualitätsbestimmend. Mit einem Hydraulik-Systemdruck von 210 bar und dadurch reduzierter Masse des Giesszylinders hält die Bühler Carat hierfür eine unerreichte Dynamik vor: Ein gezieltes Abbremsen verhindert den Aufschlag und ermöglicht die Formfüllung nahe der Spritzgrenze.

Wie herausfordernd diese Aufgabe ist, kann folgendes Zahlenbeispiel aufzeigen: Der Kolben des Giessaggregats hat einen Durchmesser von etwa 300 mm, zusammen mit der Kolbenstange bringt er mehrere hundert Kilogramm auf die Waage. Innerhalb von 100 Millisekunden muss dieses Teil beschleunigt werden, sodass Formen für dünnwandige Teile mit bis zu drei Metern Füllweg gefüllt werden können – um es dann schlagartig abzubremesen und ein Aufschlagen des Kolbens zu vermeiden.

Hierbei darf man die Metall- und Luftgeschwindigkeit im Giesskanal nicht unterschätzen. Die Form eines Hinterwagens beispielsweise schliesst rund 30 Liter Volumen ein, welches evakuiert werden muss.

Um dabei Überschallgeschwindigkeiten der Luft, welche den Widerstand erhöhen würden, zu vermeiden, werden grosse Entlüftungsquerschnitte benötigt. Bühler bietet dazu mit SmartVac ein integriertes Vakuumsystem an, welches alle relevanten Vakuumparameter misst, überwacht und direkt dem Giessprozess zuweist. Damit können gleichzeitig und unabhängig voneinander bis zu vier Evakuierungspunkte auf der Gussform sowie ein Punkt auf der Giesskammer entlüftet werden.

Abgraten und Recyceln

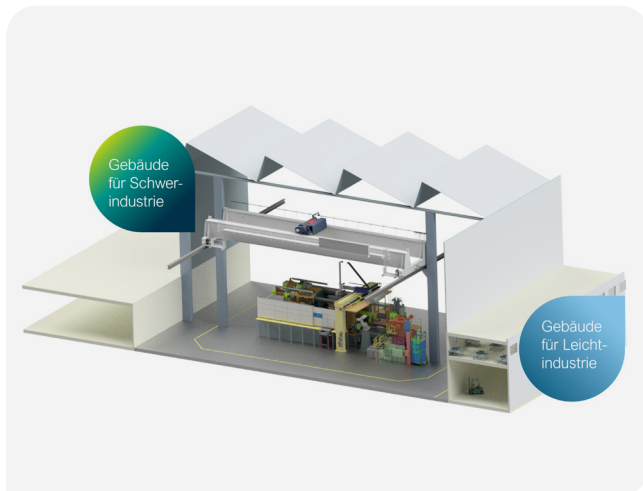
Nach der Entnahme und Kontrolle des Bauteils erfolgt üblicherweise das Abgraten. Aufgrund der grossen Dimensionen der Bauteile kommen hierfür klassische Stanzpressen in Frage. Das Laserschneiden kann eine elegante Alternative sein, denn die nachgeführte Robotik ermöglicht sogar den Feinbeschnitt des Gussteils. Wermutstropfen hierbei ist allerdings, dass die Investitionskosten für eine solche Einrichtung derzeit noch eher hoch sind.

Idealerweise ist bei der Anlage ebenfalls der Crusher platziert. So können Abgrat und Ausschussbauteile an Ort und Stelle zerkleinert und unmittelbar dem nebenstehenden Schmelzofen zugeführt werden. Allein der Abgrat umfasst meist rund 40 Prozent des vergossenen Gewichts, die so bereits innerhalb der Giesszelle wieder in den Materialkreislauf zurückgeführt werden können.

Anspruchsvolle Logistik

Das Handling solch grosser Bauteile ist sehr aufwändig, und nirgends mehr von Hand machbar. Jeder Prozessschritt muss deshalb automatisiert werden, der Abtransport und die Zuführung zum nächsten Bearbeitungsschritt – dem Karosserierohbau – wohl überlegt sein. Eine Transportlogistik von einem Ort zum anderen, möglicherweise über längere geografische Distanzen, ist bei Bauteilen dieser Dimensionen nicht sinnvoll. Zu prüfen sind hier Shop-in-Shop-Lösungen, wie sie von anderen Zulieferern der Automobilindustrie bereits erfolgreich praktiziert werden. Für Giesser, die dann <in line> Karosseriebauteile produzieren möchten, entsteht daraus mitunter ein neues Geschäftsmodell.

Trennung der Druckgiesserei von den nachgelagerten Prozessen



Übersicht Gebäude:

Ein durchdachtes Konzept für die Trennung der Gebäude für Schwerindustrie und Leichtindustrie sind essentiell, um Kosten zu sparen.

Der Bereich der Druckgiesserei setzt bei den zuvor beschriebenen Maschinendimensionen mit einem Maschinengewicht von rund 600 t ein Schwerindustrie-Gebäude und eine adäquate Fundamentierung und Bodenbelastbarkeit voraus. Kranhaken mit Hebedistanzen von bis zu 15 m erfordern eine Gebäudehöhe von 20 m, Werkzeuggewichte von 140 bis 200 t benötigen Kransysteme mit einer Belastbarkeit von 125 bis 160 t. Aus Kostengründen ist es hierzu sinnvoll, nur den notwendigen Bereich der Halle entsprechend befahrbar zu machen, denn für die dem Giessen nachgelagerten Prozesse ist ein leichter Industriestandard ausreichend.

Die Druckguss-Produktion im Scheinwerferlicht:

Der Druckguss-Prozess umfasst Schmelzen – Dosieren – Temperieren – Form – Sprühen – Giessen – Entnehmen – Kühlen – Entgraten – Markieren – Teile Handling.

Bühler als Partner

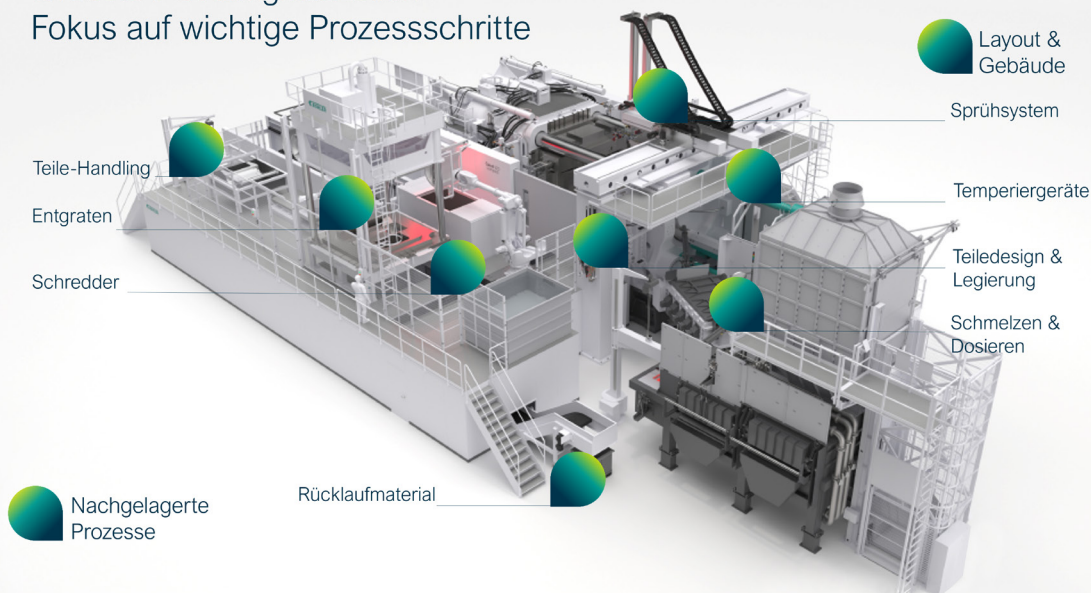
Neue, grössere Druckgiessanlagen machen es möglich, den gesamten Hinter- oder Vorderwagen der Karosserie in einem Stück herzustellen. Hierdurch können Automobilhersteller die Produktion vereinfachen, die Kosten senken und ein gesamthaft nachhaltigeres Fahrzeug schaffen.

Als Marktführer für grosse Druckgiesslösungen – mit einem Marktanteil von über 50% der installierten Basis – kennt Bühler die Bedürfnisse und Herausforderungen der Branche wie kaum ein Zweiter.

Dabei unterstützt das Unternehmen seine Kunden im Design und Engineering kompletter Zellen und liefert die kundenspezifische, gesamtheitliche Lösung. Diese beinhaltet die Optimierung von Zellengestaltung, Prozessen und Arbeitsabläufen, die digitale Integration in die Produktionssteuerung und -planung genauso wie das Einbinden von Peripheriegeräten und dem Schmelzofen. Ausserdem berät Bühler beim Bauteildesign, der Legierungsauswahl, der Prozesssimulation, der Formentwicklung, dem Engineering, in der Robotersimulation bis hin zur gesamten Prozessoptimierung im Karosseriebau. Erfahrene Technikerinnen und Techniker sorgen für eine reibungslose Inbetriebnahme und die Schulung der Mitarbeitenden an der Druckgiesszelle.

Produktionsstandorte und Technologiezentren in Europa, Asien und den USA sowie mehr als 100 weltweit verteilte Servicestationen garantieren die Nähe zu den Kunden und den perfekten Support über die gesamte Lebensdauer der Anlage.

Grössere Druckgiesszellen Fokus auf wichtige Prozessschritte

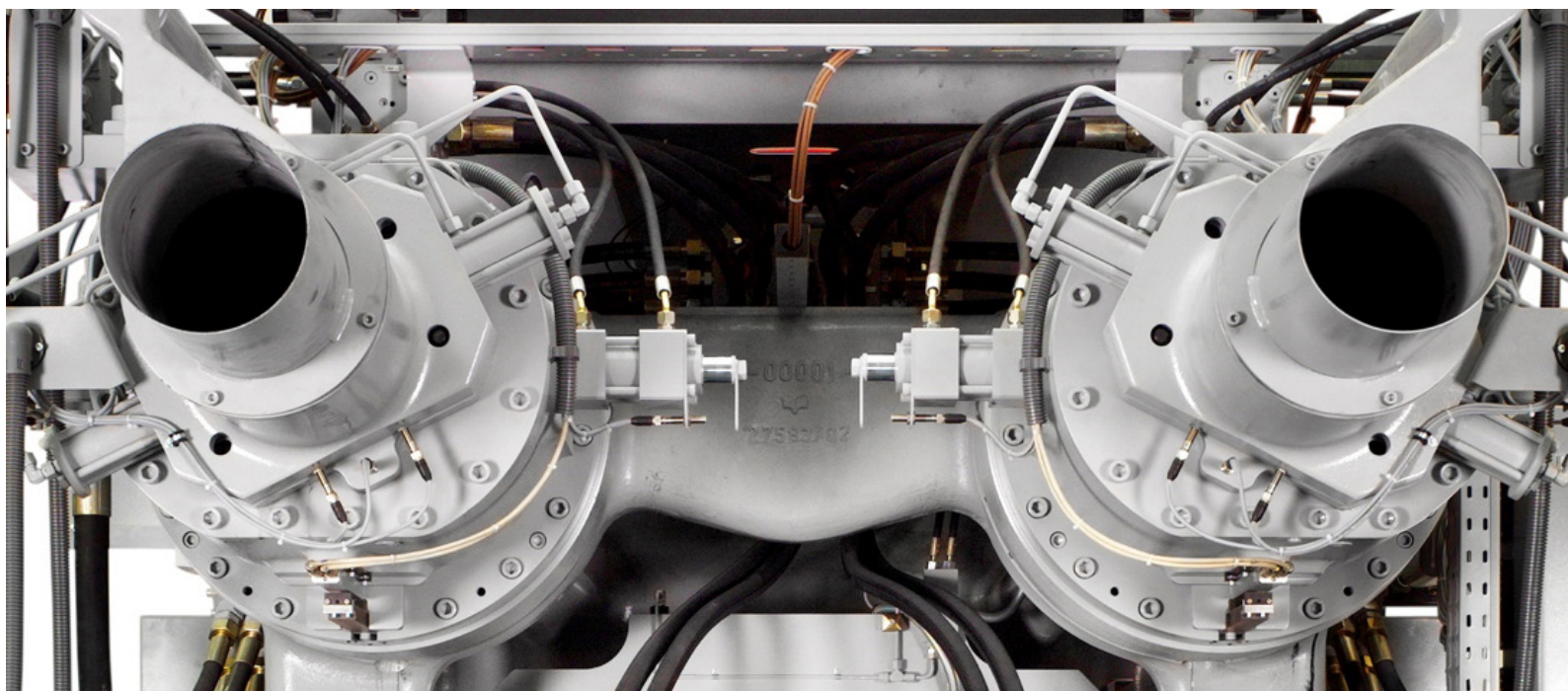


Zweiplatten-Technologie

Immer komplexere und grössere Druckgussbauteile erfordern Druckgiessanlagen mit hohen Schliesskräften. Gleichzeitig sind kurze Umrüstzeiten, eine reproduzierbar hohe Massgenauigkeit der produzierten Bauteile und die grösstmögliche Anlagenverfügbarkeit Voraussetzungen für eine effiziente Produktion bei minimalen Kosten. Die Zweiplatten-Technologie von Bühler bringt hierfür die entscheidenden Vorteile gegenüber konventionellen Maschinen mit:

- Automatische Formhöhenverstellung: Da die Schliesskraft über die vier an den Säulen angeordneten Spannzylinder aufgebracht wird, kann die Formhöhenverstellung automatisch mit dem Fahrzylinder erfolgen, was wertvolle Zeit beim Formwechsel spart.
- Geringere Flitterbildung: Die hohe Steifigkeit des Schliesssystems sowie die exakte Regel- und Reproduzierbarkeit des Giessvorgangs reduzieren die Flitterbildung. Das schont die Form, verursacht weniger Ausschuss und minimiert den Aufwand beim Entgraten.
- Weniger Lagerstellen: Eine geringere Anzahl an Schmierstellen verringert die Unterhalts- und Betriebskosten, verlängert die Anlagenlebensdauer und erhöht somit die Verfügbarkeit.
- Reduzierte Maschinenlänge: Ältere Maschinen können bei gleichen Platzverhältnissen durch leistungsfähigere und automatisierte Zweiplatten-Anlagen ersetzt werden.
- Gleichmässige Schliesskraftverteilung: Die ausgeglichene Säulenbelastung führt zu einer höheren Maschinenlebensdauer.

Bühler setzt die Zweiplatten-Technologie seit über 15 Jahren erfolgreich bei der Carat-Druckgiessmaschine ein. Die in 19 Grössen mit Schliesskräften von 10.500 bis 92.000 kN erhältliche Maschine zeichnet sich aus durch eine optimale Prozess- und Verfahrensflexibilität, einen formschonenden Giessprozess, tiefe Betriebskosten und eine äusserst einfache Anwendung. Die Antriebstechnik der Carat ist auf geringen elektrischen Energieverbrauch optimiert. Die Anschlussleistung ist im Vergleich zu herkömmlichen Druckgiessmaschinen bis zu 27% geringer. Die Giesseinheit ist in drei Ausführungen erhältlich und basiert auf der bewährten Bühler <Shot Control>-Technologie, mit Echtzeitregelung der gesamten Füll- und Nachdruckphase.



Bühler AG

CH-9240 Uzwil, Switzerland
die-casting@buhlergroup.com
T +41 71 955 11 11
buhlergroup.com/die-casting