

diagramm

#186 / Juni 2023

das Bühler Magazin

DRIVING

CHANGE

EIN GIGANT
UNTER RIESEN
MEGACASTING SPRENGT DIE
GRENZEN DES VORSTELLBAREN

TURBOBOOST FÜR DIE
BATTERIEPRODUKTION
KAPAZITÄT HOCHFAHREN
FÜR DIE ENERGIEWENDE

DAS FAHRZEUG ÜBER-
NIMMT DAS STEUER
SMARTE SENSOREN SORGEN
FÜR SICHERHEIT

BÜHLERS ADVANCED MATERIALS GESCHÄFTSBEREICH IN IHREM AUTO

GRINDING & DISPERSING entwickelt High-End-Nassmahl-, -Dispergier- und -Mischtechnologielösungen für die Herstellung von Druckfarben, Farben und Lacken, digitalen Tinten, Chemikalien und Kosmetika, Metallpasten für Solarmodule sowie Anoden- und Kathodenpaste für Lithium-Ionen-Batterien.

LEYBOLD OPTICS ist auf die Entwicklung und Herstellung von Vakuumbeschichtungsanlagen spezialisiert, die von Architektur- und Autoglas, Präzisionsoptik, Brillengläsern, flexibler Elektronik und Halbleitern bis hin zu Beschichtungen für Scheinwerfer und Sensoren für den Automobilsektor reichen.

DIE CASTING bietet eine umfassende Palette an massgeschneiderten Lösungen für alle Anforderungen im Druckguss – mit Schliesskräften von 3400 kN bis zu 92 000 kN – die modernste Technologie mit speziell für den Druckgussprozess entwickelten Automatisierungslösungen kombinieren.

FLIESSHECKKLAPPE

Eine im Aluminiumdruckguss gefertigte Heckklappe spart bis zu 40 Prozent Gewicht und senkt so den Kraftstoff- oder Energieverbrauch während des Lebenszyklus des Autos.

HINTERER UNTERBODEN

Wird ein hinterer Unterboden im Megacastingverfahren hergestellt, können etwa 100 Teile, die sonst einzeln im Stahlstanzverfahren hergestellt wurden, in einem Schuss gegossen werden, um die Produktion zu vereinfachen und Kosten zu sparen.

FAHRZEUGBESCHICHTUNGEN

Beschichtungen werden zur Dekoration, für mehr Oberflächenhärtet, zum Schutz vor UV-Strahlung und Korrosion und für verbesserte Leistung eingesetzt. Rührwerksmühlen-Lösungen werden zur Herstellung von Lacken und Beschichtungen verwendet.

BATTERIELÖSUNGEN

Die Nassvermahlung von aktiven Materialien und Vorläufern sowie das kontinuierliche Mischen von Elektrodenpasten ermöglichen die Produktion von Lithium-Ionen-Batteriezellen im industriellen Massstab.

CHROM IM INNERNAU

Design ist eine der wichtigsten Anforderungen an die Innenausstattung von Autos. ChromeLine ermöglicht die Verchromung ohne Galvanisierung und ist dabei eine umweltfreundlichere Alternative.

AUTOMOBILVERGLASUNG

Funktionelle Beschichtungen für die Automobilverglasung bestehen aus mehreren dünnen Filmschichten. Bühler Sputtering-Lösungen werden eingesetzt, indem dünne Schichten aufgetragen werden, um die Sichtbarkeit, Haltbarkeit, Energieeffizienz und den UV-Schutz zu verbessern.

HEAD-UP-DISPLAY

Head-up-Displays projizieren Informationen in das Blickfeld des Fahrers, so dass dieser seine Kopfhaltung beibehalten kann. Um die Informationen kristallklar zu projizieren, werden mit Sputtering-Technologie hergestellte Kaltlichtspiegel verwendet.

STOSSDÄMPFERBRÜCKE

Stossdämpferbrücken aus Aluminium sind ein Standardbauteil im Druckguss und werden bei vielen Fahrzeugtypen und -marken verwendet, um das Gewicht des Fahrzeugs zu reduzieren.

ELEKTROMOTOR

Elektromotoren für batteriebetriebene Elektrofahrzeuge bestehen aus mehreren Druckgussteilen. Druckgusslösungen von Bühler werden eingesetzt, um diese Teile nach hohen Qualitätsstandards und mit engsten Toleranzen zu produzieren.

OPTISCHE SENSOREN UND KAMERAS

Optische Sensoren und Kameras behalten die Umgebung des Fahrzeugs ständig im Auge, indem sie optische Dünnschichtfilter verwenden, um bestimmte Wellenlängen aus der Umgebung zu extrahieren.

RADARKUPPEL

Antennen, die messen oder Daten übertragen, werden mit Radome abgedeckt. Auf deren Oberfläche werden dünne Schichten aufgebracht, die ihre Eigenschaften in Bezug auf elektromagnetische Transparenz und Schutz vor Umwelteinflüssen wie Wind und Regen verbessern.

ONBOARD-LADEGERÄT

Gehäuse für Onboard-Ladegeräte werden so gegossen, dass sie den höchsten Standards in Bezug auf Druckdichtigkeit, Sauberkeit und Dimensionsgenauigkeit entsprechen und gleichzeitig leicht sind.

BELEUCHTUNG UND PROJEKTION

Von der besseren Sicht auf die Straße bis hin zur Kommunikation mit der Umwelt – die Fahrzeugbeleuchtung entwickelt sich schnell weiter. Die Sputter- und Aufdampflösungen von Bühler ermöglichen diese Entwicklung für die Zukunft durch die Verwendung dünner Aluminiumschichten.



Druckguss für die Zukunft.

Nehmen Sie an
unserem Webinar teil.

Megacasting-Lösungen revolutionieren die Industrie. Das Carat-Portfolio von Bühler mit Schliesskräften von bis zu 92 000 kN ist führend in diesem Trend.

Nehmen Sie an unserem Webinar teil und:

- Erleben Sie hochkarätige Präsentationen von renommierten Referenten aus der Branche.
- Erfahren Sie mehr über die nachhaltige Karosserieproduktion mit Megacasting.
- Stellen Sie Ihre Fragen zu den Druckgusslösungen von Bühler.

Scannen Sie den QR-Code und registrieren Sie sich noch heute!
Bei weiteren Fragen kontaktieren Sie uns unter:
die-casting@buhlergroup.com



EDITORIAL STEFAN SCHEIBER



LIEBE LESENNEINNEN UND LESER

Mobilität ist ein menschliches Bedürfnis und gehört zum Leben von Milliarden Menschen. Ob wir einkaufen, die Kinder zur Schule bringen, zur Arbeit fahren, Freunde und Verwandte besuchen, Waren transportieren oder an neue Orte reisen – wir sind viel unterwegs. Mobilität ist unverzichtbar.

Es wird uns immer bewusster, welche Kosten die Mobilität für die Umwelt verursacht. Laut Weltklimarat macht der Verkehrssektor bis zu 15 Prozent der globalen Treibhausgasemissionen aus, wovon mehr als die Hälfte auf den strassengebundenen Personenverkehr entfällt. Da die Weltbevölkerung wächst und die Einkommen in den Entwicklungsländern steigen, wächst auch dieser Anteil. Wir müssen einen Gang höher schalten, damit sich unsere täglichen Aktivitäten weniger auf die Umwelt auswirken.

Eine Erkenntnis, die einen seismischen Wandel in der Automobilindustrie vorantreibt; diese Ausgabe von Diagramm widmet sich darum diesem Thema. Vom neuen Trend des Megacasting über Batterien für Elektrofahrzeuge, Sensoren und Projektoren, die ein autonomeres Fahren ermöglichen, bis zu Beschichtungen, die die Gesamteffizienz des Fahrzeugs verbessern: Gemeinsam mit Ihnen, unseren Kundinnen und Kunden, arbeiten wir an neuen Lösungen für diese Herausforderungen.

Manchmal sind die Fortschritte enorm – wen beeindruckt der Anblick der gewaltigen Carat 920 nicht, die eine Matrize mit einer Kraft schliesst, die dem Gewicht des Eiffelturms entspricht? Das

Megacasting revolutioniert die Automobilproduktion, indem es die Produktionskosten und das Gewicht der Produkte senkt und – ganz wichtig – die Nachhaltigkeit verbessert.

Das ist nur eines von vielen Beispielen, wie unser Advanced-Materials-Segment Sie dabei unterstützt, den Wandel voranzutreiben. Wie Marcel Natterer, unser neuer CEO von Advanced Materials, sagt, verändert sich die Branche schnell, mit vielen spannenden Chancen und Herausforderungen. Wir helfen unseren Kundinnen und Kunden dabei, hier den Durchblick zu behalten.

In dieser Ausgabe werfen wir auch einen Blick darauf, was in anderen Unternehmen läuft. Zum Beispiel Camel Flour Mills, das dank der Investitionen in die neusten Technologien von Bühler zum grössten privaten Mehlproduzenten in Ägypten aufgestiegen ist. In Spanien unterstützen wir das noch junge Unternehmen Golden Pet Food dabei, hochwertiges Tierfutter effizienter und nachhaltiger zu produzieren. Und in der Schweiz haben wir der Pronatec AG, einem führenden Unternehmen für fair gehandelte und nachhaltig hergestellte Produkte, geholfen, eine der modernsten Kakaoverarbeitungsanlagen des Landes zu bauen.

Ein Blick auf den Weg, den wir eingeschlagen haben, zeigt: Wir bewegen wirklich etwas. Gemeinsam bauen wir eine nachhaltigere Zukunft auf.

Beste Grüsse
Stefan

IN DIESER AUSGABE

DIAGRAMM #186 | JUNI 2023

DER FOKUS

10_ Mobilität elektrisiert

Die Elektromobilität ist zum Megatrend geworden. Autonomes Fahren und intelligente Glasbeschichtungen sind auf gutem Weg dazu.

18_ Im Austausch

Marcel Natterer und Cornel Mendler diskutieren die neusten Trends im Geschäftsbereich Advanced Materials.



UNTER DER HAUBE

Die Automobilindustrie ist im Wandel. Elektroautos, autonomes Fahren oder neuartige Verglasungen mischen die Karten neu. Dank Weitblick und Innovationsgeist entwickelt der Geschäftsbereich Advanced Materials die Schlüsseltechnologien dafür.



DIE FORM

26_ Ein Gigant unter Riesen

Hinter dem Vormarsch der Elektroautos auf unseren Straßen turmen sich die gigantischen Druckgiessanlagen der Carat-Serie.

30_ Aus dem Boden gestampft

Magna sichert sich mit einem hochmodernen Druckgusswerk auf der grünen Wiese in Grossbritannien die Pole Position.

36_ Mit Leichtigkeit

Aluminium ist die Stütze der Elektromobilität: leicht, sicher und zu 100 Prozent recyclebar.

40_ Stück für Stück

In Kentucky treibt Trace Die Cast die Elektromobilität voran. Ein eindrückliches Beispiel an Innovationskraft und Agilität.

DIE ENERGIE

50_ Die volle Ladung

Die grüne Transformation kommt nicht ohne Batterien aus. Eine Momentaufnahme aus der Batterieforschung von Bühler.

54_ Watt für die Wende

Europa will im Batteriegeschäft mächtig aufholen. Am Fraunhofer FFB wird der Grundstein dafür gelegt.

DIE TECHNOLOGIE

62_ Autos mit Weitblick

Um selbst zu entscheiden, müssen Autos immer besser sehen und verarbeiten können. Smarte Sensoren sorgen für Sicherheit.

66_ Schnelle Kraftpakete

Kondensatoren speichern Energie und stellen sie blitzschnell zur Verfügung. Heute entscheiden Mikrometer über die Leistung.

68_ Verblüffende Verglasung

Dank neuer Technologien passen Fenster ihr Aussehen an und bieten Privatsphäre, Informationen und sogar Unterhaltung.

70_ Auf den Pikometer genau

optiX fab beschichtet die präzisesten Spiegel der Welt für die Herstellung von Mikrochips. Ein Blick in unvorstellbare Dimensionen.

78_ Glanzvoller Auftritt

Neue Verfahren machen Chrom nachhaltiger und lassen Designerherzen höher schlagen.



50

DIE DURCHSTARTER

80_ Von Werten geleitet

Mohamad Moatabar will hoch hinaus – und dabei das Leben von Millionen Ägypterinnen und Ägyptern verbessern.

82_ Für Fido nur das Beste

Heimtierfutter muss nachhaltig und gesund sein. Golden Pet Food erobert den europäischen Markt im Sturm.

90_ Pioniere mit Prinzipien

Pronatec brachte 1996 die erste Bio- und Fair-trade-zertifizierte Schokolade auf den Markt – nun geht sie mit Bühler den nächsten Schritt.

98_ Gefragte Technologinnen

Von der Mühle bis zur Druckgiessanlage – wenn es darauf ankommt, sind die Experten von Bühler mit Rat und Tat zur Stelle.



106_ Food for thought

Singapur ist die Food-Tech-Hauptstadt Asiens. Bühler ist mittendrin und trägt die neusten Trends in die Welt hinaus.

107_ Total digital

Wir haben noch so viel mehr zu erzählen auf unseren Onlinekanälen – und freuen uns auf Ihr Feedback zu dieser Diagramm-Ausgabe.



HERAUSFORDERUNGEN ALS NEUE CHANCEN

Das Auto hat die Art und Weise, wie wir reisen und leben, revolutioniert und ist kaum mehr wegzudenken. Doch neben den vielen Vorteilen, die es uns bringt, sind da auch massive Herausforderungen. Schädliche Emissionen verschmutzen die Luft und Unfälle fordern weltweit rund 1,3 Millionen Todesopfer pro Jahr. In vielen Grossstädten erreicht die Fahrtgeschwindigkeit aufgrund der Masse an Fahrzeugen kaum noch mehr als Schritttempo. Und die Masse nimmt zu. Sind heute rund 1,4 Milliarden Fahrzeuge weltweit auf den Strassen, sollen es 2035 rund 1,8 Milliarden Fahrzeuge sein.

Herausforderungen, die riesig, aber lösbar sind und an denen mit Hochdruck gearbeitet wird. Elektrische Antriebe sind auf dem Vormarsch. In China wurden 2022 6,8 Millionen Elektrofahrzeuge verkauft und Europa lässt ab 2035 keine neuen Autos mehr zu, die mit Benzin oder Diesel fahren. Entsprechend viele neue elektrische Modelle sind bei den Autoherstellern in Planung.

Das autonome Fahren kann den Verkehr flüssiger und sicherer machen. 2022 hat Shenzhen als erste Stadt in China autonome Fahrzeuge – Robotaxis genannt – zugelassen, und folgt damit Städten wie San Francisco in den USA, wo die Technologie seit Jahren getestet wird. Bis der Trend weltweit Fahrt aufnimmt, ist es aber noch ein weiter Weg.

Die Lösungen sind vorhanden, nun gilt es, die notwendigen Rahmenbedingungen zu schaffen, um diese umzusetzen.



DIE EVOLUTION



IM

TEXT: STUART SPEAR

EILETEMPO

DAS ELEKTROFAHRZEUG verändert die Art und Weise, wie Autos konstruiert und hergestellt werden, und auch, wofür sie ausgelegt sind. Und es beeinflusst, wer überhaupt Autos herstellt. In der Vergangenheit konnten sich Automobilhersteller auf eine riesige Barriere für den Markteintritt verlassen – nämlich auf die hohe Investitionssumme, die nötig war, um ein Autowerk zu bauen. Dieser Burggraben fällt mehr und mehr weg. Elektroautos sind leichter herzustellen; das macht es für Neueinsteiger, die innerhalb hochentwickelter Lieferketten operieren, einfacher, mit neuen Ideen zu höherer Effizienz auf den Markt zu kommen.

Die Regierungen suchen nach Wegen, ihre Klimaziele zu erreichen, Städte führen strengere Vorschriften ein, um die Luftqualität zu verbessern, und in der Folge steigt die Nachfrage nach Elektroautos. Eine aktuelle Studie von Goldman Sachs zeigt, dass sich die Verbreitung von Elektroautos bis 2025 auf 16 Prozent verdoppeln, bis 2030 33 Prozent erreichen und bald nach 2035 die 50-Prozent-Schwelle überschreiten wird.

Diese Akzeptanzrate ist wichtig bei der Bekämpfung des Klimawandels. Nach Angaben des Weltklimarats haben wir das Potenzial, die CO₂-Emissionen des Straßenverkehrs bis 2050 um bis zu 70 Prozent zu senken, je näher wir der Massenumstellung auf Elektroautos mit erneuerbaren Energien auf den Strassen der Welt kommen. Da der Transport bis zu

industrie aufgrund eines Paradigmenwechsels in der Technologie und der globalen Herausforderungen, mit denen wir konfrontiert sind, verändert», sagt Remo Scherzmann, Head of Grinding & Dispersing bei Bühler. «Das bietet uns viele neue Möglichkeiten, da elektrisch betriebene Autos intelligente Lösungen brauchen, um die Reichweite des Fahrzeugs zu erhöhen und die Zuverlässigkeit, die Sicherheit und den Komfort durch nachhaltige Energielösungen zu verbessern.»

Die Elektromobilität wirkt sich auf alle Branchen aus, die Automobilhersteller beliefern, wie die Druckgussindustrie, Batteriehersteller und Produzenten optischer Sensoren. Da die Automobilhersteller ihre Produktion stärker auf Nachhaltigkeit ausrichten, sind die Auswirkungen auf der gesamten Wertschöpfungskette spürbar.

Corsin Battaglia steht mitten im Zentrum dieses Wandels. Er leitet das Labor für Materialien für die Energieumwandlung an der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), wo er mit seinem Team zusammen mit der Industrie neue Materialien und Verfahren für Batterien der nächsten Generation entwickelt. Battaglia weiß genau, wie schnell sich die Dinge verändern und was das für die Akteure der Branche heißt. «Es ist eine sehr dynamische Branche, und die Geschwindigkeit, mit der die Elektromobilität an Fahrt gewinnt, treibt die Innovation auf ein noch nie dagewesenes Niveau», sagt er.

«ES IST EINE SEHR DYNAMISCHE BRANCHE, UND DIE GESCHWINDIGKEIT, MIT DER DIE E-MOBILITÄT AN FAHRT GEWINNT, TREIBT DIE INNOVATION AUF EIN NOCH NICHT DAGEWESENES NIVEAU.»

CORSIN BATTAGLIA

Leiter des Labors für Materialien für die Energieumwandlung an der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa)

15 Prozent der globalen Treibhausgasemissionen verursacht, davon mehr als die Hälfte auf der Straße, können Elektroautos eine wichtige Rolle im Kampf gegen den Klimawandel spielen.

Das wird grundlegende Veränderungen in der Industrie und in der Gesellschaft mit sich bringen. «Wir sehen, dass sich die Lieferkette der Automobil-

Druckguss verändert den Massstab

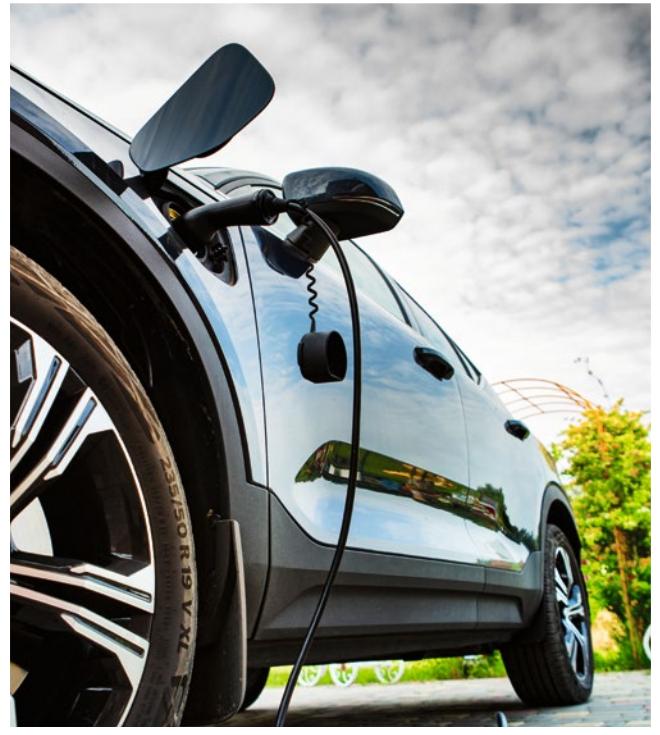
Für das Klima ist nicht nur wichtig, wie die Autos angetrieben werden, sondern auch, wie sie produziert werden. Die Hersteller konzentrieren sich daher auch darauf, die Produktionsemissionen zu verringern, indem sie mit immer grösseren Druckgusslösungen für die Autoproduktion von Stahl auf Aluminium umsteigen.

Aluminium hat mehrere bedeutende Umweltvorteile. Es hat das Potenzial für netto null, wenn es mit erneuerbaren Energiequellen wie Solar- oder Wasserkraft hergestellt wird. Es kann auch sehr gut recycelt werden; je grösser die im Auto verwendeten Aluminiumteile sind, desto grösser das Recyclingpotenzial, wenn das Fahrzeug verschrottet wird. Da die Bauteile immer grösser werden, ergeben sich auch bei der Fahrzeugmontage Umweltvorteile. Für grössere Teile braucht es weniger Roboter, um die Komponenten zusammenzuschrauben, was wiederum kleinere Fabriken ermöglicht. Zudem verbraucht der Herstellungsprozess weniger Energie, und es müssen weniger Komponenten zum Montagewerk transportiert werden. Aluminium ist nicht nur effizienter in der Beschaffung und Produktion, sondern auch leichter, was für die Batteriereichweite ein Umweltvorteil ist.



Norwegen nimmt in der Elektromobilität eine Vorreiterrolle ein. Vier von fünf neu zugelassenen Autos im skandinavischen Land sind heute elektrisch, 2025 sollen es 100 Prozent sein.

Die Massenumstellung auf Elektroautos mit erneuerbaren Energien hat das Potenzial, die CO₂-Emissionen des Straßenverkehrs bis 2050 um 70 Prozent zu senken.



Um die grösseren und komplexeren Autoteile, die der Markt zunehmend verlangt, zu produzieren, müssen die Druckgiessmaschinen grösser werden und eine höhere Schliesskraft haben. Das Druckgussteam von Bühler arbeitet mit seinen Kundinnen auf der ganzen Welt zusammen an dieser Herausforderung – die viele neue Geschäftsmöglichkeiten bietet. In den letzten vier Jahren hat Bühler seine Carat-Druckgiessmaschinen weiterentwickelt: die Carat 560, die Carat 610 und die neueren Carat 840 und Carat 920. Mit jeder Weiterentwicklung der Carat-Baureihe konnten die Kunden immer grössere und komplexere Strukturteile für ihre Fahrzeuge in einem Schuss herstellen.

«Die Idee ist, das komplette Auto aus drei Teilen zu bauen: einem vorderen Unterboden, einem mittleren Gussteil für das Batteriegehäuse und einem hinteren Unterboden. Wir ersetzen alle Einzelteile, die geklebt oder geschweisst werden müssen, durch ein einziges Gussteil», sagt Cornel Mendler, Managing Director Die Casting bei Bühler. «Das hat viele Vorteile. Es erleichtert das Recycling, es braucht weniger Roboter und die Montagelinie braucht weniger Platz.»

Kleiner, leichter, leistungsfähiger

Das Herzstück jedes Elektroautos ist die elektrische Batterie. Da sie etwa ein Drittel des Gesamtfahrzeugpreises ausmacht, ist der Wettlauf um die Senkung der Kosten und die Verbesserung der Batterieleistung der entscheidende Schlüssel zur Weiterentwicklung des Elektromarktes. Die Nachfrage nach kleineren, leichteren, leistungsfähigeren, schneller aufladbaren und langlebigeren Batterien steigt markant an – als Folge dessen müssen die Produktionsspezifikationen der einzelnen Batteriehersteller immer strenger werden. Jede Batteriekomponente muss von absolut höchster Qualität und Konsistenz sein.

Die Batterieleistung hängt von der Qualität der Elektrodenpaste ab, die letztlich die Anode und Kathode beschichtet, die den elektrischen Strom erzeugen. Die Leistung einer Batterie, die aus Nano- und Mikropartikeln von Lithiummetalloxiden, Graphit, Silizium, leitfähigen Additiven und polymeren Bindemitteln besteht, hängt von der ordnungsgemässen Vermahlung und Dispersion dieser Bestandteile gemäss den strengen Herstellungsparametern ab, die von jedem einzelnen Batteriehersteller festgelegt werden.

Bühler ist auf zwei sehr wichtige Schritte in diesem Prozess spezialisiert: die Nassvermahlung der Rohstoffe für die aktiven Anoden- und Kathodenmaterialien und das Mischen der Elektrodenpaste. «Wir liefern zwar nur einen kleinen Teil der gesamten Wertschöpfungskette, sind aber sehr tief in der Branche verwurzelt, denn nur wenn die Paste



Mit Megacasting können sich Automobilhersteller das Zusammenschweißen- oder kleben von zahlreichen Bauteilen ersparen, die heute fast alle separat hergestellt werden müssen.



«DIE IDEE IST, DAS KOMPLETTE AUTO AUS DREI TEILEN ZU BAUEN: EINEM VORDEREN UNTERBODEN, EINEM MITTLEREN GUSSTEIL FÜR DAS BATTERIEGEHÄUSE UND EINEM HINTEREN UNTERBODEN.»

CORNEL MENDLER
Managing Director Die Casting bei Bühler

nach strengsten Parametern gemischt wird, können wir eine hohe Batterieleistung erzielen», erklärt Schwerzmann.

Umgestaltung des Mischprozesses

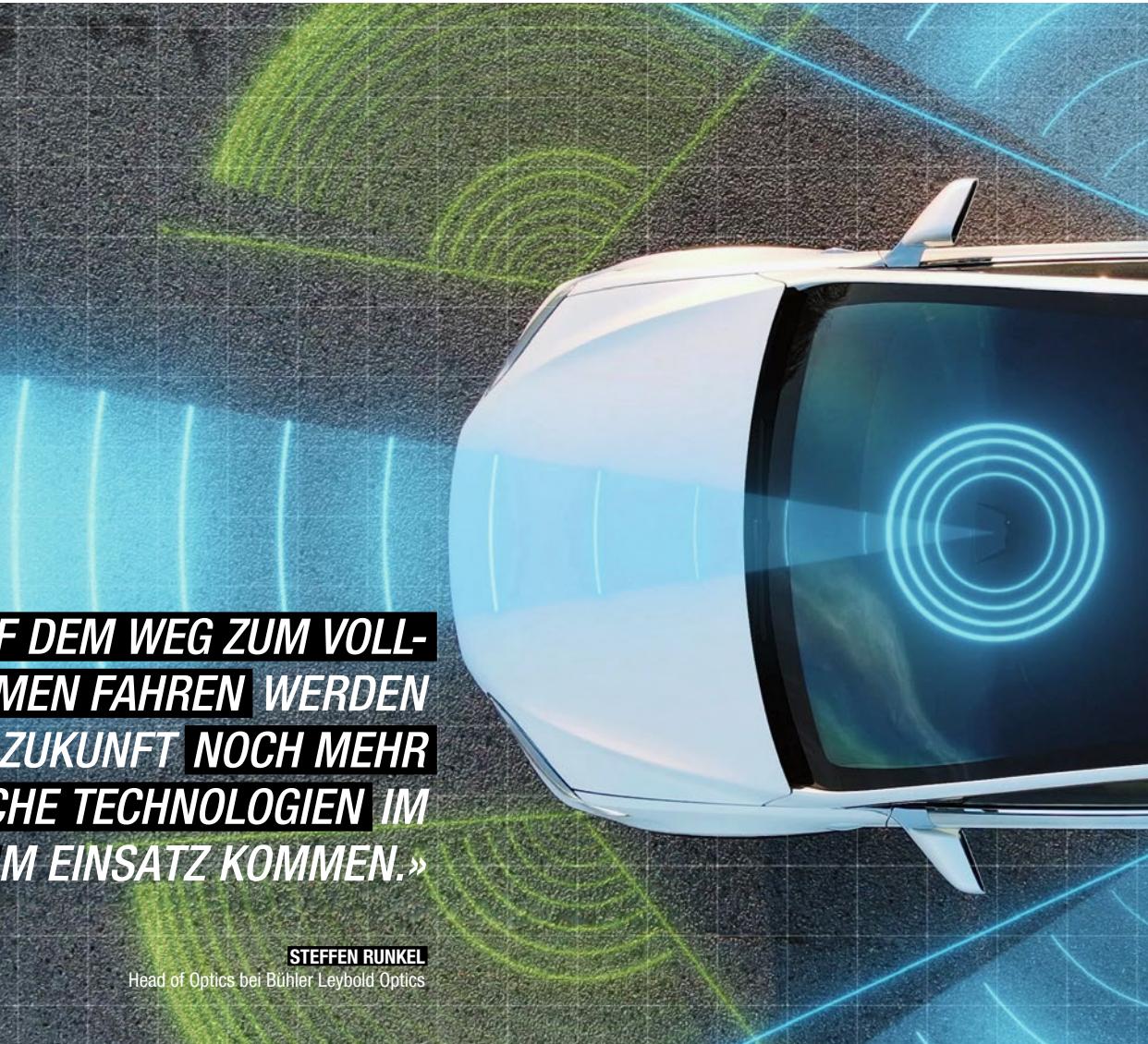
In der Vergangenheit war die Batterieproduktion in Asien angesiedelt, wo die Elektrodenpaste in grossen Fässern gemischt wurde, die nach jedem Produktionszyklus arbeitsintensiv gereinigt werden mussten. Werden Fässer verwendet, birgt das auch das Risiko von Chargenverlusten, wenn eine Testprobe die Qualitätskontrollen im Labor nicht besteht. Bühler nutzte sein extensives Wissen über die kontinuierliche Produktion von hochmodernen Non-Food-Produkten und stellte vor zehn Jahren eine kontinuierliche Lösung zum Mischen von Elektrodenpaste mit Doppelschneckenmischern her. Einer der Hauptvorteile des kontinuierlichen Mischens ist die Möglichkeit, den Prozess zu automatisieren und ihn rund um die Uhr laufen zu lassen, ohne die Produktion unterbrechen zu müssen, um die Anlagen zu reinigen.

Kontinuierliches Mischen eliminiert auch das Risiko von Chargenverlusten. Bühler hat QuaLiB eingeführt, das einen Echtzeit-Datenfluss von Produktionsparametern ermöglicht. Diese Daten können dann kontinuierlich überwacht und streng kontrolliert werden, um die Prozesssicherheit, die Produktqualität und den Gesamtertrag zu verbessern. «Beim Mischen der Paste verfügen wir über jahrelanges internes Wissen darüber, wie die erforderlichen Eigenschaften aufeinander abgestimmt sein müssen und wie eine Produktionsanlage aussehen muss», erklärt Schwerzmann. In einem Markt, in dem jedes Quäntchen mehr Batterieleistung ein Wettbewerbsvorteil ist, macht eine solche Fähigkeit zur Feinabstimmung der Produktionsparameter den entscheidenden Unterschied.

Um die ambitionierten Klimaziele zu erreichen, muss die Batterieproduktion auf industriellen Massstab hochgefahren werden. Das ist eine gewaltige Herausforderung, insbesondere in Europa, wo Forschungsinstitute, Automobilhersteller und Regierungen mit aller Kraft versuchen, verlorenen Boden gutzumachen und eine autarke Batterieindustrie von Grund auf aufzubauen. Dank der kontinuierlichen Mischtechnologie von Bühler können die Forschenden die Parameter für die industrielle Batterieproduktion genau berechnen, indem sie Versuche in einem kleineren und viel kostengünstigeren Massstab durchführen.

Von der Automatisierung zur Autonomie

Wie Autos hergestellt werden, wie sie angetrieben werden – die Automobilindustrie arbeitet mit Hochdruck daran, Wege zu finden, um unseren Mobilitätsbedarf nachhaltiger zu decken. Die nächste



«AUF DEM WEG ZUM VOLL-AUTONOMEN FAHREN WERDEN IN ZUKUNFT NOCH MEHR OPTISCHE TECHNOLOGIEN IM AUTO ZUM EINSATZ KOMMEN.»

STEFFEN RUNKEL

Head of Optics bei Bühler Leybold Optics

Revolution wird darin bestehen, wie sie gefahren werden. Hier liegt der Fokus auf Konnektivität und Automatisierung.

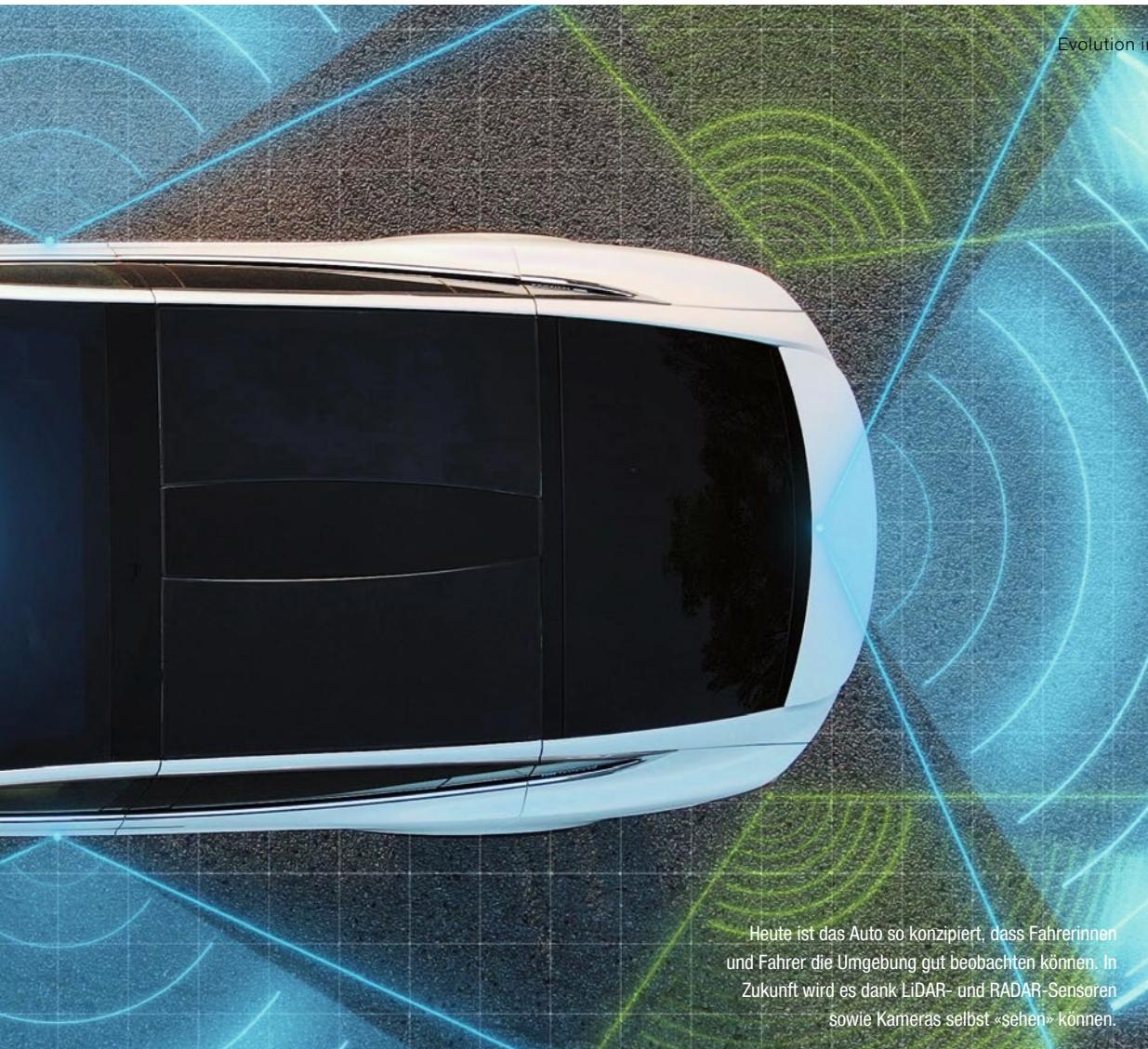
Von Fahrerassistenzfunktionen wie dem adaptiven Tempomat über die bedingte Automatisierung, bei der das Fahrzeug komplexe Verkehrsszenarien analysiert und interpretiert und entsprechende Entscheidungen trifft, bis hin zur Vollautomatisierung, bei der das Fahrzeug unter allen Fahrbedingungen und in jeder Umgebung Entscheidungen in Echtzeit trifft – die Reise in Richtung autonomes Fahren ist in vollem Gang.

Das Herzstück dieser Veränderungen sind die hochentwickelten optischen Sensoren, die es braucht, damit diese Technologie funktioniert. Ein optischer Sensor ist das «Auge» des Autos. Ein prominentes Beispiel ist die LiDAR-Sensortechnologie (Light Detection and Ranging): Mit ihrer Fähigkeit, einen Laserstrahl auszusenden, der die gesamte Umgebung abtasten und dabei Sicherheitsabstände berechnen kann, spielt sie eine Vorreiterrolle bei diesem Umbruch.

Mikrochips sind die andere Schlüsseltechnologie, die immer wichtiger wird. Für das autonome Fahren müssen sie leistungsfähig genug sein, um grosse Datenmengen aus verschiedenen Quellen zu verarbeiten, zu analysieren und dabei sehr komplexe Echtzeitentscheidungen in einer ganzen Palette von Szenarien zu treffen.

Diese Systeme können nur dann effektiv arbeiten, wenn sie irrelevante Informationen herausfiltern und sich auf das Wesentliche konzentrieren können, genau wie ein menschlicher Fahrer. Um so weit zu kommen, muss der Sensor beschichtet, oder, bei fortschrittlicheren Systemen, der Mikrochip selbst mit Filtern beschichtet werden. Leybold Optics ist spezialisiert auf die Herstellung von Dünnschicht-Vakuum-Beschichtungsanlagen und entsprechenden Beschichtungsprozessen, die diesen hohen Anforderungen gerecht werden.

«Auf dem Weg zum vollautonomen Fahren werden in Zukunft noch mehr optische Technologien im Auto zum Einsatz kommen», sagt Steffen Runkel, Head of Optics bei Bühler Leybold Optics. «Wäh-



Heute ist das Auto so konzipiert, dass Fahrerinnen und Fahrer die Umgebung gut beobachten können. In Zukunft wird es dank LiDAR- und RADAR-Sensoren sowie Kameras selbst «sehen» können.

rend heute das Auto so konstruiert ist, dass die Fahrerin oder der Fahrer die Umgebung gut beobachten kann, wird in Zukunft das Auto selbst «sehen» können. Dazu werden LiDAR- und Radar-Sensoren sowie Kameras, die alle möglichen Fahrsituationen und Entfernung abdecken, zusammengeführt.»

Bessere Nachhaltigkeit rund ums Auto

Alle Aspekte des Autos befinden sich im Wandel, neue Technologien und neue Materialien kommen ins Spiel. So impliziert etwa die Reduktion des Fahrzeuggewichts nicht nur den Wechsel von Stahl zu Aluminium, sondern es müssen auch dünnerne Glassubstrate für die Fahrzeugverglasung verwendet werden. Wird auf Elektrofahrzeuge umgestellt, liegt der Schwerpunkt auf einer möglichst effizienten Energienutzung, um die Batterieleistung zu maximieren. Das heißt nicht nur, dass man zu leichteren Fahrzeugen übergeht, sondern auch, dass man bessere Möglichkeiten findet, um die Innenraumtemperatur zu steuern, etwa durch sonnengesteuertes und emissionsarmes Glas und elektrochrome Beschich-

tungen, die den Innenraum abdunkeln und damit sowohl für angenehmen Komfort als auch für Privatsphäre sorgen.

Nicht zuletzt ist auch das Aussehen des Autos wichtig. Chrom spielt eine wichtige Rolle für die Ästhetik des Fahrzeugs, aber wie es aufgetragen wird, birgt viele Nachteile. Vakumbeschichtungstechnologien sind eine saubere und auch nachhaltige Alternative für die Metallisierung von 3-D-Kunststoffkomponenten und Verkleidungssteinen. Verglichen mit klassischer Galvanik reduzieren Vakumbeschichtungsverfahren den Wasser- und Energieverbrauch drastisch und kommen komplett ohne schädliche Chemikalien aus.

Die Autoindustrie bewegt sich vom Auto mit Verbrennungsmotor zum Elektroauto hin, stellt alte Konventionen infrage und entwickelt neue Ansätze. Bühler will seine Kundinnen und Kunden dabei mit Lösungen unterstützen, mit denen sie den Wandel vorantreiben und ihren Teil dazu beitragen, den Menschen auf der ganzen Welt nachhaltige Mobilität zu ermöglichen.



TRANSFORMATION

AUF ALLEN

TEXT: BURKHARD BÖNDL
FOTOS: JEKATERINA GLUZMAN

EBENEN



Der Wandel in einer der weltweit wichtigsten Industrien – der Automobilindustrie – läuft auf Hochtouren. Cornel Mendler, Managing Director Die Casting, und Marcel Natterer, CEO Advanced Materials bei Bühler, diskutieren über die Chancen und Herausforderungen, die Geschwindigkeit der Entwicklungen und die Lösungen, die Bühler seinen Kundinnen und Kunden anbietet.

Cornel, fährst du ein Elektroauto? Was sind deine Erfahrungen damit?

CORNEL: Ja, ich fahre seit über vier Jahren ein Elektroauto und würde nicht mehr zurückgehen. Natürlich muss man im Voraus daran denken, das Auto aufzuladen und überlegen, wie weit man fahren will. Aber wenn wir mit der Familie in die Ferien fahren, halten wir öfter an, um eine Pause zu machen, als um die Batterie aufzuladen.

Marcel, du bist seit dem 1. März 2023 für den Bereich Advanced Materials bei Bühler verantwortlich. Wie läuft das Geschäft?

MARCEL: Ich freue mich sehr und bin sehr dankbar. Ich übernehme diesen faszinierenden Geschäftsbe- reich in einem Moment, in dem sich die Märkte grundlegend verändern. Die Schlüsselbegriffe dieser neuen Ära der Mobilität sind «Konnektivität», «Autonomie», «Sharing» und «Elektrifizierung». Das eröffnet neue Möglichkeiten für alle Marktteilnehmenden, auch für uns bei Bühler. Wir haben in den letzten Jahren viel Wert auf die strategische Entwicklung von Innovationen gelegt und können nun Schlüsseltechnologien und -lösungen in diesem Bereich anbieten – genau in dem Moment, in dem diese Schlüsseltrends Realität werden.

Welche dieser Entwicklungen sind bereits Realität, welche vollziehen sich schneller als gedacht, welche brauchen noch etwas länger?

CORNEL: Der Trend zur E-Mobilität vollzieht sich viel schneller, als wir erwartet haben. Vor einiger Zeit haben wir eine Analyse mit einem Basis-, einem mittleren und einem optimistischen Szenario

erstellt. Die aktuelle Entwicklung verläuft schneller als selbst unser optimistischstes Szenario. Der Wandel hin zur E-Mobilität ist inzwischen überall sichtbar. Schauen wir nur einmal Tesla an oder die vielen chinesischen Unternehmen, die Fahrzeuge mit neuen Energieantrieben bauen. Es ist aber auch klar, dass wir in den nächsten Jahrzehnten weiter mit allen Arten von Antrieben leben werden – ob voll-elektrisch, hybrid, mit Brennstoffzellen oder mit Verbrennungsmotor. Was die anderen Trends angeht, entwickelt sich die Konnektivität rasant, sodass wir das Auto der Zukunft als einen Computer auf Rädern sehen. Was das Carsharing und autonome Fahren betrifft, werden diese Entwicklungen wohl länger brauchen, um sich durchzusetzen, doch auch sie werden sich zweifellos durchsetzen.

**Was bedeutet das für die Erstausrüster (OEMs)?
Welchen Herausforderungen und Chancen begreifen sie bei dieser Umstellung?**

MARCEL: Beginnen wir mit den Chancen. Wir sind in einer Phase, in der Mobilität, mit dem Auto als Schlüsselement, neu definiert wird. Mit dem Know-how, das die OEMs in den letzten 100 Jahren erworben haben, können sie jetzt neue Fahrzeugkonzepte entwickeln, die neue Fahr- und Sicherheitserlebnisse ermöglichen, indem sie innovative Produktionsmethoden und neue oder andere Lieferketten nutzen. Sie können auch Lösungen entwickeln, die viel umweltfreundlicher und komfortabler sind. Sie können ihren Kundinnen und Kunden Serviceangebote machen. Sie können effizienter produzieren. Und sie können ihre Angebote durch verschiedene Verkaufskanäle, etwa online, vermarkten, die wiederum das Kundenerlebnis verbessern.

Aber es gibt schon auch Herausforderungen?

MARCEL: Natürlich. Eine zentrale Herausforderung ist die Geschwindigkeit dieses Wandels. Kann man sich schnell genug verändern, um mit dieser neuen Welt Schritt zu halten, nicht nur mit neuen Produkten und Fertigungstechnologien, sondern vor allem auch mit dem eigenen Image? Ein grosses Händlernetz zum Beispiel – das bisher ein Schlüsselement für die Vermarktung von Autos war – reicht nicht mehr aus, um die richtige Zielgruppe zu erreichen. Neue Marktteilnehmende denken anders und bewegen sich schnell in diesem Bereich. Das gilt auch für neue Autokonzepte. Software und Konnektivität sind enorm wichtig, sodass es hier mehr Ressourcen, Wissen und Kompetenz braucht. Und es gibt weitere grosse Herausforderungen, die die gesamte Branche betreffen. Gesetzgebung und staatliche Vorschriften haben einen grossen Einfluss auf die Planung und Entwicklung der Mobilität. Das ist von Land zu Land und von Region zu Region verschiedenen. Nehmen wir zum Beispiel die Annahme oder



«DIE SCHLÜSSELBEGRIFFE DIESER NEUEN ÄRA DER MOBILITÄT SIND «KONNEKTIVITÄT», «AUTONOMIE», «SHARING» UND «ELEKTRIFIZIERUNG». DAS ERÖFFNET ALLEN MARKTTEILNEHMENDEN NEUE MÖGLICHKEITEN – AUCH BÜHLER.»

MARCEL NATTERER
CEO Advanced Materials bei Bühlertech

Forderung, dass Elektroautos einen wichtigen Beitrag zum Übergang zu einer nachhaltigen Mobilität leisten müssen. Dafür braucht es noch mehr Kapazitäten zur Entwicklung CO₂-neutraler Fahrzeuge und Lösungen.

Wie wird sich das auf den Wettbewerb zwischen den Automobilherstellern auswirken?

CORNEL: Die Karten werden völlig neu gemischt. Das ist der Grund, warum wir so viele neue Unternehmen und Marken sehen, vor allem in China und den Vereinigten Staaten. Wir befinden uns in einer Startup-Phase. In dieser Situation bieten sich die meisten Chancen für chinesische Hersteller, weil sie auf dem grössten Markt mit einer digital versierten Bevölkerung tätig sind, die volle Unterstützung der Regierung haben und an keine Traditionen gebunden sind. Die US-Autohersteller wiederum haben den besten Zugang zu Software, was ihnen einige Vorteile verschafft. Schwieriger ist die Lage für die europäische Automobilindustrie, insbesondere die deutschen Erstausrüster und ihre wichtigsten Zulieferer.

Neuartige Produktionsmethoden ergeben neue Möglichkeiten. Welche Rolle spielt der Druckguss bei dieser industriellen Metamorphose?

CORNEL: Autos werden hauptsächlich aus Stahl, Kunststoff oder Aluminium hergestellt. Alle Werkstoffe haben ihr eigenes spezifisches Profil mit individuellen Vor- und Nachteilen. Allerdings bietet nur Aluminium die Möglichkeit, grosse Teile in einem Abguss mit einem solchen Grad an Funktionsintegration und Steifigkeit für die Karosserie herzustellen. Darum hat sich in den letzten Jahrzehnten ein allgemeiner Trend zu Strukturteilen wie Stoßdämpferbrücken und Längsträgern aus Aluminium verfestigt. Mit der jetzigen Umstellung auf elektrische Antriebe müssen die Automobilher-

steller die Karosserie ohnehin neu überdenken. Dabei haben sie die Chance, ihre Produktion massiv zu vereinfachen.

Inwiefern?

CORNEL: Die Idee ist, die gesamte Autostruktur im Wesentlichen aus drei Teilen zu fertigen: zwei für die Vorder- und Rückseite und ein Mittelteil, das die Batterie hält, alles aus sehr grossen Aluminiumteilen, die in einem Arbeitsgang hergestellt werden. Die Teile wiegen jeweils problemlos über 100 Kilogramm.

Wie funktioniert das?

CORNEL: Hier kommt mit dem Megacasting eine neue Dimension von Druckgusslösungen ins Spiel. Im Wesentlichen haben wir mit der Carat 610, 840 und 920 eine neue Klasse von Maschinen entwickelt. Die Carat 920 hat eine Schliesskraft von bis zu 92 000 Kilonewton, eine Kraft, die ausreicht, um den Eiffelturm anzuheben. Aber Megacasting funktioniert nur, wenn man den Fluss einer Zelle neu überdenkt. Ein Beispiel: Es braucht so viel Aluminium, dass jede Zelle die Kapazität eines aktuellen Schmelzofens benötigt. Außerdem müssen die Transporteinrichtungen für die Teile geeignet und die Pressen für die Verarbeitung von solch schweren Teilen ausgelegt sein.

Was sind die Vorteile für OEMs?

CORNEL: Ein mit Megacasting hergestelltes Aluminiumteil kann bis zu 100 kleinere Stahlteile ersetzen. Man stelle sich einmal vor, was das in Bezug auf den Platzbedarf und die Montage in den Fabrikhallen bedeutet. Grob geschätzt können dadurch etwa 30 Prozent der Fläche und mehrere hundert Roboter eingespart werden. Aber auch der technische Aufwand, der dadurch minimiert werden



kann, ist nicht ohne. Es ist nicht einfach, das alles in konkrete Zahlen zu fassen, aber es geht sicher in die Millionen.

Welcher der OEMs ist denn bereits auf den Zug aufgesprungen?

CORNEL: Etwa zehn OEMs haben beschlossen, Megacasting in mindestens eine zukünftige Plattform aufzunehmen. Dazu gehören Tesla, das bereits vor einigen Jahren damit begonnen hat, dann neue chinesische Autohersteller wie NIO, Human Horizons und XPENG sowie Volvo und verschiedene andere.

Wo liegen die Herausforderungen?

CORNEL: Die grössten Herausforderungen sind unter anderem die neue Dimension der Teile und die Integration des Gusses in die Montagelinie des Autos. Die Hersteller wollen sicherstellen, dass sie Teile von hundertprozentiger Qualität ohne Ausschussware erhalten. Die Anforderungen an die vollständige Transparenz und Kontrolle des Prozesses werden auch immer höher.

Sind diese Herausforderungen spezifisch für diese Branche?

MARCEL: Ganz im Gegenteil. Das gilt für viele Branchen und Lösungen. Der Schlüssel zur Bewältigung dieser Herausforderungen sind die Daten, digitalen Verbindungen und Anwendungen – also Sensoren, Datenpunkte, Cloud-Plattformen, Analytik und Überwachung –, die eine komplette Prozesskontrolle und Rückverfolgbarkeit ermöglichen. Bühler hat in den letzten Jahren massiv in diesen Bereich investiert und bietet heute eine breite Palette von Dienstleistungen an. Wir haben unsere eigene Branchenplattform namens Bühler Insights entwickelt.

Was bedeutet das für unsere Kundinnen und Kunden im täglichen Geschäft?

MARCEL: Dadurch können wir Dienstleistungen wie etwa myBühler anbieten. Dieser Service umfasst viele Funktionen wie E-Services, E-Unterhalt und E-Trainings, Fernberatung und -unterstützung in Echtzeit, webbasierte Automatisierungsschnittstellen, Dashboards mit Ausfallzeitanalysen und einen Online-Ersatzteilkatalog mit allen zugehörigen kaufmännischen Funktionen – und vieles mehr für ein umfassendes Kundenerlebnis. Heutzutage sind alle Lösungen von Bühler mit Bühler Insights verbunden, unserer zentralen Plattform für vernetzte Produkte und Services. Die Schlüssellösung für den Druckguss in diesem Bereich ist unsere integrierte Digital Cell mit dem SmartCMS (Smart Cell Management). Sie unterstützt unsere Kundinnen und Kunden dabei, ihre Effizienz- und Nachhaltigkeitsziele zu erreichen.

«DER TREND ZUR E-MOBILITÄT VOLLZIEHT SICH SCHNELLER ALS ERWARTET. ES IST ABER KLAR, DASS WIR IN DEN NÄCHSTEN JAHRENAHNTEN WEITER MIT ALLEN ARTEN VON ANTRIEBEN LEBEN WERDEN.»

CORNEL MENDLER

Managing Director Die Casting bei Bühler

Wie funktioniert das genau?

CORNEL: Die Digital Cell vereint alle einzelnen Druckgiesskomponenten in einem intelligenten digitalen Gehirn, dem SmartCMS-System. Mit der Fähigkeit, Informationen von allen integrierten Peripheriegeräten zu sammeln und zu verwalten, wird es den Prozess grundlegend verändern. Das erklärte Ziel der Digital Cell ist es, null Prozent Ausschuss, 40 Prozent weniger Zykluszeit und eine 24/7-Betriebszeit zu erreichen. Mit Megacasting wird dieses Konzept noch wichtiger.

Wie weit ist Bühler Druckguss mit der Umsetzung dieses Konzepts?

CORNEL: Derzeit haben wir zwei voll integrierte Zellen in Betrieb – eine in unserer Testanlage und eine seit fast einem Jahr bei einem Kunden in der kommerziellen Produktion.

Wir treten in eine Phase ein, in der viele Visionen für die Mobilität Realität werden. Welche anderen Lösungen bietet Bühler an?

MARCEL: Mobilität und Automobilbau sind Schlüsselmärkte für unseren Geschäftsbereich Advanced Materials. Leybold Optics, das auf Hochpräzisionsbeschichtungen spezialisiert ist, hat Lösungen zur Produktion aller Sensoren und Linsen, die es für autonomes, sicheres und komfortables Fahren braucht. Die Informationen, die diese Sensoren sammeln, sind auch für vernetzte Mobilitätssysteme wichtig. Eine weitere Anwendung ist die Beschichtung von Autoglas für ein besseres Klima im Auto. Beschichtetes Autoglas kann dazu beitragen, den



Energieverbrauch für Heizung und Kühlung deutlich zu senken; für Elektroautos heisst das, dass sie mit einer Batterieladung weiter fahren können. Weiter hat unser Geschäftsbereich Grinding & Dispersing ein kontinuierliches Mischverfahren entwickelt, um Elektrodenpaste, eine Schlüsselkomponente für Batterien, in höherer Qualität herzustellen. Das Verfahren spart zudem Energie und Platz.

Das ist ein tiefer Umbruch. Gibt es noch weitere Chancen?

MARCEL: Für jeden Bereich der Transformation werden neue Dienstleistungen entwickelt, vor allem im digitalen Bereich – etwa Inline- und Sofort-Qualitätskontrollen. Neue Materialien werden auch neue Märkte schaffen. Bei Bühler bieten wir bereits heute Mahl- und Dispergierlösungen an, die das Portfolio unserer Kundinnen und Kunden, die Vorprodukte und aktive Materialien für Batterien benötigen, durch höhere Leistung und längere Lebensdauer erweitern. Fortschrittliche Infotainmentsysteme, Sicherheit, sowie Funktionen für autonomes Fahren wie LiDAR werden die Nachfrage nach verbesserten Sensoren und präziseren Optiken weiter anheizen. Neben dem Wandel in der Mobilität wird auch die veränderte Art und Weise, wie wir Rohstoffe ver-

brauchen, einschliesslich der Wiederverwendung, des Recyclings und der Verarbeitung von Sekundärmaterialien, immer interessanter für uns; das eröffnet unserem Geschäftsbereich Advanced Materials auch in Zukunft Chancen.

In Umbruchphasen gibt es oft auch gewisse Hypes. Wie nachhaltig sind diese Trends?

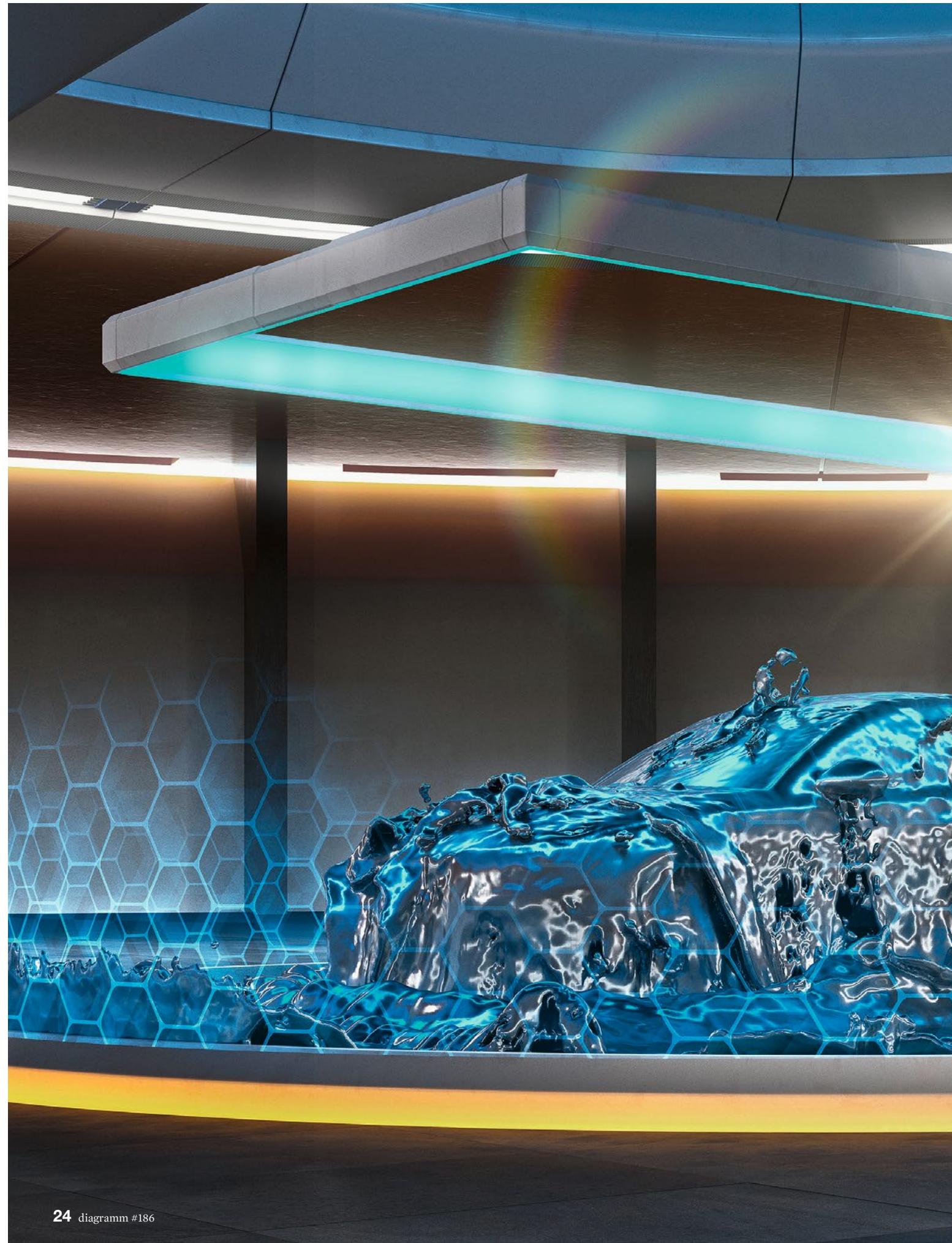
CORNEL: Die neuen Fabriken, die derzeit gebaut werden, werden in etwa drei bis fünf Jahren die ersten Fahrzeuge produzieren. In diesem Zeitraum sehen wir eine wachsende Nachfrage nach neuen Teilen und/oder neuen Plattformen.

Was ist das grösste Risiko?

MARCEL: Meiner Meinung nach sind die Trends, die wir gerade besprochen haben, unumkehrbar. Daher denke ich, dass das grösste Risiko für alle Beteiligten, ob OEM, Zulieferer oder Lösungsanbieter, darin besteht, einfach zuzuschauen und abzuwarten.

Marcel, wann wirst auch du auf die Elektromobilität umsteigen?

MARCEL: Ich bin gerade dabei, das zu prüfen. Wahrscheinlich gehe ich das schrittweise an und starte mit einem Hybrid.



ALUMINIUMLEICHT

Die meisten Autos auf der Welt bestehen heute vor allem aus Stahl. Er ist stabil, relativ preiswert und leicht zu formen. Sein Nachteil: Er ist schwer. Und je schwerer ein Fahrzeug ist, desto mehr Energie verbraucht es.

Jede zusätzlichen 50 Kilogramm verringern die Kraftstoffeffizienz schätzungsweise um ein Prozent. Das belastet nicht nur das Portemonnaie der Fahrgäste und Fahrer, sondern auch die Umwelt; bei Elektrofahrzeugen wirkt es sich auf die Reichweite des Fahrzeugs aus.

Die Suche nach leichteren Alternativen läuft auf Hochtouren. Aluminium landet dabei auf den vorderen Rängen. Es ist leicht, stabil, nachhaltig und darum sehr attraktiv. In Europa ist die Menge an Aluminium in allen Autos von 174 Kilogramm im Jahr 2019 auf 205 Kilogramm im Jahr 2022 gestiegen; in Elektroautos liegt sie bei 283 Kilogramm. Der Trend wird sich wohl fortsetzen, denn Aluminium ist sehr gut recyclebar und zudem nicht nur leichter, sondern auch fast netto null, wenn es mit erneuerbaren Energiequellen hergestellt wird.

Die Zwei-Platten-Technologie der Carat 920 wirkt sich positiv auf die Qualität komplexer, dünnwandiger Teile aus, die eine extrem leistungsstarke und genaue Spritzeinheit und eine gleichmässige Schliesskraftaufbringung erfordern.



EIN GIGANT UNTER RIESEN

TEXT: GERRIT WIESMANN



In der Automobilindustrie ist eine Revolution im Gange. Statt viele einzelne gestanzte Stahlteile zu montieren, giessen die Fahrzeughersteller ein paar wenige Aluminiumteile, die einen grossen Teil der Rohkarosserie bilden. Mit den riesigen Megacasting-Anlagen Carat 840 und Carat 920 von Bühler können Produktionskosten und Produktgewicht gesenkt und die Automobilproduktion kann nachhaltiger gemacht werden.

DIE GRÖSSTEN DRUCKGUSSPLATTFORMEN von Bühler wiegen jeweils über 600 Tonnen und nehmen die Fläche eines grosszügigen Einfamilienhauses ein. Und obwohl die Carat 840 und die Carat 920 so unbeweglich sind wie ein Haus, leisten sie einen entscheidenden Beitrag zur modernen Mobilität, denn dank ihnen können die Automobilhersteller, insbesondere diejenigen, die batterieelektrische Fahrzeuge herstellen, immer grössere Teile in einem Stück giessen. Ein einziger Aluminium-Megacasting ersetzt Dutzende von Teilen, wodurch die Produktionszeit und die Investitionskosten gesenkt werden können, während das Gewicht des Fahrzeugs reduziert und seine Reichweite erhöht wird.

«Wir beobachten einen enormen Anstieg der Nachfrage nach immer grösseren Lösungen», sagt Michael Cinelli, Product Manager Die Casting bei Bühler. «Mit unserer Carat 840 und Carat 920 können wir unseren Kundinnen Lösungen für grosse Strukturauteile mit komplexen Geometrien und neue Karosserieteile anbieten.» Megacasting-Pioniere wollen jetzt den hinteren Unterboden der Karosserie in einem Stück Aluminium herstellen. Damit ersparen sie sich das Zusammenschweißen oder -kleben von 70 bis 100 Bauteilen, die fast alle separat hergestellt werden müssen.

Grössere Gussteile verbessern die Effizienz

Autohersteller können dank Bühler die Produktion von Autos revolutionieren – gleichzeitig werden sie immer effizienter. Wo derzeit eine Produktionsstrasse mit etwa 300 Robotern benötigt wird, um einen hinteren Unterboden zusammenzusetzen, können ihn Automobilhersteller mit der Carat 920 in einem Stück herstellen. Da selbst die grösste Druckgusslösung von Bühler nur etwa 800 Quadratmeter Stellfläche benötigt, können die Hersteller rund 30 Prozent Produktionsfläche einsparen.

Mit den grössten Druckgiessanlagen von Bühler betritt die Fahrzeugproduktion Neuland. Hersteller haben nun die Möglichkeit, Strukturauteile mit einer Grösse von bis zu 1,8 mal 1,8 Metern zu giessen. «Wir sprechen hier über den hinteren und vorderen Unterboden», erklärt Martin Lagler, Director of Global Product Management and Marketing Die Casting bei Bühler. «Mit unseren Lösungen ist das Druckgiessen dieser grossen Teile jetzt Teil des Herstellungsprozesses für Automobile.» Laut Lagler hat Bühler diesen wichtigen Schritt gemeinsam mit seinen Kundinnen und Kunden gemacht. «Wir arbeiten eng zusammen. Und die Reise hat gerade erst begonnen», sagt er.

Grosse Mengen Aluminium in Millisekunden zu formen, ist ein anspruchsvoller Prozess – und die Hersteller können heute doppelt so viel Aluminium in einem Guss verarbeiten wie noch vor ein paar Jahren. «Die Carat 920 kann innert Millisekunden über 200 Kilogramm flüssiges Aluminium in die Form giessen und die beiden Formhälften mit einer Kraft von 92 000 Kilonewton zuhalten», erklärt Cinelli. «Das sind 9000 Tonnen – so schwer ist der Eiffelturm. Man stelle sich das einmal vor: Die Form wird mit dem Gewicht dieses Monuments verriegelt, damit jeder einzelne Schuss perfekt gelingt.»

Um immer grössere und komplexere Teile zu giessen, braucht es leistungsstarke und präzise Druckgiessanlagen. Der Druckguss von Aluminium-Strukturauteilen für Fahrzeuge begann vor etwas mehr als 15 Jahren, und Bühler war von Anfang an dabei. Die Fahrzeughersteller konnten immer mehr Modelle mit Aluminium in der Rohkarosserie pro-

duzieren, darunter Strukturbauenteile wie Federbeinstützen, Längsträger, Heckklappen und Batteriegehäuse für Elektrofahrzeuge. Große und dennoch leichte Aluminiumdruckgussteile standen im Fokus der Industrieinnovation.

Die Carat-Maschinenserie von Bühler ist seit mehr als einem Jahrzehnt ein wichtiger Treiber in diesem Segment. Mit ihrer einzigartigen Gieseinheit mit Echtzeitregelung und einem Giessverfahren, das die Form schützt, kann eine Carat-Druckgusslösung dazu beitragen, die Gesamtproduktivität um bis zu 30 Prozent zu steigern. Dank ihrer Zweiplatten-Schließseinheit ist die Produktion stabiler als weniger robuste Kniehebelgelenksysteme, während eine bessere Schließkraftverteilung und weniger Flitterbildung für eine bessere Reproduzierbarkeit und höhere Verfügbarkeit sorgen. Durch die Automatisierung mit dem Zellenmanagementsystem SmartCMS von Bühler sind alle Peripheriegeräte vollständig integriert, was die Leistung der gesamten Giesszelle steigert.

50 Prozent Marktanteil

Mehr als 800 Carat-Druckgiessanlagen sind heute im Einsatz und stellen die Hälfte aller weltweit produzierten Strukturbauenteile her. Mit dem Beitrag der Strukturbauenteile im Fahrzeugbau als Standard hat sich der Trend zum Megacasting immer mehr durchgesetzt. «Die Automobilhersteller überdenken die Produktion derzeit in vielerlei Hinsicht», sagt Lagler. «Bei Bühler haben wir nicht nur die Lösungen, mit denen sie ihre Zukunftsvisionen von noch größeren Teilen in die Tat umsetzen können, son-

dern wir unterstützen unsere Kundinnen und Kunden auch bei der Entwicklung aller Prozesse, die dafür nötig sind.»

Das liegt daran, dass das Megacasting immer größerer Karosserieteile nicht nur die Grenzen des Druckgusses verschiebt, sondern auch die aller anderen wichtigen Disziplinen – Bauteilkonstruktion, Legierungsauswahl, Schmelzen, Dosieren, Temperieren, Sprühen, Giessen, Entnehmen, Kühlen, Entgraten, Markieren und Endbearbeitung. Bühler liefert seinen Kundinnen und Kunden nicht nur die richtigen Druckgusslösungen, sondern hilft ihnen auch bei der Konzeption der Druckgiesszelle, vom Schmelzofen über die Prozesskette bis hin zum fertigen Teil und dessen Integration.

Mit dem Wachstum des Aluminiumdruckgusses müssen alle Produktionsschritte neu konzipiert werden, um der Größe und dem Gewicht der neuen Megacastings gerecht zu werden – die Tatsache, dass sie nicht mehr von Menschen getragen werden können, ist nur eine von vielen Herausforderungen. Deshalb arbeitet Bühler mit seinen Kundinnen und Kunden zusammen, um komplettete Prozesslösungen vom Aluminiumbarren bis zur Weiterverarbeitung zu konzipieren und in Auftrag zu geben. Roboter und Transportgestelle sind zum Beispiel wichtige Bestandteile eines integrierten Transportsystems, das den Transport der Megacastings von der Carat-Druckgiesszelle zum Karosseriebau übernimmt.

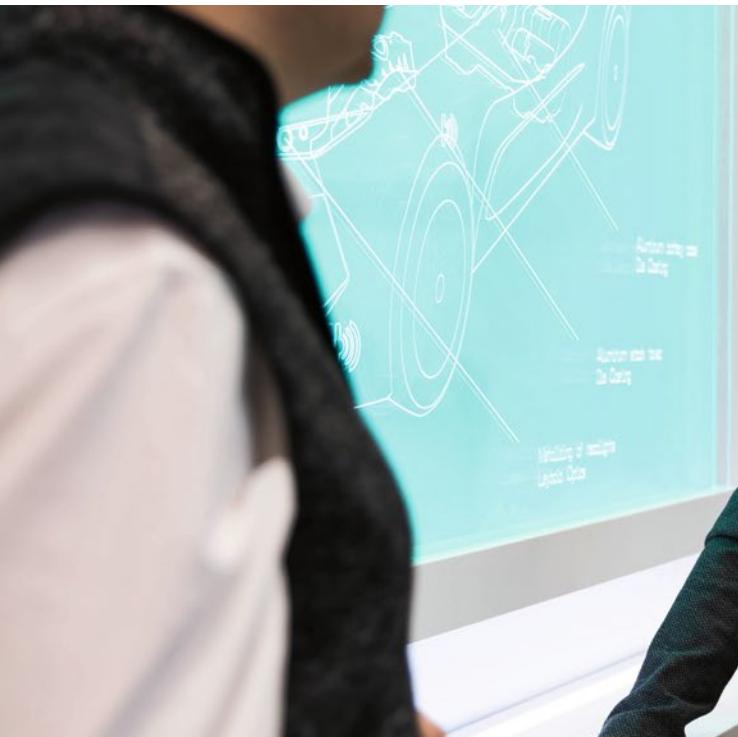
«Bei Bühler können wir mit unserem Partnernetzwerk und unserer umfassenden praktischen Erfahrung bei der Inbetriebnahme und dem Betrieb dieser großen Zellen in Zusammenarbeit mit Gies-



«WIR HABEN DIE MASCHINEN, MIT DENEN AUTOMOBILHERSTELLER IHRE VISIONEN IN DIE TAT UMSETZEN KÖNNEN UND UNTERSTÜTZEN SIE BEI DER ENTWICKLUNG ALLER NOTWENDIGEN PROZESSE.»

MARTIN LAGLER

Director of Global Product Management and Marketing Die Casting bei Bühler



«MIT UNSERER CARAT 840 UND CARAT 920 KÖNNEN WIR UNSEREN KUNDEN LÖSUNGEN FÜR GROSSE STRUKTURBAUTEILE MIT KOMPLEXEN GEOMETRIEN UND NEUE ROHBAUTEILE ANBIETEN. »

sereien und Zulieferern auf der ganzen Welt Lösungen für all diese Prozesse anbieten», sagt Lagler. Bühler unterstützt die Hersteller bei der Entwicklung sowie dem Bau von kundenspezifischen Komplettlösungen und sorgt mit professionellem Projektmanagement für eine termingerechte und budgetkonforme Lieferung. Neben der Planung und der Inbetriebnahme bietet Bühler auch Schulungen, Wartung, Instandhaltung und Unterstützung an, sobald die Megacasting-Zelle in Betrieb ist.

Eine Zukunft ohne Schrott

Ein weiterer wichtiger Vorteil solcher Lösungen ist die Nachhaltigkeit. Aluminiumdruckguss kann fast CO₂-neutral sein, wenn CO₂-arme Aluminiumlegierungen für die Produktion sowie Ökostrom für den Betrieb von Induktionsschmelzöfen verwendet werden. In den Druckgiesszellen werden Abgrate und Überläufe direkt wieder eingeschmolzen, was Transportemissionen sowie Recyclingkosten vermeidet. «Der Aluminiumdruckguss kann nahezu CO₂-neutral sein, wenn Giessereien recycles Sekundäralsinium verwenden und ihre Produktion mit Ökostrom betreiben», sagt Cinelli.

Bühlers Vision für die Zukunft der Druckgussindustrie ist null Prozent Ausschuss, 40 Prozent weniger Zykluszeit und eine 24/7-Produktion. «Es wird immer wichtiger, dieser Vision näherzukommen. Je grösser die Gussteile sind, desto grösser ist der Hebel, um die Produktionskosten zu minimieren, indem wir den Ausschuss und die Zykluszeit reduzieren und die Betriebszeit der Druckgiessanlage erhöhen», sagt Lagler. Das Ziel von Bühler ist es, jeden Schuss perfekt zu machen und jedes Mal einbaufertige Teile zu produzieren.

MICHAEL CINELLI

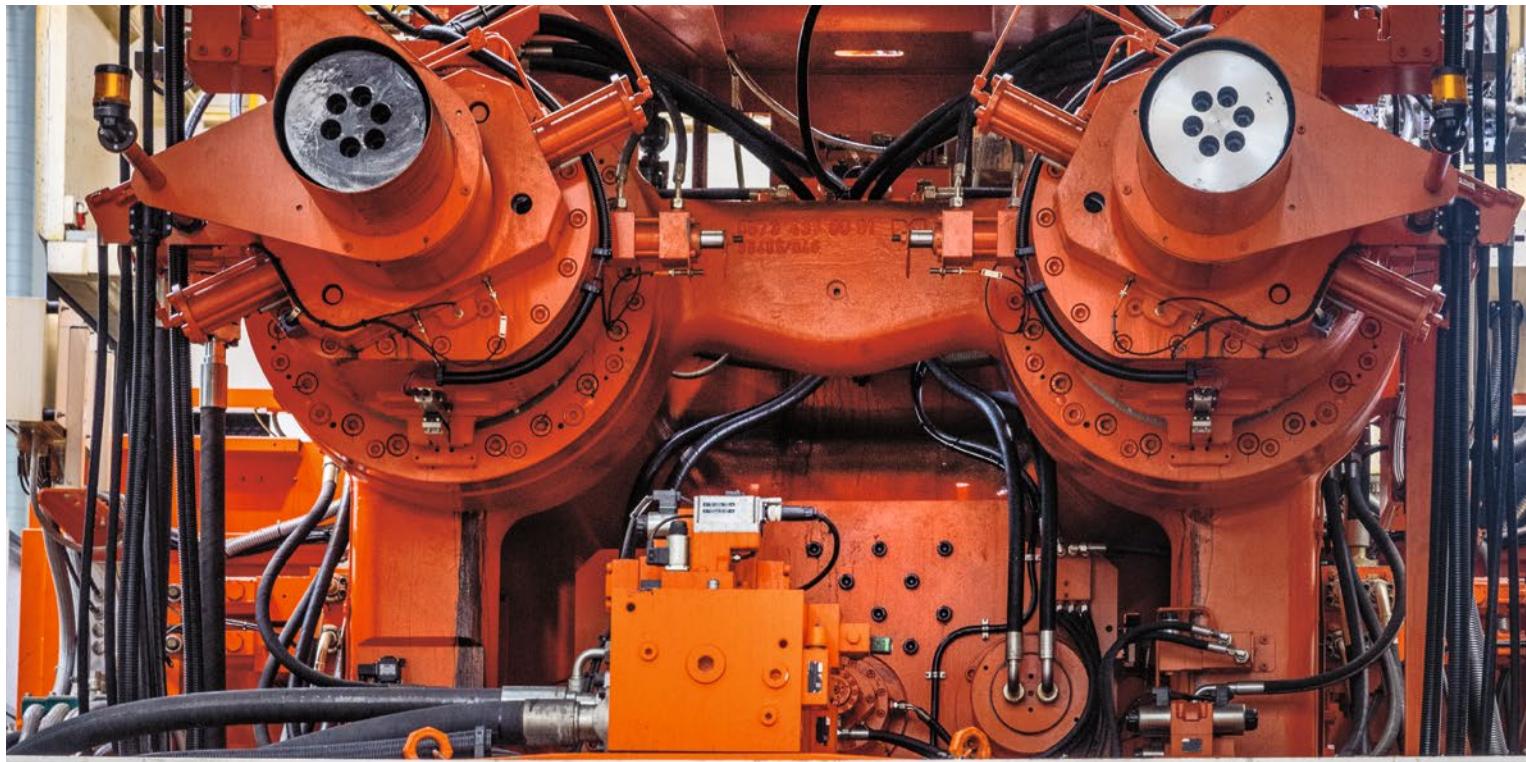
Product Manager Die Casting bei Bühler

VORTEILE

- + Megacasting reduziert das Produktgewicht und die Produktionszeit, indem Dutzende von Teilen ersetzt werden, die ansonsten einzeln zusammengesetzt werden müssen.
- + Eine eigenständige Megacasting-Zelle reduziert den Investitionsbedarf und die Produktionsfläche, da sie Roboter und andere Fertigungseinrichtungen ersetzt.
- + Die Herstellung eines Megacastings kann nahezu CO₂-neutral sein, wenn CO₂-arme Aluminiumlegierungen für die Produktion und Ökostrom für den Betrieb von Induktionsschmelzöfen verwendet werden.

Erfahren Sie mehr über die Megacasting-Lösungen von Bühler.





Magna UK entschied sich für die Carat 220 und die Carat 440.
Die Carat ist eine Zweiplatten-Druckgusslösung mit einer
Schliesskraft von 3400 kN bis 92 000 kN.



AUS DEM BODEN

GESTAMPFT

TEXT: STUART SPEAR

Die Automobilindustrie ist im Wandel. Magna, einer der weltweit grössten Hersteller von Autoteilen, hat mithilfe von Bühler ein hochmodernes Druckgusswerk in Grossbritannien eröffnet und damit sein Konzept in die Tat umgesetzt.

UNSERE ÜBER HUNDERTJÄHRIGE BEZIEHUNG zum Auto ist im Wandel. Nicht nur der Verbrennungsmotor wird durch Elektromotoren ersetzt, sondern wir stehen an der Schwelle zu einer immer stärkeren Automatisierung und Vernetzung der Fahrzeuge. Einige von uns, die in städtischen Gebieten leben, ersetzen den Besitz eines eigenen Autos durch das Konzept des Carsharings. Aber nicht nur unsere Beziehung zum Auto ist im Wandel, sondern auch die Art und Weise, wie es hergestellt wird.

Die Fahrzeugarchitektur entwickelt sich stets weiter. Die weltweite Nachfrage nach Elektrofahrzeugen ist im Jahr 2022 auf über 10,7 Millionen gestiegen, was einer Quote von einem von sieben verkauften Autos entspricht – die Quote lag 2017 noch bei einem von siebzig verkauften Autos. Mit der steigenden Nachfrage nach Elektro- und Hybridantrieben gewinnt der Aluminiumdruckguss zunehmend an Bedeutung. Traditionell wurden Karosserieteile aus Stahlstanzeilen hergestellt, die

dann von Robotern entlang einer Fertigungsstrasse zusammengefügt wurden. Im Aluminiumdruckguss gefertigte Strukturauteile haben den Vorteil, dass sie verschiedene Teile, die traditionell im Stanzverfahren hergestellt werden, integrieren und eine Funktionsintegration in einem Arbeitsgang ermöglichen. Zudem können Aluminiumdruckgussbauteile die Steifigkeit der Karosseriestruktur erhöhen: Sie sind leichter und reduzieren dadurch das Fahrzeuggewicht, was letztlich auch die Reichweite von Elektroautos erhöht.

Zwei Partner auf Augenhöhe

Magna, einer der weltweit grössten Zulieferer von Automobilkomponenten, ist führend in der Herstellung von Strukturauteilen. Vor etwa zehn Jahren beschloss das Unternehmen, ausserhalb von Telford in den West Midlands von England eine neue Aluminiumgiesserei mit einer Fläche von sage und schreibe 225 000 Quadratmetern zu bauen, die



**«WIR BRAUCHTEN JEMANDEN,
DER UNS BEI DER IMPLA-
MENTIERUNG DER MASCHINEN
UNTERSTÜTZT UND UNS FORT-
LAUFENDEN SUPPORT UND
SCHULUNGEN BIETET.»**

DARREN HEIGHT
Geschäftsführer bei Magna UK



Die kompakte Bauweise der Carat 440 bei Magna UK ermöglicht beständige Produktionsprozesse.

Mit dem intuitiven DataView-Steuerungssystem können die Bedienenden den Druckgussprozess in der gesamten Zelle direkt auf dem Touchscreen in Echtzeit anpassen.

einige der grössten Druckgiesszellen in Europa beherbergt. Um die Belieferung seiner britischen Kundinnen und Kunden mit Fahrzeugteilen zu erleichtern, entschied sich Magna für ein Greenfield-Projekt mit Bühler als Lieferanten von einer Carat-220-und sieben Carat-440-Druckgiesszellen.

«Wir haben uns mehrere Lieferanten angeschaut, da wir auch mit anderen Unternehmen zusammenarbeiten. Bühler ist für seine Qualität bekannt und der lokale Support in Grossbritannien ist sehr gut», sagt Darren Height, Geschäftsführer von Magna UK. «Da es weltweit nicht genügend Ingenieurinnen und Ingenieure im Druckgussbereich gibt, brauchten wir einen engen Partner, der uns bei der Implementierung der Maschinen unterstützt und uns fortlaufenden Support und Schulungen bietet.»

Mit 168 000 Mitarbeitenden in 343 Produktionsbetrieben in 29 verschiedenen Ländern stellen die Magna-Werke praktisch alles her, was in ein Auto gehört, mit Ausnahme der Reifen und Fenster. Das Werk in Telford, das von Cosma, einer Abteilung von Magna, betrieben wird, ist auf die Herstellung von Karosserieteilen aus leichtem Aluminiumguss spezialisiert. Die Entscheidung, mit Bühler zusammenzuarbeiten, war der Beginn einer engen Arbeitsbeziehung, die zu einer langfristigen Partnerschaft führte. Die Mitarbeitenden beider Unternehmen haben in den letzten Jahren viel voneinander gelernt und zusammen neue Wege im Bereich der Druckgusstechnik beschritten.

87 Tonnen schwere Maschinen

In Europa ein Greenfield-Projekt von Grund auf neu zu bauen, ist im Druckguss ein relativ seltenes Ereignis. «So etwas kommt wirklich nicht oft vor», erklärt Jeremy Mitchell, Head of Die Casting Nordeuropa bei Bühler. «Ich arbeite seit über 30 Jahren für Bühler. Dies ist erst das zweite Greenfield-Projekt, an dem ich persönlich beteiligt war, bei dem auf einem einst matschigen Feld heute eine vollfunktionsfähige Produktionshalle steht.»

Ein Greenfield-Projekt bringt viele Herausforderungen mit sich. «Alles beginnt mit dem Entwurf des Gebäudes selbst, um den verfügbaren Platz optimal zu nutzen. In dieser Projektphase haben wir Magna dabei unterstützt, die Maschinen im Gebäude unterzubringen», sagt Mitchell. «Das ist nicht so einfach, wie es sich anhört – wir sprechen von Druckgiesszellen, die auf über 100 Quadratmetern Grundfläche stehen, und für jede von ihnen wird ein spezielles Fundament benötigt, das das stolze Gewicht von fast 300 Tonnen tragen kann.» Und natürlich geht es bei einer Druckgiessanlage nicht nur um die Druckgiesszelle selbst, sondern es ist auch notwendig, von Beginn an den Ablauf der Produktion zu planen. Angefangen bei der Anlieferung der Aluminiumbarren bis hin zum Endprodukt, das nach der Vormontage die Fabrik verlässt.

Jeder Produktionsschritt innerhalb der Zelle ist miteinander verknüpft, sodass Bühler jeden Prozess überwachen muss. Der Ofen, in dem das Aluminium geschmolzen wird, musste für die grösitere Maschine geeignet sein, während Magna eine spezielle Laserätzung benötigte, die in die Zelle integriert werden musste. Ein solch hohes Mass an Interkonnektivität bedeutete eine enge Zusammenarbeit.

Bühler arbeitete mit Magna in jeder Phase des Prozesses zusammen. Jede Zelle erforderte einen einzigartigen Ansatz, um sowohl die bestehenden Produktionsprozesse von Magna zu integrieren als auch die Bearbeitung von viel grösseren Bauteilen zu ermöglichen, wobei alle Modifikationen darauf ausgerichtet waren, die Qualität und die Effizienz zu

«WENN WIR EINE MÖGLICHKEIT SEHEN, KÖNNEN WIR EINE IDEE ENTWICKELN – UND DANN MIT BÜHLER ZUSAMMENARBEITEN, UM SIE ZU VERWIRKLICHEN.»

IAN ASTERLEY

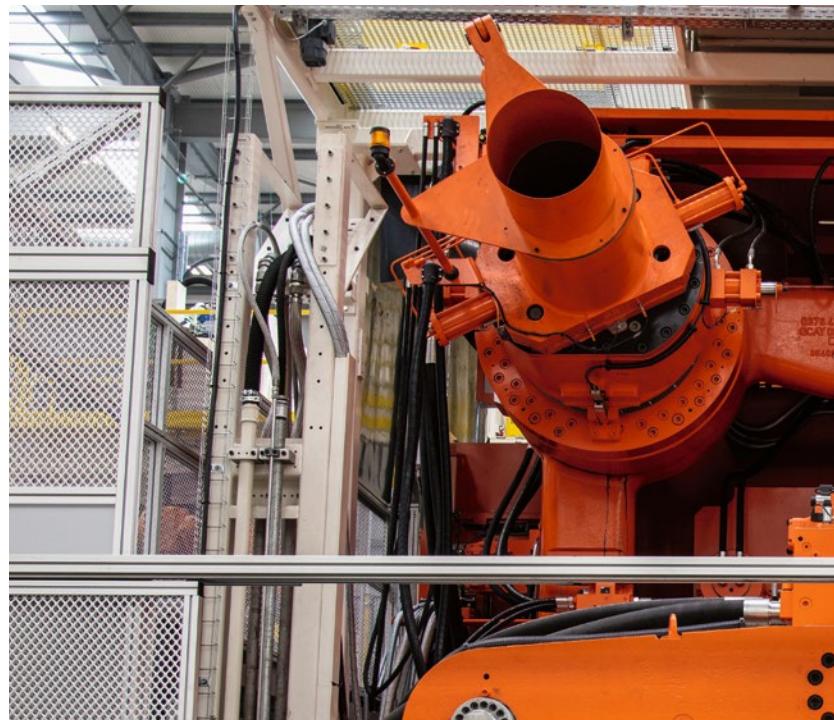
Technical Manager bei Magna UK



verbessern. Ursprünglich war die riesige Anlage für acht Druckgiessmaschinen geplant. Das Team zeigte viel Flexibilität, indem es eine neunte Anlage in die Pläne miteinbezog.

Der Bau der Anlage brachte einzigartige Herausforderungen mit sich, darunter auch die schiere Grösse der zu installierenden Maschinen. «Wir hatten nur eine Tür, durch die wir die grossen Teile der 87 Tonnen schweren Druckgiessmaschine transportieren konnten, und nur wenige Zentimeter Platz auf beiden Seiten der Lastwagen. Wenn wir rangieren wollten, musste jede Bewegung genau geplant werden», erklärt Mitchell. «Der aufregendste Teil des Projekts war, als der erste Schuss der ersten Druckgusszelle erfolgreich war, nachdem wir zwei Jahre lang darauf hingearbeitet hatten.» Das erste Teil, das Magna aus den Druckgiesszellen herstellte, war eine Federbeinstütze in Zweifach-Kavität für den Automobilhersteller Jaguar Land Rover. «An diesem Abend feierte das Team den erfolgreichen ersten Schuss bei einem gemeinsamen Abendessen.»

Dass das Projekt so erfolgreich verlief, war nur durch die gute Zusammenarbeit zwischen den beiden Unternehmen und insbesondere zwischen den 20 Personen möglich, die von Anfang an als Kernteam beteiligt waren. «In Anbetracht der immensen Grösse und Komplexität des Projekts verlief alles reibungslos», erklärt Mitchell. «Ein Projekt wie dieses kommt nur ein- oder zweimal in der beruflichen



«DER AUFREGENDSTE TEIL DES PROJEKTS WAR, ALS DER ERSTE SCHUSS DER ERSTEN DRUCK-GIESSZELLE ERFOLGREICH WAR, NACHDEM WIR FAST ZWEI JAHRE LANG DARAUF HINGEARBEITET HATTEN.»

JEREMY MITCHELL
Head of Die Casting Nordeuropa bei Bühler

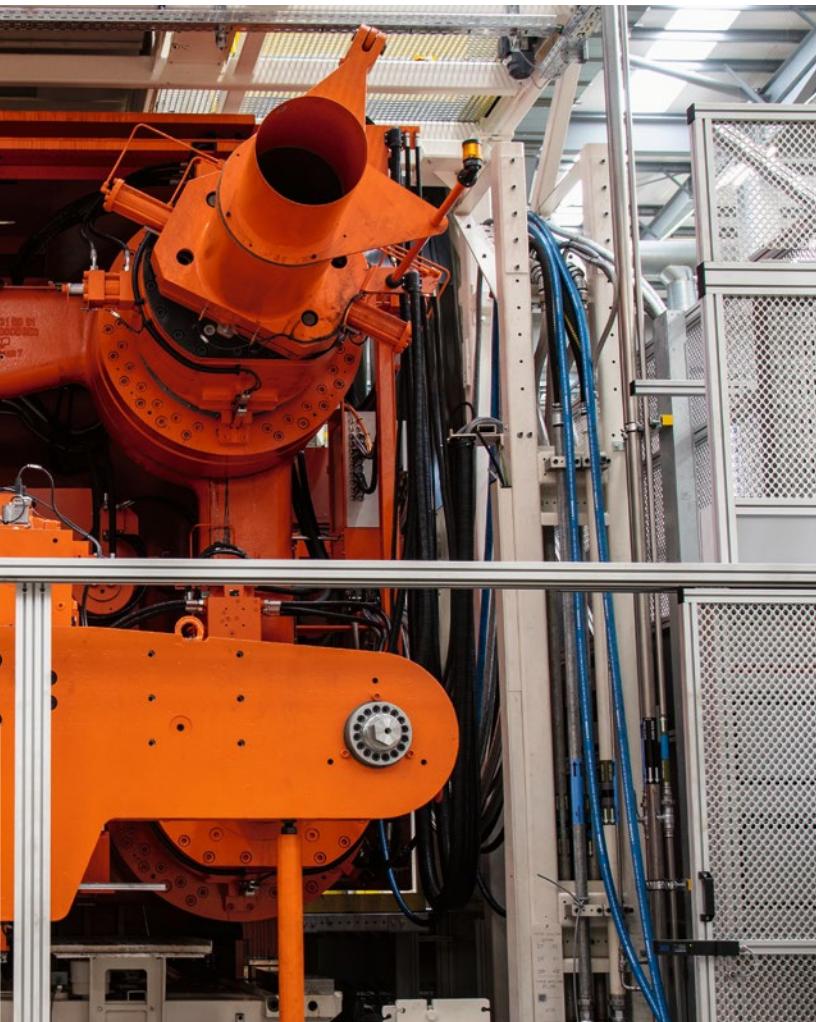
Laufbahn vor. Ich bin immer noch regelmässig am Magna-Standort und jedes Mal, wenn ich durch die Hallen gehe, bin ich stolz darauf, Teil dieses erstaunlichen Projekts und Teams gewesen zu sein.»

Weiterbildung als Erfolgsfaktor

Nach der Unterstützung bei der Planung der Anlage und der Produktionszellen trat die Beziehung zwischen Bühler und Magna mit der Eröffnung der Anlage im Jahr 2018 in eine neue Phase. Schulungen und technischer Support rückten nun in den Mittelpunkt, da Bühler umfassende Vor-Ort-Schulungen für die Bedienenden durchführte und sie bis heute mit zuverlässigen Serviceeinsätzen unterstützt.

Magna ist an einigen der kompliziertesten Dünnwand-Strukturgussteilen der Branche beteiligt, die hochqualifizierte Bedienende erfordern. Deswegen plant Magna, dem gegenwärtigen Mangel an Druckgussingenieurinnen durch eine Kombination





Die einzigartige Schusskontrolle und das Giessverfahren der Carat erhöhen die Gesamtproduktivität um bis zu 30 Prozent.

aus Neueinstellungen und Weiterqualifizierung entgegenzuwirken. «Wir haben erkannt, dass es im Druckgussbereich einen Generationswechsel gibt, und wir wollen die nächste Generation von Ingenieuren in die Branche bringen», erklärt Height.

«Es gibt die formale Seite der Ausbildung, die darin besteht, dass wir die Leute in Schulungen schicken, aber ein grosser Teil davon ist die Ausbildung am Arbeitsplatz, weshalb wir hier bei uns Ingenieurinnen und Ingenieure von Bühler brauchen, die eng mit uns zusammenarbeiten. Eine weitere Kernkompetenz von Bühler ist die Ausbildung von Druckgussfachleuten zur optimalen Nutzung der Anlagen. Bühler bietet zahlreiche Schulungen in seinen Application & Training Centers in China, den USA und der Schweiz an. Zudem schult das Team von Bühler, bestehend aus hochqualifizierten Druckgiesstechnologen, auch Kundinnen und Kunden vor Ort an deren Anlagen – wie im Fall von Magna.

Von den Maschinen lernen

Auch Bühler hat viel von dieser Zusammenarbeit mitgenommen. Ian Asterley, Technical Manager des Magna-Werks, verfügt über Erfahrungen aus ande-

ren Druckgiessereien. Neben der fortschrittlichen Technologie und der hohen Prozesskontrolle ist ein wichtiger Fortschritt im Magna-Werk die Menge an Echtzeitdaten, die den Verfahrenstechnikerinnen und Ingenieuren zur Verfügung stehen und die fundierteren und genaueren Entscheidungen während des Produktionszyklus ermöglichen.

Die Daten liefern auch wichtige Rückmeldungen für Bühler. «Die Rückmeldungen von den Maschinen geben uns eine echte Chance zu lernen», erklärt Asterley. «Ich denke, einer der grössten Erfolge ist, dass dies eine weitere Zusammenarbeit mit Bühler zur Verbesserung der Maschinen ermöglicht. Wir haben fast zehn zusätzliche Modifikationen an der Software vorgenommen. Wenn wir eine Möglichkeit für Verbesserungen sehen, können wir eine Idee entwickeln – und dann mit Bühler zusammenarbeiten, um sie zu verwirklichen.»

VIDEO



Erfahren Sie mehr über die Entwicklung des Greenfield-Projekts bei Magna UK im Video.

INFO



Magna International

Aurora, Ontario, Canada

Gegründet im Jahr 1957.

Magna entwirft, konstruiert und fertigt nahezu jeden Aspekt eines Fahrzeugs. Das globale Netzwerk mit 168 000 Mitarbeitenden umfasst 343 Fertigungsbetriebe und 88 Produktentwicklungs-, Konstruktions- und Vertriebszentren in 29 Ländern.

Magna beliefert 58 OEMs (Original Equipment Manufacturers) auf der ganzen Welt.

Magna UK vertraut auf die Druckgiess-technologie Carat 220 und 440 von Bühler für die Herstellung hochwertiger Fahrzeugteile.



Alumobility

ALUMINIUM – DAS FEDERLEICHTE SCHWERGEWICHT

TEXT: BIANCA RICHLÉ

In Sportwagen kommt Aluminium seit Jahrzehnten zum Einsatz. Nun macht das Material auch in Mittelklassewagen mit sprichwörtlicher Leichtigkeit Schlagzeilen, und Elektroautos sind ohne Aluminium kaum mehr vorstellbar. Denn neben dem geringen Gewicht punktet das zu 100 Prozent recyclebare Metall mit gesteigerten Reichweiten, CO₂-Einsparungen und Sicherheitsaspekten.

VON NULL AUF HUNDERT in vier Sekunden. Das ist für einen Sportwagen nur möglich, wenn er leicht gebaut ist. Deshalb setzen Sportwagenhersteller bereits seit Jahrzehnten auf Aluminium. Und auch Luxuswagenhersteller sind auf den Zug aufgesprungen. Sie stellen den Achsenbereich, Anbauteile und Struktur aus Aluminium her. Der Motor und das Getriebegehäuse werden heutzutage sogar bei praktisch allen Autos aus Aluminium gegossen, bei Antrieben mit Verbrennungsmotor wie auch beim Elektroantrieb. Grundsätzlich ist es möglich, das gesamte Fahrzeug inklusive Struktur und Haut aus Aluminium zu bauen, was einige Elektroautomobilhersteller bereits tun. In Zukunft wird der Trend zu Aluminium weiter zunehmen, vor allem aufgrund der steigenden Elektrifizierung. «Für Elektrofahrzeuge lohnt sich eine Karosserie aus Aluminium in jedem Fall, denn dank dem geringeren Gewicht reichen kleinere Batterien aus, um die gleiche Leistungsstärke zu erzielen», erklärt Dr. Thomas Rudlaff, Managing Director von Alumobility. Alumobility ist eine globale Initiative führender Aluminium- und nachgelagelter Technologiepartner. Durch technische Studien und seine Vordenkerrolle will Alumobility dazu beitragen, das Versprechen einer leichteren, effizienteren und nachhaltigeren Mobilität zu erfüllen. «Das ganze Thema Effizienz bringt Aluminium immer mehr in die führende Rolle», sagt Rudlaff. Dies ist auch der

Grund, warum Tesla und alle Newcomer im Bereich Elektrofahrzeuge fast nur noch mit Aluminium arbeiten. Für bestehende Automobilhersteller ist der Wechsel ein wenig schwieriger, da sie dazu einen Teil der Produktion umstellen müssen.

Gute Energieabsorption erhöht die Sicherheit
Die Effizienz ist nicht der einzige Grund, der für den Leichtbau mit Aluminium spricht. «Aufgrund des leichteren Gewichts sind Leichtbauwagen auch besser im Handling, was sich besonders in Kurven zeigt», sagt Rudlaff. «Zudem können Sekundärobjekte wie Reifen oder Bremsen ebenfalls leichter gebaut werden, da sie nicht so viel Gewicht standhalten müssen.»

Ein Leichtbauwagen spart rund 100 Kilogramm an Gewicht im Vergleich zu einem herkömmlichen Auto. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Energieabsorption. «Aluminium absorbiert mehr Energie als Stahl, wenn es sich faltet. Deshalb bestehen heute viele Crashmanagementsysteme aus Aluminium», sagt Rudlaff. Insbesondere für Elektroautos ist dies wichtig, weil die Batterie bei einem Aufprall unbedingt geschützt bleiben muss. Aluminium hat sehr interessante Eigenschaften für den Fahrzeugbau, die oft unterschätzt werden. «Man denkt immer, Aluminium sei weich, aber beispielsweise bei Hagelschlag verhält sich Aluminium besser als Stahl.»

«DAS GANZE THEMA EFFIZIENZ BRINGT ALUMINIUM IMMER MEHR IN DIE FÜHRENDE ROLLE.»

DR. THOMAS RUDLAFF
Managing Director von Alumobility

Nachhaltig dank Recyclebarkeit
Aluminium ist wie alle Metalle zu 100 Prozent recyclebar und wie auch alle anderen Metalle beliebig oft wieder einschmelzbar. Rund 75 Prozent des jemals hergestellten Aluminiums befinden sich immer noch im Umlauf. «Aluminium hat den Vorteil, dass es einen geringeren Schmelzpunkt hat als Stahl», sagt Rudlaff. Dies zahlt sich beim Recyceln aus. Wird Aluminium recyclet, benötigt es nur fünf Prozent der Energie für die Primärherstellung. Daher ist die Verwendung von Sekundäralsinium sehr loh-

nend. Es können tiefe Werte von 0,5 Kilogramm CO₂ pro Kilogramm Aluminium erreicht werden. Die Verwendung von Primäraluminium ist ebenfalls sehr sinnvoll, wenn dazu nachhaltig produziertes Aluminium verwendet wird. Aluminium, bei dessen Herstellung erneuerbare Energien zum Einsatz kommen, erreicht einen Fussabdruck von etwa vier Kilogramm CO₂ pro Kilogramm Aluminium. Wenn die CO₂-Quantifizierung unter dem Wert von acht Kilogramm pro Kilogramm Aluminium liegt, ist die Produktion nachhaltiger als bei Stahl.

«Da das Fahrzeug durch das Aluminium leichter wird, bedeutet das für Verbrenner, dass die Effizienz des Energiehaushalts besser wird und dadurch der Spritverbrauch geringer wird», erklärt Rudlaff. Für Elektrofahrzeuge nimmt der Energieverbrauch ebenfalls stark ab. Ein Auto mit 1600 Kilogramm Leergewicht im Vergleich zu einem Fahrzeug mit 1500 Kilogramm Leergewicht beispielsweise spart circa 1 Kilowattstunde auf 100 Kilometer. Dies bedeutet, dass die Batterie um sechs Prozent kleiner sein könnte, um die gleiche Reichweite zu schaffen. Die Batterie zu verkleinern, lohnt sich finanziell, da deren Rohmaterialien und die Herstellung sehr kostenintensiv sind, und es schlägt sich auch in der CO₂-Bilanz positiv nieder, da die kleinere Batterie viel weniger ressourcenintensiv ist. «Das Schöne ist, dass ich die gleiche Beschleunigungsperformance mit einer kleineren Batterie erreiche», so Rudlaff.

Bauteilreduktion und Funktionsintegration

Die Aluminiumkarosserie kann entweder in der Blechkonstruktion gefertigt oder im Druckgussverfahren hergestellt werden. «Der Vorteil von Druckguss ist, dass ich viele Funktionen in einem Bauteil vereinen kann. So kann ich die Bauteile reduzieren, was für die Produktion interessant ist», sagt Rudlaff. «Zudem kann ich meine Teile lastpfadgerecht planen. Das ist bei der Blechkonstruktion schwieriger und aufwendiger. Ich kann meinen Druckguss genau an meine Berechnung anpassen. Das ist für die Konstruktion interessant. Da, wo ich Lasten einleite, setze ich ein Druckgussteil ein und wenn ich schon eins habe, integriere ich weitere Bauteile.» Es bleibt spannend zu sehen, wie die Industrie sich weiter entwickeln wird. Für Rudlaff ist klar: «Die Zukunft ist elektrisch und die Zukunft ist Aluminium.»

«FÜR ELEKTROFAHRZEUGE LOHNT SICH EINE KAROSSERIE AUS ALUMINIUM, DA DANK DEM GERINGEREN GEWICHT KLEINERE BATTERIEN DIE GLEICHE LEISTUNGSSTÄRKE ERZIELEN.»

DR. THOMAS RUDLAFF

Managing Director von Alumobility

INFO

 alumobility

Alumobility

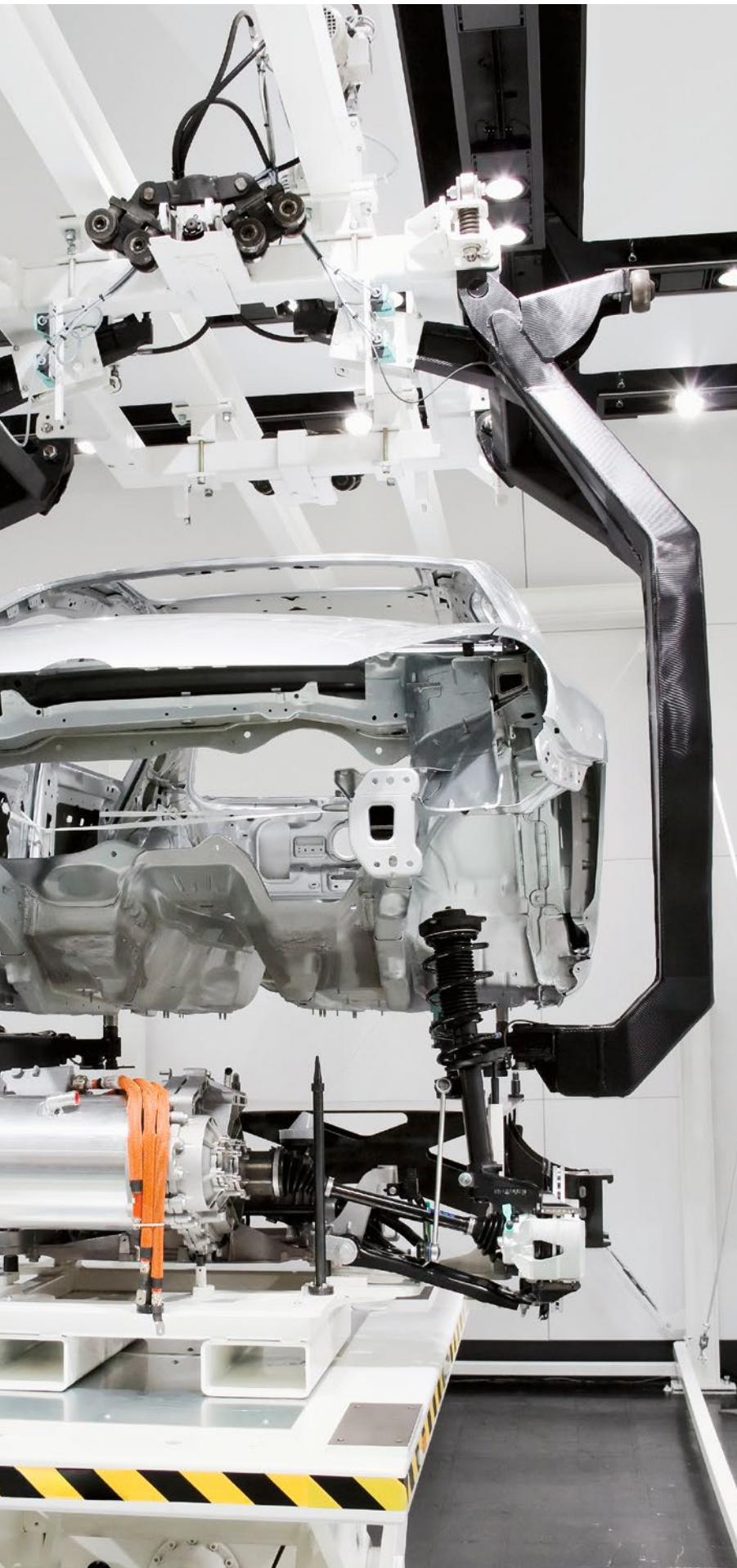
Global, Gründungsort Zürich, Schweiz

 Gegründet im Jahr 2021.

 Alumobility ist eine globale Initiative führender Aluminium- und nachgelagerten Technologiepartner. Durch technische Studien und seine Vordenkerrolle will Alumobility dazu beitragen, das Versprechen einer leichteren, effizienteren und nachhaltigeren Mobilität zu erfüllen.

 Die Mitglieder von Alumobility sind Constellium, Novelis, Speira, Magna, ARO, Atlas Copco, fischer group und Sika.





DR. THOMAS RUDLAFF



Als Managing Director ist Dr. Thomas Rudlaff für die Strategie und die Leitung von Alumobility verantwortlich, einschliesslich der Förderung, der Mission, der Organisation und der Erweiterung des Netzwerks durch neue Mitglieder und Partner.

Als ehemaliger leitender Ingenieur bei den Automobilherstellern Mercedes-Benz und Audi bringt Rudlaff mehr als 30 Jahre Erfahrung im Design und in der Entwicklung von leichten Fahrzeugstrukturen mit zu Alumobility. Er hat mehrere Projekte zur Einführung von Fahrzeugen aus Aluminium geleitet, darunter das erste aluminiumintensive Fahrzeug bei Mercedes-Benz. Neben der Sicherheit und Zuverlässigkeit von Fahrzeugen ist es seine Leidenschaft, Autos zu entwickeln, die Spass beim Fahren machen und gleichzeitig die Umwelt schonen. Zu Beginn seiner Karriere leitete Rudlaff einen Verband, der sich mit Fertigungstechnologie befasste. Er hat regelmässig Beiträge für Branchenorganisationen, darunter Automotive Circle, verfasst.

Thomas Rudlaff hat einen Abschluss in Physik von der Universität Kaiserslautern und einen Doktortitel in Lasertechnologie von der Universität Stuttgart.

Aluminium ist leicht, flexibel und verformbar und bietet somit mehr innovative Designmöglichkeiten. Die Festigkeit und die Haltbarkeit sind ähnlich wie die von Stahl, doch es faltet sich bei einem Aufprall vorhersehbarer und absorbiert Stöße besser.

Trace Die Cast

JEDER SCHUSS EIN TREFFER

TEXT: LUKAS HOFSTETTER
FOTOS: MICHAEL TEDESCO



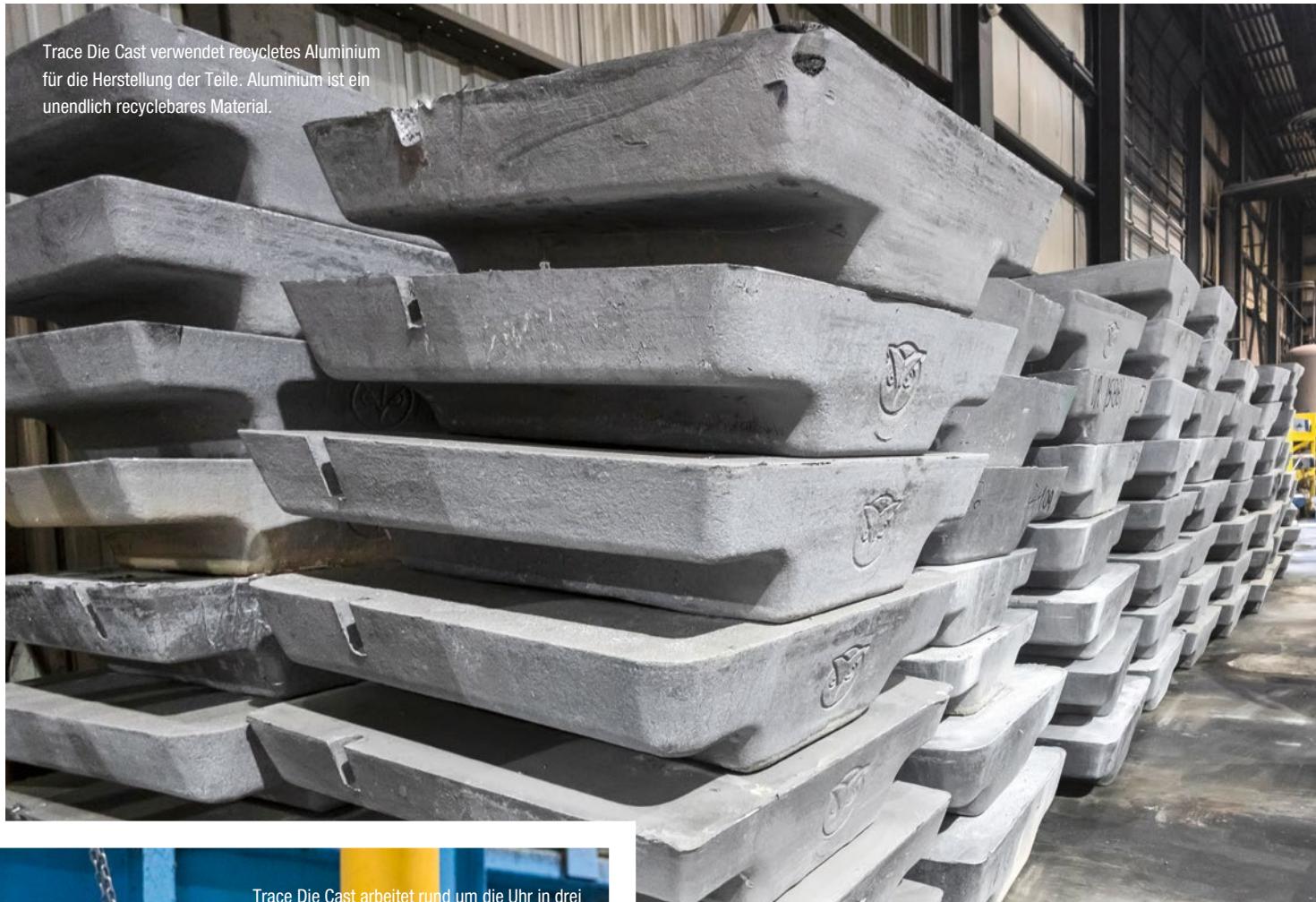
Trace Die Cast hat die Zeichen der Zeit erkannt und ist zu einem der wichtigsten Lieferanten von Druckgussteilen für den boomenden Markt für Elektrofahrzeuge geworden. Was in den späten 1980er Jahren als Paradebeispiel für Unternehmertum und Innovationsdrang begann, ist heute ein florierendes Unternehmen mit einer grossen Zielstrebigkeit, das einen grundlegenden Wandel in der amerikanischen Mobilität ermöglicht. Mit der Carat-Druckgiess-technologie von Bühler hat Trace auf das richtige Pferd gesetzt und behält in Zeiten grosser Umwälzungen und neuer Geschäftsmöglichkeiten die Nase vorn.

OB DAS BERÜHMTE Kentucky-Derby-Pferderennen, ein Schluck süßer Bourbon oder die kultige Chevrolet Corvette – Kentucky ist bekannt für seine tief verwurzelten Traditionen. Wer durch den Bluegrass State südlich des Rust Belt fährt, einer Region, die sich durch den Mittleren Westen und den Nordosten der USA erstreckt, wird eindrucksvoll an die Bedeutung der Industrie als Rückgrat der amerikanischen Wirtschaft erinnert. Aber auch an ihre Kraft als Innovationstreiber, denn das Gesetz der Märkte zwingt auch sie, sich weiterzuentwickeln, um wettbewerbsfähig zu bleiben. In Bowling Green verkörpert Trace Die Cast diese Rolle perfekt.





Null Raum für Fehler: Kent Guthrie und sein Team stellen sicher, dass jedes einzelne Teil, das die Fabrik verlässt, von höchster Qualität ist.



Das familiengeführte, typisch mittelgrosse amerikanische Produktionsunternehmen mit seinen rund 400 Mitarbeitenden ist eine wichtige Triebkraft für den immer schneller werdenden Übergang zu umweltfreundlicher Mobilität in den USA. Ange-sichts der stets steigenden Nachfrage nach hochwertigen Teilen für Elektrofahrzeuge (Electric Vehicles, EVs) ist Trace bereit, die Produktion auszuweiten und seine Vorreiterrolle auszubauen.

Eine einmalige Gelegenheit

«Vor ein paar Jahren setzten wir uns mit unseren Ingenieurinnen zusammen, um die Geschäftsmöglichkeiten zu besprechen, die unser Know-how im Aluminiumpräzisionsguss bietet. Wir erkannten, dass der Wechsel vom Verbrennungsmotor zu batteriebetriebenen Autos ein Megatrend werden würde», sagt Chris Guthrie, President and CEO von Trace Die Cast. «Wir bemerkten eine steigende Nachfrage nach viel komplexeren Teilen mit geringerem Gewicht und dünneren Wänden. Unsere Ingenieure waren fest davon überzeugt, dass wir mit den modernen Druckgiessmaschinen und den grossartigen Mitarbeitenden in unserem Unterneh-men einen Vorsprung vor unserer Konkurrenz ha-ben. Da wurde uns klar, dass wir aggressiv in den

Chris Guthrie, President and CEO von Trace Die Cast (rechts) und Steve Jacobson, President and CEO von Bühler-Prince diskutieren über die Herausforderungen bei der Herstellung von komplett neuen Teilen.



«UNSERE INGENIEURE WAREN FEST DAVON ÜBERZEUGT, DASS WIR MIT UNSEREN GROSSARTIGEN MITARBEITENDEN UND MODERNEN DRUCKGIESSMASCHINEN EINEN VORSPRUNG VOR UNSERER KONKURRENZ HABEN.»

CHRIS GUTHRIE

President and CEO von Trace Die Cast

Markt für Elektrofahrzeuge einsteigen und die Chance ergreifen mussten, um ein wichtiger Akteur in der Mobilität der Zukunft zu werden.»

Chris Guthrie und sein Bruder Kent Guthrie, Vice President of Facilities, führen Trace Die Cast in zweiter Generation. Ihr Vater Lowell Guthrie gründete das Unternehmen 1988 mit zwei Partnern und begann mit zwei Druckgiessmaschinen. Ihr Wachstum in den letzten 25 Jahren ist eng mit Bühler verbunden. Im Jahr 1999 kaufte Trace die erste Druckgiessmaschine von Bühler und dann 2012 die ersten Zweiplatten-Druckgiessmaschinen der Carat-Serie. Bis heute hat das Unternehmen 41 Maschinen von Bühler installiert.

Neue Chancen auf neuem Markt

500 Meilen von Bowling Green entfernt warteten Steve Jacobson, President and CEO von Bühler-Prince in Michigan, und sein Team 2015 schon auf den Anruf der Guthrie-Brüder, um ihre ambitionierten Pläne voranzutreiben. «Als Trace an uns heran-

trat, um mit der Produktion von Teilen für Elektrofahrzeuge zu beginnen, hatten wir einige spannende Diskussionen. Um in diesen neuen Markt vorzudringen, brauchte Trace neue Technologien und Fähigkeiten. Außerdem bot sich die einmalige Chance, gemeinsam in dieses Vorhaben einzusteigen, neue Anwendungen zu entwickeln und herausfordernde Situationen zu überwinden, um in diese Möglichkeiten hineinzuwachsen», sagt Jacobson.

Diese Kundennähe in Verbindung mit dem grossen Know-how von Bühler im Druckguss war für das Team von Jacobson die perfekte Voraussetzung, um Trace bei seinen Vorhaben zu unterstützen, eine führende Rolle bei der Lieferung von Teilen für Elektrofahrzeuge zu übernehmen. «Die grösste Herausforderung war es, Wege zu finden, um Teile für Elektrofahrzeuge zu produzieren, die so noch nie zuvor konstruiert worden waren», sagt er.

Eines der wichtigsten Teile, die Trace rund um die Uhr herstellt, sind Batterieträger. Sie befinden sich an der Unterseite von Elektroautos und müssen



In seinem Qualitätskontrollzentrum setzt Trace Die Cast auf modernste Technologie, um sicherzustellen, dass jedes Teil einwandfrei ist.

stabil sein, um die Batteriepakete zu schützen und das Gewicht einer Batterieeinheit zu tragen, das zwischen 20 bis 25 Kilogramm beträgt. Da das Gewicht eines Elektroautos dessen Reichweite bestimmt – ein wichtiges Verkaufsargument in einem hart umkämpften Markt –, zählt jedes Gramm. Eine Menge Hausaufgaben für die Ingenieurteams von Trace und Bühler.

«Wir mussten eine Prozesslösung entwickeln, die all diese neuen Anforderungen erfüllt. Diese Teile haben viele Merkmale, die bei herkömmlichen Fahrzeugen in verschiedenen Teilen des Antriebsstrangs vorhanden sind – wir mussten sie in einem Teil vereinen», sagt Jacobson. Die Teile mussten aufgrund der rechteckigen Form masshaltig sein, damit sie in Serie nebeneinander montiert werden können. «Eine weitere Herausforderung bestand darin, die Teile für schwierige Witterungsbedingungen abzudichten, da sie unter dem Fahrzeug montiert werden und Regen, Schnee, Schlamm und winterlichen Straßenverhältnissen ausgesetzt sind», fügt er hinzu. Der Aluminiumdruckguss war die perfekte Wahl, um zu gewährleisten, dass Trace die strengsten Qualitätsanforderungen erfüllen kann.

Für Kent Guthrie war die Versuchsphase in der Entwicklung dieser Teile ebenso stressig wie aufregend. «Diese Teile herzustellen, erforderte von uns allen ein Umdenken in der Produktion. Wir haben die Köpfe zusammengesteckt und unzählige Versuche durchgeführt, um Produktionsstandards

zu entwickeln, die bei jedem Schuss die höchsten Ansprüche erfüllen», erklärt er. Das Team von Bühler konnte sich auf die jahrzehntelange Erfahrung von Kent Guthrie verlassen, um die zuverlässigsten Prozesse zu entwickeln.

Wenn es um Teile für Elektrofahrzeuge geht, gibt es buchstäblich keinen Spielraum für Fehler. «Die Toleranzen sind extrem klein, da es keine Motorengeräusche gibt, die die Geräusche des Antriebssystems wie bei einem herkömmlichen Auto überdecken», sagt Guthrie. In einem leisen Elektroauto – ein weiteres wichtiges Verkaufsargument – beeinträchtigen selbst fast unmerkliche Geräusche das Fahrerlebnis erheblich.

Voneinander lernen

«Unser Job ist es, bei jedem Schuss Perfektion zu erreichen, genau wie bei einem Elite-Tennisspieler zum Beispiel. Der Spielraum für Fehler wird immer kleiner. Wir müssen Tag für Tag Höchstleistungen erbringen. Deshalb reisen wir regelmäßig in das Druckguss-Anwendungszentrum von Bühler im schweizerischen Uzwil, um uns über die neusten Technologien zu informieren und unsere Bedienten im Umgang mit den Maschinen zu schulen», sagt Guthrie. Er und zwei seiner Mitarbeitenden haben im Januar 2023 ein paar Tage in Uzwil verbracht, um sich über die ServoDrive-Lösung von Bühler zu informieren. «Die grössten Kosten in jeder Giesserei sind die Material- und Energiekos-



Die Expertinnen und Experten von Trace besuchen regelmäßig das Druckguss-Anwendungs-zentrum von Bühler in Uzwil für Schulungen, um sicherzustellen, dass sie das Beste aus ihrer Technologie herausholen.

«UNSER JOB IST ES, BEI JEDEM SCHUSS PERFEKTION ZU ERREICHEN, GENAU WIE BEI EINEM ELITE-TENNISPIELER. DER SPIELRAUM FÜR FEHLER WIRD IMMER KLEINER.»

KENT GUTHRIE

Vice President of Facilities von Trace Die Cast

ten. Wir investieren in unsere neuen Maschinen mit den ServoDrive-Antriebsgruppen – so können wir bis zu 45 Prozent Energie sparen», erklärt Guthrie. In Zeiten weltweit steigender Energiekosten ist diese Ersparnis enorm.

Die gemeinsame Ausbildung ist eine Zweibahnstrasse. «Wir profitieren sehr davon, wenn wir etwas über Herausforderungen erfahren, die wir noch nicht kennen, etwa über die Komplexität oder die Schwierigkeit dieser Teile, die noch nie jemand hergestellt hat. Das Feedback von Kunden wie Trace, die unsere Anlagen rund um die Uhr betreiben, ist unglaublich wichtig. Das ist der perfekte Weg für uns, um zuverlässige Daten und Inputs aus dem Live-Betrieb unter härtesten Bedingungen zu erhalten», erklärt Jacobson.



Der Ort der Magie: Die Transformation hin zur grünen Mobilität beginnt in der Giesserei von Trace Die Cast in Bowling Green, Kentucky.



Wer die Produktionsstätte von Trace in Bowling Green betritt, dem wird klar, was Jacobson damit meint. Industriöfen schmelzen recyclete Aluminiumblöcke bei 1650 Grad Celsius. Arbeiter geben sie in 41 Druckgiessmaschinen mit Schliesskräften von 10 400 bis 22 000 Kilonewton. Dampfwolken aus der Sprühkühlung steigen zur Decke auf, verdunkeln für einen kurzen Moment die Beleuchtung und schaffen eine fast surreale Atmosphäre. Die Arbeitsabläufe sind perfekt aufeinander abgestimmt und laufen den ganzen Tag über in drei Schichten wie ein Orchester, das von einem unsichtbaren Dirigenten geleitet wird. Der Begriff «make or break» fasst den Druck, unter dem die Teile – und Trace – stehen, perfekt zusammen.

Auf der Überholspur

Die mutige Strategie von Trace hat sich ausgezahlt. Die Brüder Guthrie gehen durch die Produktionsstätte und prüfen ein frisch gegossenes Teil für ihren Kunden Rivian aus Normal, Illinois. Es ist eines der am schnellsten wachsenden Automobilunternehmen, das sich auf elektrische SUVs (Sport Utility Vehicles) und elektrische Pick-Ups spezialisiert hat. Der weltgrösste Einzelhändler Amazon setzt bereits auf über 1000 Lieferwagen von Rivian und plant, bis 2030 sollen 100 000 Fahrzeuge auf den Strassen verkehren, um seine Klimaziele zu erreichen.

Ford, der langjährige Kunde von Trace, auf den rund 70 Prozent der Produktion entfallen, hat vor kurzem sein ambitioniertes Ziel bekannt gegeben, bis 2023 600 000 Elektrofahrzeuge zu produzieren. Das Ziel von Ford ist klar: Tesla zu überholen und die Nummer eins bei den Elektrofahrzeugen in den USA zu werden. Dazu gehört auch das Flaggschiff,



Trace Die Cast produziert eine Vielzahl von Teilen für die Automobilindustrie.

der Pick-Up F-150 Lightning, eine wahre Ikone im Portfolio des zweitgrössten US-amerikanischen Autoherstellers. Laut «Business Insider» will Ford im Werk in Dearborn, Michigan, 150 000 Stück pro Jahr herstellen. Angesichts dieser beeindruckenden Zahlen verlassen sich sowohl Ford als auch Rivian darauf, dass Trace seine High-End-Teile rund um die Uhr liefert.

VIDEO

Im Video erfahren Sie, wie Trace Die Cast erfolgreich in den rasanten Markt für Elektrofahrzeuge eingestiegen ist.



Kent (links) und Chris (rechts) Guthrie nach einer Testfahrt mit einem Ford F-150 Lightning und einem Rivian R1S Elektro-SUV.

Chris und Kent Guthrie sind bereit für diese Herausforderung. «Im Jahr 2018 waren unsere Kapazitäten zu 100 Prozent auf Teile für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren ausgerichtet. Heute sind 60 Prozent unserer Produktion Teile für herkömmliche Autos und 40 Prozent für Elektroautos. Wir gehen davon aus, dass dieses Verhältnis bis 2024 bei 50:50 angelangt ist», sagt Chris Guthrie. Da die Umstellung auf umweltfreundliche Fahrzeuge auf Amerikas Straßen immer mehr an Fahrt gewinnt, stellt sich die Frage, wie Trace mit der stets steigenden Nachfrage Schritt halten wird.

«Wir haben gerade sechs neue Carat-Druckgiessmaschinen bei Bühler bestellt. Ich glaube, dass wir sehr gut darauf vorbereitet sind, mit diesem Megatrend weiterzuwachsen und gleichzeitig alle unsere Kundinnen und Kunden in dieser Übergangszeit bedienen können. Es ist einfach aufregend, Teil dieser grossen Trendwende in der Autoindustrie zu sein und dazu beizutragen, den Wandel von Kentucky in die Welt hinauszutragen», sagt Kent Guthrie, während die Brüder zu einer Testfahrt mit einem Ford F-150 Lightning und einem Rivian R1S Elektro-SUV aufbrechen. Natürlich mit Schlüsselteilen von Trace Die Cast, hergestellt in Bowling Green.

INFO**Trace Die Cast, Inc.**

Bowling Green, Kentucky, USA

Gegründet im Jahr 1988.

Trace Die Cast ist Erst- und Zweitlieferant von hochwertigen Aluminium-Druckguss-teilen für die Automobilindustrie.

Trace Die Cast beliefert unter anderem Ford, General Motors und Rivian.

Trace Die Cast setzt insgesamt 41 Druckgiessmaschinen der Typen Evolution und Carat von Bühler ein, um Teile für Autos mit Verbrennungsmotoren sowie für Elektroautos herzustellen.

ELEKTRISIERT

Elektrofahrzeuge (Electric Vehicles, EVs) erobern unsere Straßen wie der Blitz. Die Internationale Energieagentur (IEA) schätzt, dass der Absatz von Elektrofahrzeugen in diesem Jahr um 35 Prozent auf 14 Millionen Fahrzeuge steigen wird. Das führt zu einer beispiellosen Nachfrage nach effizienten und zuverlässigen Batterien und zwingt die Europäische Union als eine der Hauptakteurinnen dazu, ihre industrielle Batterieproduktion zu erhöhen.

Die Speicherkapazität für erneuerbare Energien wird die Nachfrage nach modernster Batterietechnologie weiter steigern. Die IEA geht davon aus, dass die weltweite Kapazität für erneuerbare Energien aus Wind und Sonne zwischen 2022 und 2027 um 2400 Gigawatt wachsen wird. Um die überschüssige Energie aufzufangen und bei Bedarf bereitzustellen, braucht es leistungsstarke stationäre Speicheranlagen. Ohne Batterieproduktion in industriellem Massstab bleiben diese ehrgeizigen Nachhaltigkeitsziele unerreichbar.

Von Forschungsinstituten über Automobilhersteller bis hin zu neuen Akteuren auf dem Markt – das Rennen um mehr Know-how und den Aufbau riesiger Produktionskapazitäten läuft. Der Preis ist verlockend: ein Stück vom weltweiten Lithium-Ionen-Batteriemarkt, der laut Business Wire bis 2027 voraussichtlich 215,9 Milliarden US-Dollar erreichen wird. Auf die Plätze, fertig, los!



DIE VOLLE

LADUNG

TEXT: LUKAS HOFSTETTER

ES IST SCHWIERIG, mit dem unglaublichen Tempo des grünen Wandels Schritt zu halten. Im Februar 2023 stimmte das Europäische Parlament für ein neues Gesetz, das den Verkauf von Benzin- und Dieselfahrzeugen ab 2035 verbietet, um den Übergang zur Elektromobilität zu beschleunigen. Gemäss der Internationalen Energieagentur (IEA) wird die weltweite Kapazität der erneuerbaren Energien aus Wind und Sonne zwischen 2022 und 2027 um rund 2400 Gigawatt wachsen. Das entspricht der gesamten Stromerzeugungskapazität, die China heute hat. Und in den Vereinigten Staaten sieht der Inflation Reduction Act (IRA) bis 2032 Steuergutschriften in Höhe von Hunderten von Milliarden US-Dollar für erneuerbare Energien vor, um Gas, Kohle und Öl als Energiequellen des Landes abzulösen.

Was verbindet diese ehrgeizigen Ziele? Batterien, entweder in Form von Strom für Elektrofahrzeuge oder als Speicher für erneuerbare Energiequellen. Die Mengen, die es dafür braucht, sind schwindelerregend, und der Wettlauf um die Sicherung von Batteriekapazitäten geht mit ungeheurem Tempo

weiter – nicht zuletzt auch wegen geopolitischen Interessen. Die Europäische Union (EU) hat die wachsende Technologie- und Kapazitätslücke zwischen Europa und Asien – besonders China, Japan und Südkorea – erkannt und 2018 die European Battery Alliance (EBA) gegründet. Bis Ende 2021 wurden in den EU-Mitgliedstaaten 111 industrielle Batterieprojekte entwickelt, darunter mehr als zehn Gigafabriken für die Produktion von Batteriezellen. Nach Angaben der EBA wird die EU bis zum Jahr 2025 69 Prozent und bis 2030 89 Prozent ihres steigenden Bedarfs an Batterien decken und sollte in der Lage sein, Batterien für bis zu elf Millionen Elektroautos pro Jahr zu produzieren. Es wird erwartet, dass die EU 382 Milliarden Euro investiert, um bis 2030 eine autarke Batterieindustrie zu schaffen.

Eine helfende Hand

Fernab des politischen Trubels steigt Christian Hänsel in seine Laborkleidung und Sicherheitsausrüstung und macht sich auf den Weg zum Battery Application Center im schweizerischen Uzwil. Er



Batterien sind allgegenwärtig. Von Smartphones über Elektrofahrzeuge bis hin zu Grossspeichern für erneuerbare Energien – ein Leben ohne wiederaufladbare Batterien ist unvorstellbar. Regierungen, Unternehmen und Konsumentinnen und Konsumenten beschleunigen die grüne Revolution, um die schlimmsten Auswirkungen der Klimakrise zu vermeiden. Die Vervielfachung der Produktion sowie effizientere Batterien sind dabei spielentscheidend.

Uzwil führen wir gemeinsam mit Kundinnen Konzeptversuche an unserem Zweiwellenextruder in Laborgrösse mit einem Schneckendurchmesser von 20 Millimetern durch. Dieser ermöglicht Kapazitäten von 20 Litern pro Stunde. Die kontinuierliche Mischtechnologie zur Herstellung von Elektrodenpaste vereint die grundlegenden Vorgänge der kontinuierlichen Rohstoffdosierung, des Vormischens, Knetens, Feindispersierens und Entgasens in einem einzigen Gerät. Nach den Versuchen sind wir in der Lage, genau die Parameter zu bestimmen, die wir für die Produktion im industriellen Massstab für unsere Kunden brauchen.»

Neben dem Labor in Uzwil betreiben die Expertinnen und Experten von Grinding & Dispersing einen Extruder im Pilotmassstab im chinesischen Wuxi mit einem Durchmesser von 30 Millimetern und einer Kapazität von 100 Litern pro Stunde.

Starke Wirkung

Das Einsparpotenzial steigt dramatisch, wenn Skalierungseffekte ihre magische Wirkung entfalten. «Rund 70 Prozent der Batteriekosten entfallen auf die Rohmaterialien. Die Produktionskosten in Gigafabriken machen 20 bis 25 Prozent aus, während etwa 5 Prozent auf andere Kosten entfallen. Deshalb sehen wir den grössten Hebel, um die Kosten zu senken und den grünen Wandel zu beschleunigen, in der industriellen Produktion», sagt Hänsel.

Die Untersuchungen seines Teams zeigen, dass der spezifische Energieverbrauch für die Herstellung von einer Tonne Batteriepaste im Chargemischverfahren 224 Kilowattstunden pro Tonne (kWh/t) beträgt. Die kontinuierliche Mischtechnologie von Bühler verbraucht viermal weniger Energie, ganze 56 kWh/t – angesichts von steigenden Energiekosten ein erstaunliches Einsparpotenzial. Kombiniert mit einem hohen Automatisierungsgrad

arbeitet als Prozessingenieur im Geschäftsbereich Grinding & Dispersing bei Bühler und führt Versuche durch, um die Batterieproduktion effizienter und nachhaltiger zu machen. Hänsel und sein Team stehen im Zentrum dieses Megatrends – ihre Forschung, ihre Versuche und die Batteriefabriken, die sie für ihre Kundinnen ausrüsten, könnten darüber entscheiden, wie schnell sich die Gesellschaft von fossilen Brennstoffen lösen kann. «Unsere Kunden befinden sich in einer herausfordernden Situation. Die Nachfrage steigt ständig, und das wirft viele Fragen auf. Es müssen unbedingt Wege gefunden werden, um die Batterieproduktion im industriellen Massstab zu etablieren», sagt er. Das ist vor allem in Europa der Fall, wo viele Akteure die Entwicklung ein wenig verschlafen haben und nun vor der Aufgabe stehen, den Rückstand auf die asiatische Konkurrenz wettzumachen.

Hänsel weiss, dass sein Team dank der weitsichtigen Forschungs- und Entwicklungsstrategie bei Grinding & Dispersing in einer einzigartigen Position ist. «In unserem Battery Application Lab in



VORTEILE

- + Die kontinuierliche Mischtechnologie verbraucht mit 56 kWh/t viermal weniger Energie als das Chargenmischverfahren für eine Tonne Batteriepaste.
- + Die Energieeffizienz der kontinuierlichen Mischtechnologie, kombiniert mit dem hohen Automatisierungsgrad und der verbesserten Ausbeute, reduziert die Gesamtbetriebskosten merklich.
- + Die Produktion macht 20 bis 25% der Produktionskosten von Batterien aus – ein grosser Hebel für die Hersteller, um die Kosten durch innovative Produktionstechnologien zu senken.

Erfahren Sie mehr über die Lösungen für die Batterieproduktion von Grinding & Dispersing.



und einer verbesserten Ausbeute werden die Gesamtbetriebskosten weiter gesenkt, was die Einstiegshürde für neue Akteurinnen und Akteure auf dem Markt senkt.

Stillstehen kommt nicht infrage

Das Team von Grinding & Dispersing würde sich aber nie auf seinen Lorbeeren ausruhen. Ende März 2023 empfing es 50 Gäste aus 27 Unternehmen und 13 Ländern, um eine nachhaltigere Art der Batterieproduktion vorzustellen und zu diskutieren: die Trockene Batterieelektrode (DBE). Derzeit werden die Komponenten zu einer flüssigen Paste vermischt, die dann auf eine Folie aufgetragen und getrocknet wird – ein Prozess, der nicht nur zeit- und energieaufwendig ist, sondern auch giftige Lösungsmittel erfordert, die Geld kosten und das Recycling der Batterien erschweren.

Die DBE-Technologie hingegen basiert auf der Fähigkeit von Polytetrafluorethylen (PTFE), unter Scherung zu fibrillieren. Ein Polymerfasernetzwerk wird aufgebaut, in dem die Elektrodenkomponenten immobilisiert werden. Eine weiche Verbundstruktur wird aus dem Extruder ausgetragen und das flockige Produkt kann zu einer Elektrodenschicht gepresst und anschliessend auf die Stromabnehmerfolie laminiert werden, wodurch die endgültige Elektrodenstruktur entsteht. Eine vielversprechende Technologie, die bei Bühlers Gästen aus Hoch-

«DIE NACHFRAGE STEIGT STÄNDIG, UND DAS WIRFT VIELE FRAGEN AUF. ES MÜSSEN UNBEDINGT WEGE GEFUNDEN WERDEN, UM DIE BATTERIEPRODUKTION IM INDUSTRIELLEN MASSSTAB ZU ETABLIEREN.»

CHRISTIAN HÄNSEL

Process Engineer Grinding & Dispersing bei Bühler



schulen, Forschungseinrichtungen und Industriezweigen wie Automobilherstellern, die ihre eigene Batterieproduktion zügig hochfahren wollen, grosen Anklang fand.

«Wir hatten fantastische Diskussionen über DBE. Das bestärkt uns darin, unsere Forschung an dieser Technologie fortzusetzen und mit unseren Partnern einen Weg zur industriellen Produktion zu entwickeln», erklärt Hänsel, während er zum Battery Application Lab zurückkehrt, um den nächsten Versuch vorzubereiten. Angesichts des Tempos im Wettkampf um Unabhängigkeit und Kapazitäten in der Batterieproduktion scheint es fast sicher, dass er seine Zeit mit dem verbringt, was ihm am meisten Spass macht: experimentieren, zusammenarbeiten und neue Wege entdecken, um die grüne Energiewende voranzutreiben.



Vereinfachen Sie Ihre Produktion.

Sparen Sie Kosten und
erhöhen Sie die Qualität.

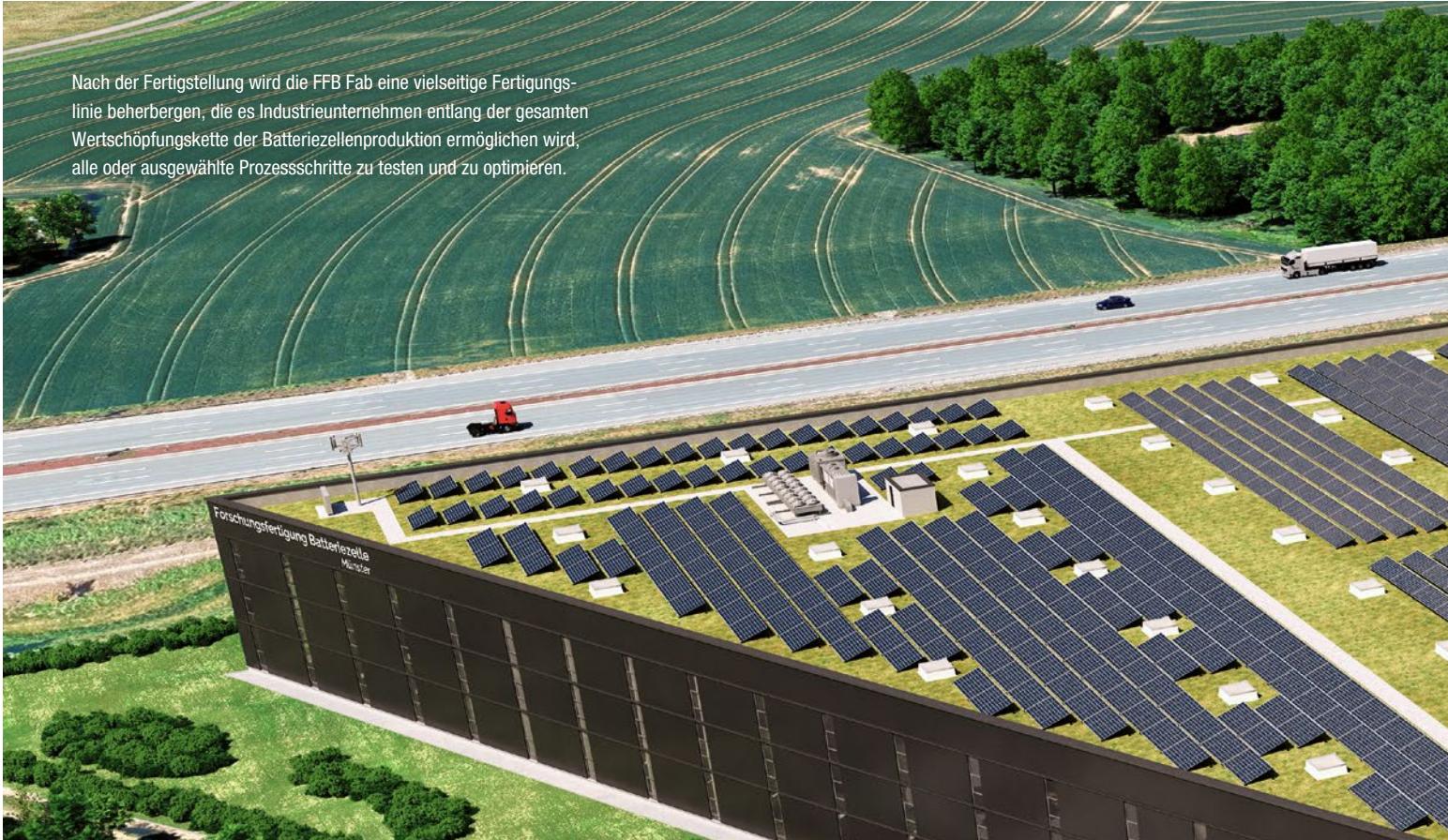
Bühler bietet zuverlässige, skalierbare und industrieerprobte Lösungen für die Nassvermahlung von Aktivmaterialien und Precursoren sowie für das kontinuierliche Mischen von Elektrodenpasten für Labor-, Pilot- und Grossproduktionen.

Unsere Lösungen bieten:

- Kürzere Mischzeit und gleichbleibende Produktqualität
- Hohe Produktivität von bis zu 2500 l/h pro Linie und skalierbaren Prozess
- Deutlich weniger Abfall und höhere Energieeffizienz
- 60% niedrigere Betriebskosten dank eines hohen Automatisierungsgrads



Scannen Sie den QR-Code und erfahren Sie mehr über unsere Lösungen.
Kontaktieren Sie uns:
grinding.dispersing@buhlergroup.com



Nach der Fertigstellung wird die FFB Fab eine vielseitige Fertigungsline beherbergen, die es Industrieunternehmen entlang der gesamten Wertschöpfungskette der Batteriezellenproduktion ermöglichen wird, alle oder ausgewählte Prozessschritte zu testen und zu optimieren.



Forschungsfertigung Batteriezelle
Münster

DIE WENDE

BRAUCHT
WATT

Fraunhofer-Einrichtung

TEXT: LUKAS HOFSTETTER



Die Fraunhofer-Gesellschaft will beim Aufbau industrieller Batterieproduktionsanlagen in Europa eine führende Rolle übernehmen. Am Forschungs- und Entwicklungsstandort in Münster wird eine Testanlage auf 6000 Quadratmetern gebaut – und die Tinte auf den Bauplänen für eine Gigafactory ist bereits trocken. Massstäbe, die europäische Hersteller von Batterien für Elektroautos und stationäre Speicheranlagen für erneuerbare Energien dringend benötigen, um punkto Know-how, Kapazitäten und Fachkräfte Schritt zu halten.



ES SIND BEEINDRUCKENDE ZAHLEN, die den weltweiten Durst nach Batteriekapazitäten untermauern. Im Jahr 2022 wurden gemäss dem World Economic Forum (WEF) 10,6 Millionen Elektroautos verkauft. Dies entspricht einem Wachstum von 60 Prozent gegenüber dem Vorjahr und einem Gesamtmarktanteil von rund 14 Prozent. Das Feld führt gemäss der Plattform Inside EV der Markenprimus Tesla mit 1 313 851 ausgelieferten Fahrzeugen (+40 Prozent gegenüber 2021) an. Dahinter macht der chinesische Aufsteiger BYD (Build Your Dreams) mit 911 141 Fahrzeugen (+184 Prozent) mit Siebenmeilenstiefeln Boden gut. Volkswagen (zu Vergleichszwecken ohne MAN, Scania und Navistar), notabene der nach Umsatz grösste Autohersteller der Welt, schaut mit 570 737 verkauften rein elektrischen Autos 2022 (+26 Prozent) bereits mit dem Fernrohr auf die beiden Spitzensreiter. Der Schein trügt nicht: Gestandenen Autoherstellern fällt die Umstellung auf die Produktion von Elektroautos schwerer als Spezialisten wie Tesla und BYD. Die Achillesferse ist dabei die Produktion von Batterien – dem Herzstück, dem Verkaufsargument betreffend Reichweite und dem Hauptpreisträger von Elektroautos.

Markus Eckstein weiss das. Zwar fährt er gerne mit dem Fahrrad zur Arbeit bei der Fraunhofer-Einrichtung Forschungsfertigung Batteriezelle (FFB) in Münster, seine Faszination ist jedoch die Elektromobilität. «Die Fraunhofer FFB hat ein klares Ziel. Wir forschen an und entwickeln Lösungen für die Skalierung der Produktionstechnik für Lithium-Ionen-Batterien. Unsere Kundinnen und Kunden sind deutsche Automobilhersteller, die in die industrielle Batterieproduktion einsteigen wollen, um sich unabhängiger von internationalen Zulieferern zu machen, und Anlagenbauer in der Batteriebranche», sagt der Wissenschaftliche Mitarbeiter bei der Fraunhofer FFB. Volkswagen zum Beispiel will ab 2033 nur noch Elektroautos für den europäischen Markt produzieren. «In den nächsten zehn Jahren kommen kaum vorstellbare Veränderungen auf uns zu. Umso spannender ist es für uns, als Forschungs- und Entwicklungseinrichtung unseren Beitrag zu leisten, damit wir so rasch, so effizient und so nachhaltig wie möglich auf Elektromobilität umsteigen können», ergänzt Eckstein. Gemäss einer Studie des Beratungsunternehmens McKinsey wird die globale Nachfrage nach Lithium-Ionen-Batterien 2030 rund 4700 Gigawattstunden (GWh) betragen. 2023 soll sie bei rund 713 GWh liegen.

Mit welcher Dynamik das Thema industrielle Batterieproduktion die Politik, Forschung und Industrie bewegt, zeigt sich im Workspace der Fraunhofer FFB. Dort steht die Pilotanlage, in der

«ALS FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSEINRICHTUNG WOLLEN WIR UNSEREN BEITRAG LEISTEN, DAMIT WIR SO RASCH, SO EFFIZIENT UND SO NACHHALTIG WIE MÖGLICH AUF ELEKTROMOBILITÄT UMSTEIGEN KÖNNEN.»

MARKUS ECKSTEIN
Wissenschaftlicher Mitarbeiter bei der Fraunhofer-Einrichtung Forschungsfertigung Batteriezelle FFB





Mit dem 30-Millimeter-Extruder sind Durchsätze von etwa 100 Litern Elektrodenpaste pro Stunde möglich.



Das kontinuierliche Mischen wird im FFB Workspace getestet. Die Materialien für die Beschichtung der Kathode und der Anode werden in einem kontinuierlichen Prozess gemischt und über die Beschichtungsanlage aufgetragen.

die Fraunhofer FFB mit der kontinuierlichen Mischtechnologie von Bühlers Grinding & Dispersing Geschäftseinheit (GD) forscht. «Auf dieser Anlage hat die Fraunhofer FFB seit Juni 2021 die ersten Schritte gemacht und zusammen mit OEMs (Original Equipment Manufacturers) und weiteren Partnern Erfahrungen im kontinuierlichen Mischen gesammelt. Der 30-Millimeter-Extruder inklusive entsprechender Peripherie ermöglicht Durchsätze von rund 100 Litern Elektrodenpaste pro Stunde. Diese Anlage ist die ideale Basis für Pilotversuche, da sie industrierelevante Produktionskapazität und eine einfache Bedienung vereint. Durch den modularen Aufbau können innerhalb kürzester Zeit sehr viele Prozessparameter abgefahren werden und der Mischprozess kann effizient optimiert werden», erklärt Philipp Stössel, Team Manager Process Technology Grinding & Dispersing bei Bühler.

Ein Quantensprung

Zehn Kilometer weiter südlich, im Hansa-Business-Park Münster, steht bereits die komplette Außenhülle der sogenannten FFB PreFab, dem nächsten Meilenstein der Fraunhofer FFB. Markus Eckstein kann es kaum erwarten, mit seinem Team einzuzie-

hen und die Anlage aus dem Workspace in die PreFab zu integrieren. «Wenn der Innenausbau 2024 abgeschlossen ist, werden wir mit Kundinnen und Kunden und Universitäten auf 6000 Quadratmetern experimentelle Forschungsarbeit betreiben. In unseren Innovationsmodulen profitieren wir von kürzeren Umstellungs- und Reinigungszeiten. Dies erlaubt es uns, existierende Verfahren zu verbessern, neue Technologien anzuwenden und die gewonnenen Erkenntnisse auf industrielle Anwendungen hochzurechnen», sagt er.

Der entscheidende Schachzug

Eine interessante neue Technologie ist die sogenannte Dry-Battery-Electrode-Technologie (Trockenmischen, DBE). Derzeit werden die Komponenten zu einer flüssigen Paste vermischt, die dann auf eine Folie aufgetragen und getrocknet wird – ein Prozess, der nicht nur zeit- und energieaufwendig ist, sondern auch giftige Lösungsmittel erfordert, die Geld kosten und das Recycling der Batterien beeinträchtigen (für mehr Informationen siehe Artikel «Die volle Ladung» ab Seite 50). «Beim Trockenmischen fallen die Lösungsmittel weg, wodurch Vorteile punkto Nachhaltigkeit und Kostensparnis



entstehen. Es besteht gar die Möglichkeit, die Schlüsseleigenschaften wie zum Beispiel die Energiedichte einer Batteriezelle zu erhöhen, da dickere Elektrodenschichten prozessiert werden können. Weiter öffnet die DBE-Prozessroute Türen im Feld der Feststoffbatterie. Wir forschen aktiv auf der DBE-Technologie, doch der wissenschaftliche Austausch mit Einrichtungen wie der FFB ist elementar, um innert nützlicher Frist neues Wissen aufzubauen und den Sprung in die Industrie zu schaffen», erklärt Philipp Stössel.

Vorerst aber wird die klassische Nassvermischung den Ton angeben. «Wenn wir die Energiewende schaffen wollen – sei es mit dem Umstieg auf Elektroautos, aber auch im Hinblick auf die benötigten Speicherkapazitäten für Solar- und Windenergie –, ist die industrielle Batteriefertigung der entscheidende Schachzug», sagt Stössel. Um diese eins zu eins zu testen, braucht es nichts weniger als eine Gigafactory. Und genau die entsteht in den kommenden Jahren einen Steinwurf von der FFB PreFab entfernt – der Logik entsprechend FFB Fab genannt. Dass auch diese öffentliche Ausschreibung an Bühler ging, freut Markus Eckstein. «Dank der kontinuierlichen Mischtechnologie von Bühler können wir akkurate Parameter für die Skalierung ermitteln und auf die Gigafactory-Skala übertragen. Die Batterie-Experten von Bühler fordern uns zudem immer wieder heraus, Dinge neu zu betrachten, und wir

sind in regem Austausch, was neue Technologien und Best Practices angeht. Zum Beispiel sind wir fasziniert von QuaLiB, einer Eigenentwicklung von Bühler, welche es erlaubt, die Qualität der Elektrodenpaste in Echtzeit zu analysieren und welche die Rückverfolgbarkeit des Prozesses sicherstellt.» Die in Auftrag gegebene Industrieanlage basiert auf einem 93-Millimeter-Extruder und ausgetüftelten Systemen für die Handhabung, Lagerung und Dosierung der Rohmaterialien sowie für die Pastenlagerung. Die Mischanlage wird pro Stunde bis circa 1200 Liter Elektrodenpaste prozessieren können.

Fachkräfte im Fokus

Die Anlage soll vor allem auch Hürden beseitigen. Hürden, die heute vielen potenziellen Einsteigern ins Batteriegeschäft im Weg stehen. Hürden, die Deutschlands und Europas grosse Aufholjagd ins Stocken bringen. «Wenn ein mittelständisches Unternehmen in die Zellfertigung einsteigen will,



**«WENN WIR DIE ENERGIEWENDE
SCHAFFEN WOLLEN, IST DIE
INDUSTRIELLE BATTERIEFERTIGUNG
DER ENTSCHEIDENDE SCHACHZUG.»**

PHILIPP STÖSEL

Team Manager Process Technology Grinding & Dispersing bei Bühler

fehlt ihm das nötige Equipment, um Vorserien zu produzieren. Diesen Hinderungsgrund müssen wir zügig aus dem Weg räumen, um den Batteriestandort Deutschland auf die Landkarte zu bringen», erklärt Eckstein.

«Es wird bereits viel geforscht, vor allem von den OEMs, doch das geschieht oft in den eigenen vier Wänden. Aber das Wissen, wie man solche Fabriken aufbaut und betreibt, müssen wir gemeinsam generieren. Wir müssen es teilen, um Europa dazu zu bringen, gute Batteriezellen herstellen zu können, um seine Nachhaltigkeits- und Klimaziele unabhängig zu erreichen», ergänzt er.

Neben dem Generieren und Teilen von Wissen ist der Aufbau von Fachpersonal fundamental. Gemäß der Nationalen Plattform Zukunft der Mobilität (NPM) werden bis 2030 jedes Jahr bis zu 65 000 zum grossen Teil hochspezialisierte Fachkräfte in Europa gebraucht. «In unserem Europäischen Lernlabor Batteriezelle ELLB der Fraunhofer FFB





Die FFB PreFab wird über eine Produktionslinie für kleine Batteriezellen verfügen und eine Maschinenkapazität von rund 200 Megawattstunden pro Jahr für die Elektrodenproduktion haben.

INFO



Fraunhofer FFB

Fraunhofer-Einrichtung Forschungsfertigung Batteriezelle FFB, Münster, Nordrhein-Westfalen, Deutschland

Gegründet im Jahr 2018.

Als Bindeglied zwischen Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft verfolgt die FFB das Ziel, eine Forschungsinfrastruktur zur ökologischen und ökonomischen Batteriezellproduktion zu errichten.

Die Kundinnen und Kunden der FFB sind Automobilhersteller (OEMs), Batteriehersteller und Universitäten.

Die Fraunhofer FFB betreibt eine Pilotanlage von Bühler zum kontinuierlichen Mischen von Batteriepaste auf einem 30-Millimeter-Extruder. 2024 wird die PreFab in Betrieb genommen, in der weiterhin auf einem 30-Millimeter-Extruder geforscht wird. Parallel wird die Industrieanlage – Fab genannt – aufgebaut mit einem 93-Millimeter-Extruder, der Durchsätze von bis zu circa 1200 Liter Batteriepaste pro Stunde ermöglicht. Trotz ihrer Grösse wird auch die Industrieanlage modular aufgebaut, was die Verarbeitung von unterschiedlichen Zellchemien, sprich Anoden- wie auch Kathodenrezepturen, zulässt.

Academy schaffen wir Weiterbildungsangebote zu Themen rund um Batterien selbst, aber auch zur Bedienung dieser hochkomplexen Anlagen. Wir wollen unser entwickeltes Know-how teilen, um mehr Fachpersonal aufzubauen, das in diesen Fabriken das Maximum aus den Anlagen rausholen kann», sagt Eckstein.

Massen ist matchentscheidend

Die politischen Ziele und Leitplanken sind klar gesetzt. Der Konsens in der Gesellschaft weg von fossilen Brennstoffen und hin zu nachhaltigen Mobilitäts- und Energieformen hat sich mit dem russischen Angriffskrieg gegen die Ukraine und der damit einhergehenden Energieversorgungskrise beschleunigt. Was bleibt, ist der Blick in die Kristallkugel auf die weitere Entwicklung der Batteriezellherstellung in Europa. «Das Ziel in Europa muss es sein, dass erst einmal alle OEMs und Batteriezellhersteller möglichst viel Masse aufbauen. Wenn wir eine ordentliche Anzahl an Gigawattstunden installiert haben, müssen wir uns überlegen, wie wir mehr Qualität in die Zellen reinbringen. Themen wie Ausschuss oder Recyclebarkeit der Materialien werden in rund fünf Jahren umso wichtiger, wenn eine Grundkapazität an Batteriezellfertigung vorhanden ist», prognostiziert Eckstein.

Wie schnell und wie effizient Europa seinen Rückstand aufholen kann, hängt auch von der Arbeit der Fraunhofer FFB ab. Und wer weiß, ob nicht in naher Zukunft eine industrielle Batterieproduktion in dessen Nachbarschaft in Münster entsteht – an Fachwissen und klugen Köpfen mit Weitblick mangelt es ganz sicher nicht.



ZUKUNFT OHNE FAHRER?

In San Francisco sieht man neben dem normalen Verkehr bereits oft Robotaxis. Sie fahren Tag und Nacht, jedoch mit Einschränkungen, wann sie Fahrgäste mitnehmen dürfen. In der chinesischen Technologiemetropole Shenzhen dürfen registrierte autonome Fahrzeuge auf bestimmten Straßen fahren. Hier werden selbstfahrende Fahrzeuge getestet und ihre Systeme trainiert.

Natürlich hat die Sicherheit oberste Priorität und es gibt immer noch viele Hürden, die genommen werden müssen. Trotzdem verbessert sich die Technologie mit jedem gefahrenen Kilometer. Es verwundert daher nicht, dass alle grossen Automobilhersteller in die Entwicklung investieren.

Die Technologie dafür umfasst hochentwickelte Onboard-Kameras, Sensoren und Head-up-Displays. Sie alle gehören zum Lösungsporfolio von Bühler.

Noch ist das fahrerlose Auto Zukunftsmusik, aber der Fortschritt ist stetig. Funktioniert sie so, wie wir es uns vorstellen, hat die Technik das Potenzial, Unfälle zu reduzieren. Derzeit sterben weltweit jedes Jahr etwa 1,3 Millionen Menschen bei Straßenverkehrsunfällen – menschliches Versagen ist die Ursache der meisten Unfälle.

Auch wenn total autonome Fahrzeuge noch in ferner Zukunft liegen, schreitet die Automatisierung immer weiter voran. Die Hersteller kündigen bereits Fahrzeuge mit «bedingter Fahrautomatisierung» an. Das heisst, dass ein menschlicher Fahrer in bestimmten Verkehrssituationen das Steuer übernehmen können muss. Das ist der nächste Schritt auf dem Weg zur Autonomie.





Die Art und Weise, wie wir fahren, verändert sich grundlegend. Die Fahrzeuge werden immer automatisierter und autonomer und unterstützen Fahrerinnen und Fahrer nicht nur, sondern übernehmen auch wichtige Entscheidungen. Dafür müssen Autos nicht nur sehen lernen, sondern auch blitzschnell mit ihrer Umgebung kommunizieren. Innovative optische Technologien spielen dabei eine zentrale Rolle.

JEDER, DER IN EINER STADT mit dem Auto unterwegs ist, weiss, dass es für das sichere Fahren in unvorhersehbaren Umgebungen nicht nur schnelle und präzise Reaktionen braucht, sondern auch schnelles Denken und gutes Urteilsvermögen. Wird der Motorradfahrer vor mir abbiegen und meinen Weg kreuzen? Hat das Kind am Strassenrand mich gesehen? Kann ich das Fahrzeug vor mir überholen, bevor die Strasse sich verengt? Um das Auto herum spielen sich in jedem Moment zahlreiche komplexe Ereignisse ab – die Person am Steuer muss alles Wichtige im Blick haben und ist für ihre Entscheidungen und Handlungen verantwortlich.

Das war der Standard seit der Erfindung des Automobils. Doch nun bewegt sich die Branche auf eine neue Vision zu, bei der immer mehr Aufgaben, die traditionell vom Menschen erledigt werden, von der Maschine übernommen werden, mit dem Ziel, die Verkehrssituation für alle Beteiligten sicherer zu

TEXT: JANET ANDERSON

AUTOS MIT WEITBLICK



machen. Der adaptive Tempomat bremst das Auto ab, wenn es dem vorausfahrenden Fahrzeug zu nahe kommt; der Tote-Winkel-Assistent warnt vor Fahrzeugen, die sich von der Seite nähern; der Fahrspurassistent informiert die Fahrerin, wenn das Auto zu nahe an den Fahrbahnrand kommt.

«Es begann mit Technologien, die den Fahrer unterstützen und ihm helfen, Gefahren besser zu erkennen, wie Notbremsassistenten, verbesserte Rückspiegel und intelligente Scheinwerfer», sagt Dr. Steffen Runkel, Head of Optics bei Bühlert Leybold Optics. «Das bedeutet aber zunehmend, dass das Auto auch selbst die Entscheidungen trifft.»

Sensoren und Sensibilität

Die Technologie, dank der Autos nicht nur ihre eigene Umgebung wahrnehmen, sondern auch sinnvolle Entscheidungen treffen können, kommt aus der Optik.

Optische Sensoren sind dabei das Herzstück. Sensoren können die Umgebung abtasten und die Grösse und Entfernung von Objekten erkennen. Projektionsmodule werden benötigt, um anderen Verkehrsteilnehmenden in der Umgebung relevante Informationen zu übermitteln – eine Voraussetzung für autonomes Fahren. Sowohl Sensoren als auch Projektionsmodule können in verschiedene Teile von Fahrzeugen integriert werden. Der sinnvollste Platz dafür ist in den modernen Beleuchtungseinheiten, da diese in jedem Fall in die Karosserie integriert werden müssen.

Um die Umgebung genau zu scannen und zu erkennen, müssen die Sensoren in der Lage sein, die wichtigen Informationen von Ablenkungen, wie etwa durch Sonnenstrahlen, zu trennen. Sie brauchen also einen Filter, der genau wie das menschliche Gehirn die Informationen sortiert, die wir von unseren Sinnen empfangen.

Leybold Optics im deutschen Alzenau hat sich auf diesen Bereich spezialisiert. Vor über 20 Jahren wurde die HELIOS-Technologie entwickelt, mit der genau solche Filter hergestellt werden. Der sogenannte Bandpassfilter besteht aus einer bestimmten Abfolge nanometerdünner optischer Schichten, die im Sputtering-Verfahren hergestellt werden. «Für die Beschichtung wird ein Material wie Silizium oder Tantal verwendet. Wir nennen es das Target. Es wird als Block in die Sputter-Kathode gelegt», erklärt Runkel. «Mithilfe eines energiereichen Plasmas werden einzelne Ionen erzeugt, die das Targetmaterial beschissen. Dadurch werden einzelne Silizium- oder Tantal-Atome aus dem Targetmaterial herausgeschleudert, die sich wiederum auf dem Filter niederschlagen. Wenn wir Sauerstoff dazu geben, oxidieren diese Schichten und werden transparent. So entstehen mehrere nanometerdünne Schichten aus verschiedenen Materialien. Je nach Zusammensetzung filtern sie unterschiedliche Wellenlängen und können so unerwünschte Reflexionen des Sonnenlichts oder das störende Licht anderer Fahrzeuge bei Nachtfahrten abhalten. Der Sensor erfasst nur das gewünschte Licht, das von einem Laser ausgesendet und von der Umgebung des Fahrzeugs zurückgeworfen wird.»

Die HELIOS-Technologie ist heute bereits so weit fortgeschritten, dass die hergestellten Filter die Lichtwellen mit einem hohen Differenzierungsgrad aussortieren können. Sie arbeiten im Lichtspektrum von Ultraviolet bis Infrarot, indem bis zu 800 Schichten verschiedener optischer Materialien auf einen Filter aufgebracht werden. Zudem wichtig: Ein HELIOS-System kann mehrere Werkstücke gleichzeitig beschichten, wodurch sich das Produktionsvolumen erhöht. Dadurch wird die Herstellung von Filtern wesentlich kostengünstiger – ein wichtiger Faktor für das Wachstum dieses Markts.

«Optische Sensoren müssen kleiner, billiger und leichter zu integrieren sein. Daran arbeiten wir mit unseren Kundinnen und Kunden», sagt Runkel. «Die Sensoren basieren auf der CMOS-Halbleitertechnologie. Bis vor Kurzem mussten die Filter auf Glas aufgebracht werden, das dann auf den CMOS-Sensor geklebt wurde. Jetzt bringen wir die Filter direkt auf dem Chip an. Das spart Produktions schritte und macht zusätzliches Glas und Laminieren überflüssig.»

Leybold Optics ist dabei, die Beschichtungstechnologie mit dem Sputter-Coater HELIOS 800 Gen II an die Anforderungen der Halbleiterindustrie anzupassen. Das Unternehmen hat bewiesen, dass es komplexe Filter direkt auf CMOS-Wafer aufbringen kann, und zwar mit einer konstanten Schichtdicke von +/- 0,5 Prozent und besser; zudem kann es bis zu zwölf Substrate in nur wenigen Stunden beschichten, und zwar genauer und wesentlich schneller als mit dem herkömmlichen Verfahren. «Damit können

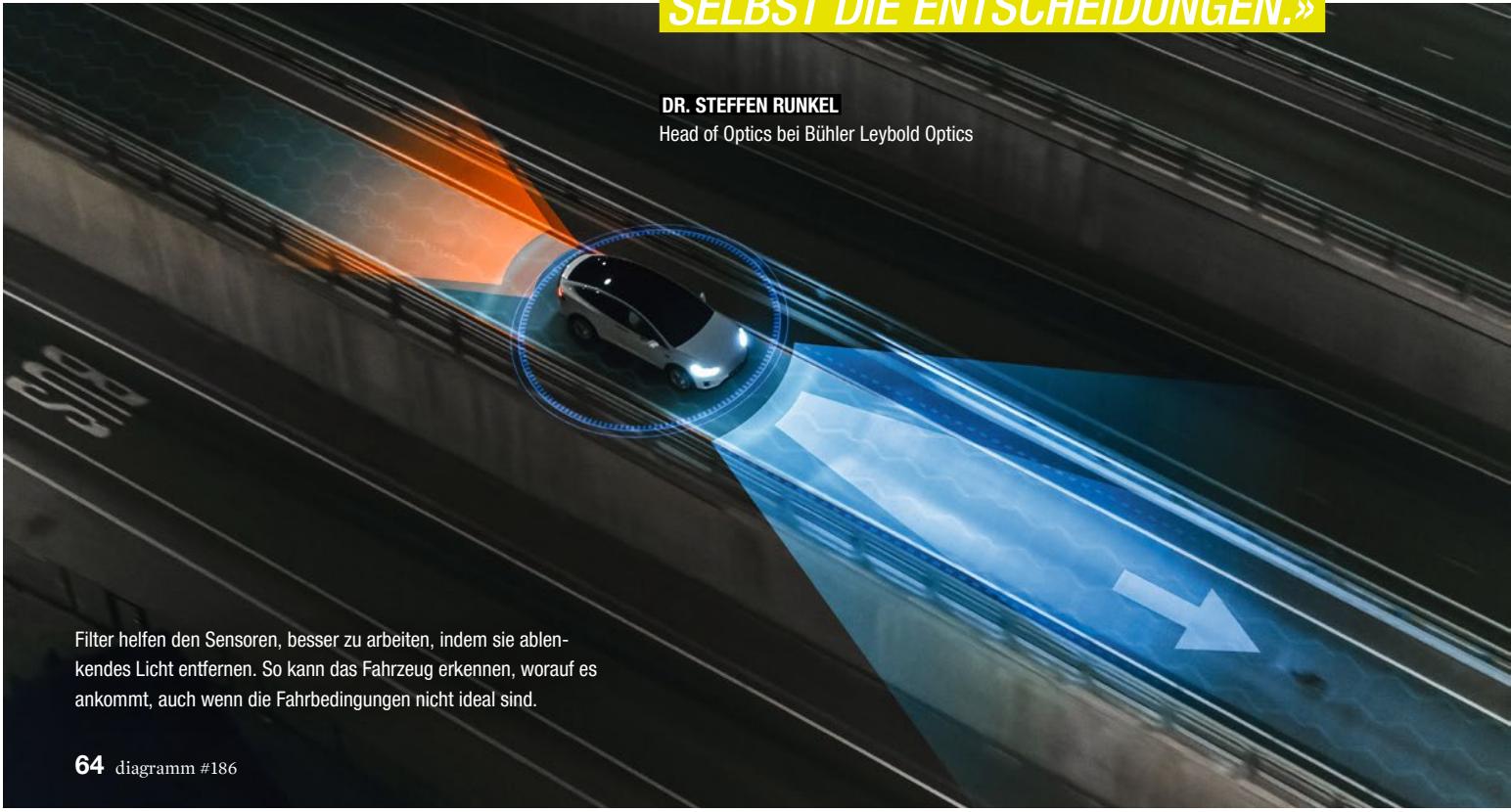
unsere Kundinnen und Kunden die Sensoren der nächsten Generation in grossem Massstab herstellen», sagt Runkel.

Vom Erkennen zum Entscheiden

Sensoren sind zwar extrem wichtig, aber sie sind nicht die einzige Technologie, die die Entwicklung autonomer Fahrzeuge vorantreibt. Um richtig entscheiden zu können, braucht es mehr als nur die korrekte Erkennung. Ein selbstfahrendes Fahrzeug muss alle von den Sensoren generierten Informationen in Echtzeit auswerten und angemessen umsetzen. Dazu braucht es intelligente Softwareprogramme, die auf künstlicher Intelligenz basieren und die jederzeit die richtigen Entscheidungen treffen können. Denn wenn diese Fahrzeuge von den Fahrerinnen und Fahrern angenommen werden und die gesetzlichen Anforderungen erfüllen sollen, muss in erster Linie auch die Sicherheit verbessert werden.

«ES BEGANN MIT TECHNOLOGIEN, DIE DEN FAHRER UNTERSTÜTZEN UND IHM HELFEN, GEFÄHREN BESSER ZU ERKENNEN UND ZU BEWÄLTIGEN. ABER ZUNEHMEND TRIFFT DAS AUTO SELBST DIE ENTSCHEIDUNGEN.»

DR. STEFFEN RUNKEL
Head of Optics bei Bühlert Leybold Optics



Filter helfen den Sensoren, besser zu arbeiten, indem sie ablenkendes Licht entfernen. So kann das Fahrzeug erkennen, worauf es ankommt, auch wenn die Fahrbedingungen nicht ideal sind.

Darum müssen die Fahrzeuge in der Lage sein, Objekte haargenau zu erkennen. «Wenn ein LKW nicht als LKW, sondern als Brücke erkannt wird, dann ist das System nicht verkehrstauglich. Wenn Strassenschilder vom Kamerasytem nur mit etwa 90 Prozent Genauigkeit erkannt werden, ist das nicht gut genug. Wir haben noch kein System, das alle Eventualitäten zuverlässig erkennen kann», erklärt Klaus Herbig, Head of Market Segment Precision Optics bei Bühler Leybold Optics.

Viele der Kerntechnologien werden immer verbreiteter. LiDAR (Light Detection and Ranging) ist eine mit dem Radar verwandte Methode, die mit Lichtstrahlen statt mit Funkwellen arbeitet. Als «Augen» des Autos scannt sie die Umgebung und kann so potenzielle Gefahren erkennen. Sie unterstützt Lenkerinnen und Lenker dabei, schneller zu reagieren, einen sicheren Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug zu halten oder in kritischen Situationen eine Vollbremsung einzuleiten. Künftig wird sie es Autos ermöglichen, autonom zu fahren und über in die Scheinwerfer integrierte Projektoren mit ihrer Umgebung und Verkehrsteilnehmenden zu kommunizieren. «Heute werden diese Scanner in Premiumfahrzeugen eingesetzt. In Zukunft werden sie wohl zum Standard gehören», sagt Herbig.

Derzeit werden LiDAR-Systeme auf dem Autodach installiert und in verschiedenen Winkeln so angeordnet, dass sie die gesamte Umgebung erfassen

können. Marktreif werden solche Systeme aber erst, wenn die Komponenten kleiner sind und in bestehende Autoteile, wie etwa Scheinwerfer, integriert werden können. «Die ganze Branche arbeitet auf Hochtouren daran, darunter etablierte Unternehmen und viele Start-ups. Es gibt Dutzende von Start-ups auf der ganzen Welt, die ihre eigenen Ideen haben, wie die LiDAR-Technologie in Zukunft in Autos funktionieren könnte», erklärt Runkel. «Es wird viel getestet und entwickelt. Das System muss zu 100 Prozent zuverlässig sein; 95 Prozent Zuverlässigkeit reichen nicht. Außerdem muss es erschwinglicher werden. Wenn sich das System in der Automobilindustrie weiter durchsetzt, werden die Kosten sinken.»

Das Team von Leybold Optics in Alzenau arbeitet eng mit Kundinnen und Partnern zusammen, um den Überblick über die eingesetzte Technologie zu behalten. «Wir stehen regelmässig in Kontakt mit Forschungseinrichtungen in Belgien, Frankreich und Deutschland sowie mit Automobilherstellern und deren Zulieferern», sagt Herbig. «Wir bieten ihnen die Möglichkeit, ihre kreativen Ideen und Entwicklungen in unserem Anwendungs- und Trainingscenter in Alzenau zu testen», erklärt Runkel.

Das Anwendungs- und Trainingscenter umfasst einen 1200 Quadratmeter grossen Testbereich, ein Hightech-Labor sowie einen hochmodernen Forschungs- und Entwicklungsbereich mit zwei HELIOS-Systemen. Außerdem gibt es eine DLC-Maschine (diamond-like carbon, diamantartiger Kohlenstoff), mit der unter anderem Kameras für Nachtsichtgeräte hergestellt werden. Die nach vorne gerichteten Kameras müssen enormen Belastungen standhalten, wie etwa stürmischem Wetter und dem Einsatz im Schwerverkehr. Mit DLC kann das äusserste Kamerafenster beschichtet werden, um es sehr widerstandsfähig zu machen.

Der Weg zur Autonomie

Die Unternehmensberatung McKinsey publizierte im Januar 2023 einen Bericht, laut dem der Weg zum autonomen Fahren länger sein dürfte, als die ersten Visionäre erwartet hatten; aber es zeichnet sich ein Konsens darüber ab, dass es das Potenzial hat, den Verkehr und die Gesellschaft als Ganzes zu verändern. Heute haben die meisten Autos einfache fortschrittliche Fahrerassistenzsysteme. Die Beraterinnen und Berater prognostizieren, dass der Wert des Hardwaremarkts zur Unterstützung des autonomen Fahrens, einschliesslich Domain Control Units, Kameras, Sensoren, LiDAR und Radar, bis 2030 zwischen 55 und 80 Milliarden US-Dollar betragen könnte. Die Kombination aller drei Technologien wird weithin als der Weg in die Zukunft angesehen, da jeder dieser Sensoren auf eine andere Entfernung arbeitet.

VORTEILE

- + Der HELIOS-Sputter-Coater bietet dank der plasmaunterstützten reaktiven Magnetron-Sputter-Technologie (PARMS) hohe Produktivität und Präzision im atomaren Bereich.
- + Mit der optischen Überwachung auf dem Substrat wird höchste Reproduzierbarkeit erreicht.
- + Der HELIOS erreicht maximale Schwellenwerte für Laserschäden, geringe Streuung und hohe Reflektivität und setzt damit neue Massstäbe für optische Filter.

Erfahren Sie mehr über die HELIOS-Serie von Bühler:



SCHNELLE KRAFTPAKETE

TEXT: JONATHAN WARD

Kondensatoren waren die ersten elektrischen Energiespeicher. Heute gehören sie zu den meistverwendeten elektronischen Bauteilen und spielen eine wichtige Rolle in den Antriebssystemen von Elektro- und Hybridfahrzeugen. Die Technologie entwickelt sich stets weiter und könnte darum eine noch grössere Rolle in den Mobilitätslösungen von morgen spielen.

DIE ERSTE ELEKTRISCHE BATTERIE war gar keine Batterie. Mitte des 18. Jahrhunderts waren Wissenschaftler und Erfinder auf der ganzen Welt vom mysteriösen Phänomen der Elektrizität fasziniert. Die erste Möglichkeit, elektrische Energie zu speichern, war die Leidener Flasche, benannt nach der Heimatstadt des niederländischen Wissenschaftlers Pieter van Musschenbroek, einem von mehreren Pionieren, die das Gerät unabhängig voneinander entwickelten.

Die Ideen, die zur Leidener Flasche führten, waren jedoch falsch: Die Erfinder dachten, dass Elektrizität in flüssiger Form, in Wasser oder Alkohol aufgelöst, gespeichert werden könnte. Die Flaschen sollten diesen Prozess erleichtern, indem ein Glasbehälter mit einem durch den Deckel gesteckten leitenden Metallstab verwendet wurde.

Benjamin Franklin, Wissenschaftler und einer der Gründerväter der Vereinigten Staaten, entdeckte später, dass Leidener Flaschen auch ohne Inhalt funktionieren. Er verwendete leere Gläser, die er mit Metallfolie umwickelte und auskleidete, und er ersetzte die Gläser schliesslich durch flache Glassplatten. In einem Brief aus dem Jahr 1749 beschrieb der Vordenker Franklin eine Anordnung von mehreren Platten als «... das, was wir eine elektrische Batterie nennen.»

Heute wissen wir, dass es sich bei der berühmten Leidener Flasche und ihren Nachfolgern nicht um Batterien, sondern um frühe Beispiele von Kondensatoren handelt, die heute in modernen elektrischen und elektronischen Systemen allgegenwärtig sind. Batterien speichern und geben Ladung durch chemische Reaktionen ab. Kondensatoren fangen Elektronen ein und geben sie wieder ab. Sie bestehen aus zwei leitenden Platten, die dicht beieinander liegen, aber durch eine Barriere aus isolierendem Material getrennt sind.

Wird eine positive Ladung an eine der Platten angelegt, zieht sie Elektronen auf die andere Platte. Da sie die Barriere nicht überwinden können, bleiben diese Elektronen einfach in der Nähe, bis sich die Bedingungen ändern und sie wieder frei in den Stromkreis fliessen können. Eine moderne Batterie kann ein Vielfaches mehr an Energie speichern als ein Kondensator, der gleich gross und schwer ist. Kondensatoren haben aber andere Eigenschaften, die Batterien nicht bieten können. Batterien funktionieren am besten, wenn sie langsam arbeiten. Ihre chemischen Reaktionen brauchen Zeit und ein zu schnelles Laden oder Entladen einer Batterie kann sie beschädigen oder zerstören. Ein Kondensator hingegen kann extrem schnelle Lade- und Entlade-



zyklen verkraften, ohne dass es zu Beeinträchtigungen kommt. Diese Fähigkeit, Energie schnell aufzunehmen und wieder abzugeben, macht Kondensatoren in Anwendungen der Leistungselektronik so nützlich, auch in den Antriebssystemen von Elektrofahrzeugen. Grosse Kondensatoren erfüllen in modernen Elektrofahrzeugen mehrere Funktionen. Sie glätten den Energiefloss in den Schaltkreisen, die etwa den Gleichstrom aus der Batterie in Wechselstrom für den Motor umwandeln. Ausserdem können sie als Puffer in Zeiten hohen Bedarfs dienen, indem sie überschüssige Energie beim regenerativen Bremsen aufnehmen oder sich entladen, um die Beschleunigung zu erhöhen.

Es ist nicht einfach, Kondensatoren herzustellen, die für Anwendungen im Bereich der Elektromobilität geeignet sind. Die Speicherkapazität eines Geräts hängt eng mit der Fläche seiner leitenden Platten zusammen, aber die Ingenieurinnen und Ingenieure brauchen kompakte, robuste Komponenten, die sie leicht in ihre Entwürfe integrieren können. Eine Möglichkeit, das zu erreichen, besteht darin, die Platten und die Isolierschicht aus dünnen, flexiblen Materialien herzustellen, die zu einem kleinen Paket aufgerollt werden können.

Die heutigen Komponentenhersteller treiben diesen Ansatz auf die Spitze. Ultradünne Folienkondensatoren, wie sie in Automobilanwendungen üblich sind, verwenden Folien aus orientiertem Polypropylen (OPP) oder Polyester (PET) als Isolatoren. «Bei Automobilanwendungen sehen wir Foliendicken

von bis zu 1,2 Mikrometern», sagt Michael Mücke, Head of R&D and Product Management des Segments Flexible bei Bühler Leybold Optics. Das ist der Geschäftsbereich, der die Maschinen herstellt, mit denen die Beschichtungen aus leitfähigem Material auf das Isoliermaterial aufgebracht werden.

Präzisionsbeschichtung ist der Schlüssel

Die Herstellung eines Dünnschichtkondensators umfasst mehrere Prozessschritte. Um die Platten zu formen, werden die Folien mit einer dünnen Aluminiumschicht überzogen; in bestimmten Bereichen werden sie mit dickeren Schichten versehen, um Verbindungspunkte zu schaffen. Vor der Beschichtung maskiert ein Drucksystem Teile der Folie mit einer Ölschicht. Durch diesen Schritt werden die leitenden Schichten dann nur dort aufgebracht, wo das Bauteildesign sie erfordert.

Die Präzisions-Vakuumbeschichtung mittels physikalischer Gasphasenabscheidung, inklusive thermischer Verdampfung, ist eine Kernkompetenz von Bühler. Das Aufbringen von Beschichtungen, die 50-mal dünner sind als ein menschliches Haar, auf dünne Polymerfolien ist aber besonders herausfordernd. «Wir müssen sicherstellen, dass die Folie bei der Handhabung nicht beschädigt wird», sagt Mücke. «Auch Faltenbildung würde sich negativ auf den Beschichtungsprozess auswirken.»

Die Leybold Optics CAP-Vakuum-Beschichtungsanlagen von Konden warten mit zahlreichen Innovationen auf, um die bestmögliche Qualität und Prozesssicherheit zu erreichen. Dazu gehören ausgereifte Steuerungssysteme, die die Spannung und Position der Folie auf ihrem Weg durch die Beschichtungskammer präzise steuern. «Wir entwickeln unsere eigene Software für die Steuerung», sagt Mücke. «Wir wollen die Geschwindigkeit der Beschichtungs- und Aufwickelanlagen kontinuierlich anpassen, um ein gleichbleibendes Ergebnis zu erzielen, und dabei Schwingungen, die die Folie stören könnten, minimieren.»

Auch auf das Temperaturmanagement kommt es an. In der Beschichtungskammer werden die unterstützenden Prozesstrommeln auf minus 15° Celsius bis minus 20° Celsius gekühlt, um sicherzustellen, dass das heiße Aluminium die Folie nicht zum Schmelzen bringt. Ein optisches Überprüfungssystem untersucht die beschichtete Oberfläche, sobald sie die Kammer verlässt mit Kameras, die hochauflösende Bilder ausgewählter Bereiche aufnehmen.

Die Folienrollen können eine Länge von bis zu 60 Kilometern erreichen, wobei Ressourceneffizienz und strikte Qualitätskriterien während des gesamten Prozesses eingehalten werden müssen. «Unser Ziel ist es, den Ausschuss zu minimieren und 100 Prozent Qualität über eine ganze Folienrolle zu erreichen», sagt Mücke.

VORTEILE

- + Der Vakumbeschichter der CAP-Serie steigert die Produktivität durch eine effiziente Substratkühlung.
- + Er erfüllt alle Beschichtungsanforderungen – von Standard- bis High-End-Anwendungen und von dicken bis zu dünnsten Folien.
- + Die einzigartige DISS-Technologie steuert die Lagenprofile und die Breite der freien Ränder in Echtzeit, reduziert den Ausschuss und bietet eine gleichbleibend hohe Produktqualität.

Erfahren Sie mehr über den Vakumbeschichter von Bühler Leybold Optics für flexible Rolle-zu-Rolle-Beschichtungen.





VERBLÜFFENDE VERGLASUNG

TEXT: JONATHAN WARD

EIN MODERNES FAHRZEUG hat rund fünf Quadratmeter Glas, das ist fast doppelt so viel wie vor 30 Jahren. Die Gründe dafür liegen auf der Hand: Abgesehen davon, dass Autos heute grösser sind, haben sie auch öfter grosse, steil abfallende Windschutzscheiben und Glasschiebedächer. Designerinnen und Kunden mögen grosse Fenster, aber sie sind eine technische Herausforderung. Und der rasche Übergang der Branche zum Elektroantrieb verschärft diese Herausforderungen noch.

«Bei einem Elektrofahrzeug ist Effizienz das A und O», sagt Dr. Marcus Frank, Head of Research & Development Large Area Coating bei Bühler Leybold Optics. «Jede Wattstunde in der Batterie soll zusätzliche Reichweite bringen und nicht in Zusatzfunktionen versickern.» Die Geräte, die es braucht, damit die Passagiere eine angenehme Temperatur erleben, gehören in einem PKW zu den Zusatzfunktion mit dem grössten Energiebedarf.

Grosse Glasflächen erschweren die Kontrolle der Innenraumtemperatur. Bei kaltem Wetter leiten Glasfenster und Dachscheiben die Wärme aus dem Innenraum des Fahrzeugs und strahlen sie ab. In einem Auto mit Verbrennungsmotor ist die Heizung kostenlos, da der Motor viel Abwärme erzeugt. Bei einem hocheffizienten Elektromotor muss die Innenraumheizung wertvolle zusätzliche Energie aus der Batterie abzapfen. Wenn es kalt ist und die Batterieleistung bereits beeinträchtigt ist, kann die Heizlast die Reichweite eines Elektrofahrzeugs um 30 Prozent verringern.

Grösser und heller. Die Fortschritte bei der Automobilverglasung verbessern Komfort, Sicherheit und Effizienz moderner Fahrzeuge. Dank neuer, unsichtbarer Technologien können die Fenster ihr Aussehen und Verhalten anpassen und bei Bedarf Privatsphäre, Informationen und sogar Unterhaltung bieten.

In heissen Klimazonen ist die Situation nicht besser. Die Sonnenenergie, die durch die Fenster einfällt, kann den Innenraum schnell auf unangenehme oder gar gefährliche Temperaturen aufheizen. Moderne Fahrzeuge bewältigen diese Hitze mit Klimaanlagen, die vorgekühlte Luft in den Innenraum leiten. Auch das ist eine energieintensive Aufgabe: Eine Drei-Kilowatt-Klimaanlage kann die Kraftstoffeffizienz eines herkömmlichen Fahrzeugs um 20 Prozent verringern.

Kühlere Beschichtungen

Eine Möglichkeit, den Energiebedarf für das Heizen und Kühlen des Fahrgastraums zu senken, besteht darin, intelligenteres Glas herzustellen. Beschichtungen und Folien mit sorgfältig entwickelten optischen Eigenschaften ermöglichen die Herstellung von Verglasungen, die ein- und ausgehende Strahlung bei bestimmten Frequenzen filtern. Diese Filter erfüllen unterschiedliche Funktionen: Sie reflektieren etwa die von den Insassen abgestrahlte Wärme zurück in das Fahrzeug oder minimieren die in den Innenraum eindringende Sonnenenergie, indem sie die Übertragung von Licht im sichtbaren und nicht sichtbaren Wellenlängenbereich blockieren.

Beschichtungen, die Infrarot reflektieren, basieren auf einer ausgeklügelten Technik im Nanobereich. Sie bestehen aus einem Stapel abwechselnder Schichten aus Silber und Metalloxiden. «Die einzelnen Schichten in diesen Beschichtungssystemen sind zwischen 2 und 70 Nanometer dick, die Silber-

schichten sind rund 15 Nanometer dick», erklärt Frank. «Ein kompletter Stapel kann jedoch bis zu 20 Einzelschichten umfassen.»

Aber die Stapelung ist noch nicht alles. Um die Festigkeit zu erhöhen und die empfindlichen Sonnenschutzbeschichtungen zu schützen, verwenden moderne Fahrzeugverglasungen eine Verbundkonstruktion, bei der zwei oder mehr Glasschichten mit robusten Kunststoffzwischenlagen zusammengefügt werden. Die beschichtete Seite des Glases liegt im Inneren dieses «Sandwichs» und ist so vor Stößen, Abrieb und Korrosion geschützt.

Verbundglas und Sonnenschutzbeschichtungen werden in der Architekturverglasung oft eingesetzt, um Gebäude komfortabler und energieeffizienter zu machen. Bei der Verglasung von Fahrzeugen kommen dieselben Grundtechnologien zum Einsatz, aber die Anwendungen in der Automobilindustrie bringen laut Frank einige zusätzliche Herausforderungen mit sich: «Die Automobilindustrie hat strenge Normen für die optischen Eigenschaften von Glas, besonders bei Windschutz- und Frontscheiben. Sie sollen sicherstellen, dass der Fahrer immer eine klare Sicht auf seine Umgebung hat.»

Und dann ist da noch das Gewicht. Zusätzliche Masse braucht zusätzliche Energie, um sie zu bewegen, und das ist ein besonderes Problem für Elektrofahrzeuge. Um die schweren Batterien zu kompensieren, suchen die Autohersteller nach Möglichkeiten, das Gewicht an anderen Stellen des Fahrzeugs zu verringern. Dünneres Glas ist hier eine Möglichkeit. «In der Architekturverglasung werden vielleicht vier bis sechs Millimeter dicke Glasscheiben verwendet», sagt Frank. «Im Autobereich sehen wir Scheiben, die einen Millimeter dick sind.»

Um präzise, komplexe Beschichtungsstapel auf grosse Stücke von dünnem, flexilem Glas aufzubringen, braucht es eine ausgefeilte Fertigungstechnologie. Hier hat Bühler ein grosses Know-how entwickelt. Die spezialisierten Vakuum-Beschichtungsmaschinen für den Automobilsektor haben viele Merkmale, die eine sichere Handhabung und eine effektive Qualitätskontrolle gewährleisten. Dazu gehören unter anderem eng beieinanderliegende Walzen, die das Glas während des Durchlaufs durch die Maschine stützen, sowie eine fortschrittliche Prozesssteuerung.

Ein Fenster in die Zukunft

«Nach jedem Prozessschritt überprüfen wir die optischen Eigenschaften des Glases mit Inline-Spektrometern», erklärt Frank. «Unsere Maschinen nutzen diese Daten, um ihre Betriebsparameter kontinuierlich anzupassen. Wenn wir sicherstellen, dass jede Schicht im Stapel innerhalb der Spezifikation liegt, wissen wir, dass das fertige Glas die erwartete Leistung erbringen wird.»

VORTEILE

- + Die Glas-Vakuum-Beschichtungsanlage der Serie GLC H von Bühler Leybold Optics ist modular aufgebaut und lässt sich leicht umrüsten. Sie ermöglicht das Aufbringen von Beschichtungen mit niedrigem Emissionsgrad, von Sonnenschutz, Antireflexion, Spiegeln und anderen funktionalen Schichten.
- + Die einzigartige Gap-Management-Technologie ermöglicht einen Abstand von nur 30 mm zwischen den Substraten, wodurch Beschichtungsmaterial eingespart wird und die Produktivität um bis zu 25 Prozent verbessert wird.
- + Hochwertige und energieeffiziente Komponenten und ein optimiertes Design der Prozesskammern ermöglichen eine schnelle Abscheidung bei geringerem Stromverbrauch.

Erfahren Sie mehr über die Glas-Vakuum-Beschichtungsanlage GLC H von Leybold Optics.



Bei den modernsten Fahrzeugen entwickelt sich die Verglasung sogar noch weiter. Automobilzulieferer bauen jetzt aktive Materialien in ihre mehrschichtigen Glas-Sandwiches ein und schaffen so Produkte, die ihr Aussehen und Verhalten auf Wunsch verändern können. Dank PDLC-Folien (Polymer Dispersed Liquid Crystal) etwa kann die Tönung eines Fensters oder einer Dachscheibe elektronisch gesteuert werden. So können die Fahrgäste ihre Fenster verdunkeln, wenn sie mehr Privatsphäre oder Komfort möchten. Gezielt eingesetzt, könnte diese Technologie die allgegenwärtige Sonnenblende durch Scheiben ersetzen, die sich sofort und automatisch anpassen, um die Augen der Fahrerin vor tiefstehender Sonne zu schützen.

Integrierte organische Leuchtdioden-Displaytechnologien in Windschutzscheiben ermöglichen eine neue Generation von Head-up-Displays, die dem Fahrer nützliche Informationen anzeigen, ohne dass er den Blick von der Strasse nehmen muss. Autonome Fahrzeuge können ganz neue Möglichkeiten für fortschrittliche Automobilverglasungen schaffen. Die Windschutzscheibe könnte zu einem Monitor werden, mit dem Insassen arbeiten, Videos anschauen oder Spiele spielen können.



optiX fab

PRÄZISION

PIKOMETER

TEXT: JANET ANDERSON
FOTOS: JUDITH AFFOLTER

AUF DEN

PIKOMETER

Auf dem Weg zu autonomen Fahrzeugen müssen leistungsfähige und effiziente Mikrochips entwickelt werden, die riesige Datenmengen in Bruchteilen von Sekunden verarbeiten können. Das ist nur dank der EUV-Lithografie möglich, einer optischen Technologie, die extremes ultraviolettes Licht nutzt, um hochentwickelte Mikrochips herzustellen. optiX fab im deutschen Jena spielt eine entscheidende Rolle in diesem Prozess und arbeitet mit einem hohen Mass an Präzision in einem unvorstellbar kleinen Massstab.



«**WIR ARBEITEN MIT EINER SCHICHTDICKEGENAUIGKEIT** im einstelligen Pikometerbereich», erklärt Dr. Torsten Feigl, CEO von optiX fab. «Stellen Sie sich einen Millimeter geteilt durch tausend vor, das ist ein Mikrometer. Jetzt teilen Sie diesen Mikrometer noch einmal durch tausend, das ist ein Nanometer. Wenn Sie dann einen Nanometer durch tausend teilen, erhalten Sie einen Pikometer. Mit anderen Worten entspricht es einem Billionstel Meter. Das menschliche Gehirn kann sich diese Welt nicht vorstellen. Es ist genauso schwierig, wie sich Lichtjahre vorzustellen.»

optiX fab ist eines der wenigen Unternehmen in der Branche, die in einem so winzigen Massstab arbeiten. Es beschichtet die präzisesten Spiegel der Welt, die für die Herstellung von hochmodernen Mikrochips benötigt werden. Die Automobilindustrie ist ein Sektor, in dem diese eine entscheidende Rolle spielen. Der Übergang von der Fahrerassistenz zur Teilautomatisierung und schliesslich zur Vollautomatisierung erfordert Mikrochips mit immer höheren Verarbeitungsleistungen.

Damit die Chips diese Anforderungen erfüllen können, muss auf ihnen mit der kleinsten Auflösung geschrieben werden können. Die einzige Möglichkeit dazu ist die EUV-Lithografie, bei der extrem kurzwelliges ultraviolettes Licht verwendet wird, um Schaltkreise auf den Chip zu brennen. Um den

Lichtstrahl zu fokussieren, werden hochglanzpolierte Spiegel verwendet, die mit einem hochreflektierenden EUV-Schichtsystem aus über 100 Lagen beschichtet sind, die jeweils nur wenige Nanometer dick sind. Hier liegt die Expertise von optiX fab – arbeiten mit atomarer Präzision.

In den Fussstapfen von Zeiss

In Jena, der historischen Hauptstadt der optischen Industrie in Deutschland, verrichtet optiX fab seine aussergewöhnliche Arbeit in einem recht gewöhnlich aussehenden alten Fabrikgebäude. Aber der Schein kann trügen. Dank der Geschichte des Gebäudes ist es der perfekte Ort für Feigl und sein Team. Es wurde 1934 von Zeiss, dem deutschen Hersteller von optischen und optoelektronischen Systemen, gebaut und ist eines der stabilsten Industriegebäude Deutschlands. Jeder Quadratmeter kann eine Last von 3,5 Tonnen tragen, ohne dass es zu Vibratoren kommt – hier bewegt sich gar nichts.

Das sind genau die Bedingungen, die optiX fab braucht, um seine vier NESSY-Beschichtungsanlagen unterzubringen. Die NESSY ist eine Magnetron-Sputteranlage, mit der optiX fab die Spiegel für die EUV-Lithografie beschichtet. Jede dieser Zwölf-Tonnen-Maschinen passt genau in die Lücken zwischen den Säulen des alten Gebäudes und kann stundenlang fehlerfrei arbeiten. «Es ist fast so, als





hätte Zeiss schon damals gewusst, was wir heute für die EUV-Lithografie brauchen würden», sagt Feigl.

optiX fab ist ein Spin-off aus dem Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik (IOF). Feigl leitete am IOF eine Arbeitsgruppe, die EUV-Beschichtungen für die Halbleiterindustrie herstellte, und hatte bereits mit NESSY gearbeitet, deren erstes Exemplar 2003 von Leybold Optics (heute Bühlér) an das IOF geliefert wurde.

Die Maschine wurde von den beiden Teams gemeinsam entwickelt, um die hohen Anforderungen der sich schnell verändernden Technologie und des Markts zu erfüllen. Als die Nachfrage nach schnelleren Chips mit mehr Speicher und mehr Leistung bei gleicher Größe wuchs, begann die Industrie, Licht mit kürzeren Wellenlängen zu verwenden, um kleinere Strukturen auf die Chips zu drucken – von 248 Nanometern auf 193 Nanometer. «Mitte der 1990er Jahre war noch nicht klar, welche Technologie die nächste Chipgeneration benötigen würde», sagt Feigl. «Damals beschloss die Industrie, EUV zu erforschen – extremes Ultraviolett.» Diese neue Wellenlänge zu nutzen, war mit einigen Herausforderungen verbunden. Das bedeutete eine

große Umstellung bei der benötigten Hardware – NESSY war das Ergebnis. Im Jahr 2013 beschloss Feigl, die Technologie zu vermarkten.

Im einstelligen Pikometerbereich

EUV-Strahlen liegen zwischen Röntgenstrahlen und UV-Strahlen. In diesem Teil des Spektrums ist es nicht möglich, Linsen zu verwenden, um das Licht zu bündeln und auf einen Chip zu schreiben. Dies, weil die Strahlen bei 13,5 Nanometer von den Materialien, die sie umgeben, absorbiert werden. Anstatt Linsen werden daher präzise geformte Spiegel verwendet, um das Licht zu bündeln.

Und da sogar Luft die Strahlen bei dieser Wellenlänge absorbiert, müssen die Chips in einem Vakuum gedruckt werden. Schliesslich braucht es für die Konstruktion des Spiegels bei dieser Wellenlänge großes Fachwissen, um einen ausreichenden Reflexionsgrad zu erreichen. Bei einer Wellenlänge von 13,5 Nanometern reflektiert jede einzelne Schicht des Spiegels einen Bruchteil eines Prozents. Um den Spiegel also ausreichend reflektierend zu machen, braucht es eine komplexe und mehrschichtige Beschichtung.

«IN DEN 1990er JAHREN WAR NICHT KLAR, OB ES DIE EUV-TECHNOLOGIE IN DIE PRODUKTION SCHAFFEN WÜRDE. HEUTE WERDEN MIT EUV HERGESTELLTE PRODUKTE TÄGLICH AUF DER GANZEN WELT BENUTZT.»

DR. TORSTEN FEIGL
CEO von optiX fab

Torsten Feigl zeigt, wie das alte Gebäude in Jena in eine Hightech-Fabrik umgewandelt wurde.

«Genau das machen wir bei optiX fab», sagt Feigl. «Wir nehmen ein hochglanzpoliertes Substrat und bauen darauf Lagen von Beschichtungen auf.» Die Schichten bestehen aus abwechselnden Materialien, etwa Molybdän und Silizium. Die abwechselnden Schichten können zum Beispiel 2,7 Nanometer beziehungsweise 4,2 Nanometer dick sein und paarweise zu etwa 100 Lagen aufgebaut werden.

Wenn das Licht durch die einzelnen Schichten dringt, wird es wegen der Absorption immer weniger reflektiert, je niedriger die Schicht ist – bis zu 0,1 Prozent. Die Kunst besteht darin, die Schichten so aufzubauen, dass sie zusammen einen ausreichenden Reflexionsgrad erreichen. Dazu muss man die richtigen Materialien verwenden, in der richtigen Dicke, an den richtigen Stellen – und hier ist eine Genauigkeit im einstelligen Pikometerbereich erforderlich. «Wir müssen für jeden Spiegel ein eigenes Beschichtungsrezept entwickeln. Das ist ein Prozess, der bis zu zwei Jahren dauern kann. Wenn wir es richtig machen, können wir einen Reflexionsgrad von über 70 Prozent erreichen», sagt Feigl.

2000 Schichten aufgebaut

Der grösste Spiegel, den optiX fab bisher beschichtet hat, ist ein Kollektor mit einem Durchmesser von 662 Millimetern. Er wiegt 40 Kilogramm und die Entwicklung des Beschichtungsrezepts hat ein ganzes Jahr gedauert. Auf dem Substrat befanden sich 300 Schichten. Der Einfallsinkel variierte von 6 Grad in der Mitte bis 36,5 Grad am Rand, was eine Variation der Schichtdicke von 6883 Nanometern bis 8459 Nanometern erforderte – und das mit einer Genauigkeit von unter zehn Pikometern.

Heute erreichen sie eine Genauigkeit von 1, 2 oder 3 Pikometern. Für einen Kunden aus Irland hat das Team vor Kurzem mit Wellenlängen von 2745 Nanometern gearbeitet. Das bedeutete, dass 2000 Schichten aufgebaut werden mussten, die jeweils zwischen 0,1 und 0,6 Nanometer dick waren. Einer der wichtigsten Parameter war es, sicherzustellen, dass die erste Schicht im Multilayer-Stapel genau die gleiche Dicke hat wie die letzte. «Um das zu erreichen, muss die Maschine über zwölf Stunden stabil sein. Mit NESSY hat Bühler das geschafft. Sie ist eine technische Meisterleistung», sagt Feigl.

Für Klaus Herbig, Head of Market Segment Precision bei Bühler Leybold Optics, ist es immer noch erstaunlich, was das Team von optiX fab leistet – und das, obwohl er von Anfang an mit ihnen zusammengearbeitet hat. «Ihr Technologie-Input ist an der Grenze des Machbaren», sagt er.

«Wir wissen, wie wir die Maschine bauen müssen, damit diese die Beschichtung mit unübertroffener Präzision vornimmt. Die Experten von optix Fab wissen, wie man die verschiedenen Materialien kombiniert und wie man sie über die Zeit stabil hält.

Das ist alles andere als einfach. Sie müssen den Prozess verstehen, um ihn richtig durchzuführen. Der Erfolg hängt massgeblich von ihrem Können ab.»

Im alten Zeiss-Gebäude hat optiX fab die vier NESSYS in einer Reihe im Maschinenraum installiert. Eine Ladeschleuse trennt den Maschinenraum vom Reinraum. Der Prozess beginnt im Reinraum, wo das zu beschichtende Substrat in die Flow Box kommt. Im Reinraum gibt es so gut wie keinen Staub und keine Vibrationen. In der Flow Box ist die Luft sogar noch sauberer als im Rest des Reinraums. Das Substrat wird in den Beschichtungshalter eingelegt und dann mit sogenannten «berührungslosen Werkzeugen» in die Ladeschleuse befördert. Dort wird der Luftdruck gesenkt und das Substrat in die Beschichtungskammer von NESSY gebracht, die unter Ultrahochvakuumbedingungen arbeitet.



Tina Seifert, EUV-Beschichtungsspezialistin bei optiX fab, transportiert das Substrat aus dem Reinraum durch die Ladeschleuse in die Beschichtungskammer der NESSY im Maschinenraum.



«MIT DER E-MOBILITÄT UND AUTONOMEN FAHRZEUGEN WIRD DER BEDARF AN CHIPS IN DIE HÖHE SCHNELLEN – UND DAS WACHSTUM DER KÜNSTLICHEN INTELLIGENZ BIETET EIN RIESIGES POTENZIAL.»

Die Beschichtung läuft dann automatisch ab. Das Substrat dreht sich dabei in einer planaren Bewegung unter dem Target. Alle Bewegungen, Geschwindigkeiten und Abstände werden am Instrumentenbrett programmiert und gesteuert, einschliesslich des Vakuumgrades.

Zwölf Ingenieurinnen und Physiker kümmern sich um die vier NESSYs. Auch die verschiedenen Beschichtungsmaterialien werden im Maschinenraum gelagert. Einige davon werden von Bühler geliefert. Da die Substrate und Beschichtungsmaterialien sehr teuer sein können, werden vor dem Einsatz des echten Substrats Tests durchgeführt. Die Form des Substrats wird in Aluminium kopiert, Siliziumproben werden an bestimmten Koordinaten darin platziert, dann wird es beschichtet, und mit Messungen wird überprüft, ob die Zielwerte erreicht wurden. Die Testläufe werden immer und immer wieder durchgeführt. Um sicherzugehen, können 10 bis 100 Versuche nötig sein, bevor das echte Substrat verwendet wird.

Sobald NESSY ihre Arbeit getan hat und die Beschichtung abgeschlossen ist, werden die Spiegel durch die Ladeschleuse zurück in den Reinraum transportiert. Dann werden sie verpackt, versiegelt und an die Physikalisch-Technische Bundesanstalt in Berlin geschickt, die den EUV-Reflexionsgrad misst. So kann optiX fab nachweisen, dass es genau das liefert, was seine Kundinnen brauchen. Die Spiegel werden dann nach Jena zurückgeschickt und an Kunden weltweit verschickt – in die Nieder-

lande, die USA, nach Japan und Korea, aber auch zunehmend innerhalb von Deutschland. Seit seiner Gründung hat optiX fab mehr als 21 000 EUV- und weiche Röntgenspiegel mit diesem Verfahren hergestellt – durchschnittlich fast zehn pro Tag.

Rasantes Wachstum

Heute ist das Verfahren ein fester Bestandteil der Branche. Am Anfang jedoch war es ein grosser Schritt. «Als ich meine erste Bestellung für eine NESSY von Bühler aufgab, hatten wir keine langfristigen Verträge. Jetzt haben wir vier NESSYs und die Nachfrage steigt so stark, dass wir bald eine weitere brauchen werden», sagt Feigl.

Während optiX fab sein zehnjähriges Bestehen feiert, wächst der Bedarf an Konnektivität zwischen Menschen und Dingen weiter – nicht zuletzt zwischen zunehmend autonomen Fahrzeugen und ihrer Umgebung. Ausserdem gibt es zur Überraschung vieler keine Anzeichen dafür, dass das Mooresche Gesetz an seine Grenzen stösst – die Anzahl der Transistoren pro Chip wächst weiter, und das Rennen um die kleinsten und effizientesten Mikrochips der Welt geht weiter. Und es gibt spannende neue Anwendungen für die Technologie von

DR. TORSTEN FEIGL
CEO von optiX fab



«DER TECHNOLOGIE-INPUT VON OPTIX FAB IST AN DER GRENZE DES MACHBAREN. SIE WISSEN, WIE MAN DIE VERSCHIEDENEN MATERIALIEN KOMBINIERT UND WIE MAN SIE ÜBER DIE ZEIT STABIL HÄLT. DER ERFOLG HÄNGT VON IHREM KÖNNEN AB.»

Torsten Feigl, CEO von optiX fab, und Klaus Herbig, Head of Market Segment Precision bei Bühler Leybold Optics, besprechen den Kauf weiterer NESSYs.

KLAUS HERBIG

Head of Market Segment Precision bei Bühler Leybold Optics

optiX fab. Ein Beispiel ist die Raumfahrt: Vor zwei Jahren hat optiX fab einen beschichteten Spiegel für den Solar Orbiter der Europäischen Weltraumorganisation geliefert und steht jetzt mit der NASA in Kontakt, um die nächste Sonnenmission zu planen.

Mit 12 Mitarbeitenden, die dieses Jahr auf 15 aufgestockt werden, ist optiX fab bereit, die Herausforderungen anzunehmen. «Als ich damals in den 1990er Jahren anfing, war nicht klar, ob es die EUV-Technologie jemals in die Produktion schaffen würde. Jetzt haben wir Produkte, die mit dieser Technologie hergestellt wurden und täglich auf der ganzen Welt benutzt werden. Zum Beispiel verwendet Apple seit dem iPhone 12 Chips, die mit EUV-Lithografie hergestellt wurden. Wir liefern die Hardware, die das möglich macht», sagt Feigl. «Der Markt wächst immer noch. Mit der E-Mobilität und autonomen Fahrzeugen wird der Bedarf an fortschrittlichen Chips in die Höhe schnellen. Und mit der raschen Verbreitung der künstlichen Intelligenz ist der Markt noch lange nicht gesättigt.»

Herbig stimmt dem zu. «Um viele dieser Möglichkeiten nutzen zu können, brauchen wir Computerchips mit immer grösserer Kapazität. Der Bedarf an EUV-Lithografie wird steigen, und Bühler und optiX fab haben denselben Weg eingeschlagen», sagt er. Das Team von optiX fab hat die Expertise und die Erfahrung, um das zu erreichen, aber Feigl sagt, dass sie es ohne NESSY nicht schaffen könnten. «Unsere Intelligenz und NESSY zusammen verhelfen uns zum Erfolg. Wir sind wie Sterneköche, die mit einer erstklassigen Küchenausstattung arbeiten – das ist es, was NESSY für uns ist.»

INFO

optiX fab.

optiX fab GmbH

Jena, Deutschland

Gegründet im Jahr 2013.

optiX fab entwirft, entwickelt und fertigt EUV-Abbildungs-, Beleuchtungs- und Kollektorstrophen.

optiX fab beliefert Hersteller von EUV-Anlagen weltweit.

optiX fab setzt auf das Magnetron-Sputtersystem NESSY von Bühler.

223

Erfüllen Sie die höchsten Anforderungen für Ihre Dünnschichtbeschichtungen mit den Sputterbeschichtern der HELIOS-Serie.

Unser HELIOS-Portfolio für die hochpräzise Massenfertigung bietet:

- Hohe Produktivität mit Präzision auf atomarer Ebene dank der plasmaunterstützten reaktiven Magnetronputtering (PARMS)-Prozesstechnologie.
- Optische Überwachung auf dem Substrat, um höchste Reproduzierbarkeit zu erreichen.
- Maximale Schwellenwerte für Laserschäden, geringe Streuung und hohe Reflektivität, die neue Massstäbe für optische Filter setzen.



Scannen Sie den QR-Code, um mehr über die HELIOS-Serie zu erfahren.

Kontaktieren Sie uns unter:
leyboldoptics@buhlergroup.com

Die HELIOS-Serie.
Grenzen waren gestern.

Innovations for a **better world.**

BÜHLER



TEXT: JONATHAN WARD

GLANZVOLLER AUFTRITT

Verchromte Elemente lassen Fahrzeuge fantastisch aussehen. Der Herstellungsprozess kann jedoch Gesundheits-, Sicherheits- und Umweltrisiken bergen. Nun machen umweltfreundliche Chrombeschichtungssysteme diesen Bereich der Automobilherstellung nachhaltiger und sie geben Autodesignern neue kreative Möglichkeiten.

AUTOS UND CHROM gehen schon lange Hand in Hand. Als in den 1950er Jahren in Amerika immer mehr Leute ein Auto kauften, konkurrierten die Hersteller mit vom Weltraumrennen inspirierten Designs um die Aufmerksamkeit der Käuferinnen und Käufer. Beliebte Modelle hatten damals grosse Flossen, kunstvolle Lichter in Form von Raketenauslässen und meterlange, glänzende Chromverzierungen.

Das Autodesign hat sich seither weiterentwickelt, aber Chrom gehört nach wie vor dazu. Moderne Fahrzeuge verwenden glänzende Chromoberflächen für Markensignete, Modellnamen und viele Innen- und Aussenteile. Diese Teile bestehen heute eher aus Kunststoff als aus gepresstem Stahl, aber der Zweck des Chroms ist derselbe geblieben: Er sorgt für optische Highlights und ein luxuriöses Finish, das den Besitzerinnen und Besitzern gefällt.

Modernes Automobilchrom teilt auch einige weniger ansprechende Eigenschaften mit seinen Vorgängern aus dem 20. Jahrhundert. Der meiste

dekorative Chrom wird durch Galvanisieren aufgebracht. Dabei werden zwar saubere, haltbare Teile erzeugt, dafür aber gefährliche Rohstoffe verwendet. Die sechswertigen Chromverbindungen, die bei diesem Verfahren eingesetzt werden, sind giftig und krebserregend, und Unternehmen, die Galvanisierungsanlagen betreiben, müssen strenge Vorschriften einhalten. Dazu gehören Massnahmen zum Schutz der Beschäftigten vor Dämpfen und die verantwortungsvolle Entsorgung von Abfallstoffen.

Schneller mit weniger Abfall

Ein anderer Weg, eine glänzende Chromoberfläche auf Kunststoffteilen zu erzeugen, ist das Sputtern oder die physikalische Gasphasenabscheidung (PVD). Bei diesem Verfahren werden die Teile in einer Vakuumkammer neben einem Target aus reinem Chrom platziert. Durch das Hochvakuum werden Verunreinigungen, die zu Verfärbungen oder Haftungsproblemen führen, minimiert. Ein inertes Sputtergas, in der Regel Argon, wird in die evakuierte Kammer eingeleitet und es wird ein elektrisches Feld angelegt, das die Gasmoleküle ionisiert und ein Plasma erzeugt. Die positiven Sputtergasionen werden durch das elektrische Feld in Richtung des Targets beschleunigt. Die Ionen treffen mit hoher Energie auf die Chromatome des Targets, was zu einem Ausstoss von Chromatomen führt. Diese Atome haften sich an das an, was sie als Nächstes treffen, und bilden eine dünne Chromschicht. Durch Magnete wird das Plasma verdichtet, was den Sputterprozess beschleunigt. Diese PVD-Variante wird Magnetronspattern genannt.

PVD ist schnell, zuverlässig und nutzt Energie und Material effizient. In der Industrie kann es als Batch-Verfahren eingesetzt oder in eine kontinuierliche Produktionslinie integriert werden. Da beim PVD-Verfahren reines Chrom und inertes Argon verwendet werden, fallen keine giftigen Stoffe an und es gibt nur sehr wenig Abfall.



EIN
AUFT

In den letzten Jahren ist PVD zur bevorzugten Methode für die Herstellung von Chromoberflächen bei vielen Anwendungen geworden, von Verpackungen bis hin zu den Seitenspiegeln von Autos. Bis vor Kurzem haben Autohersteller jedoch für die meisten dekorativen Anwendungen auf die Galvanik gesetzt.

«Beim Galvanisieren wird eine zehn Mikrometer dicke Chromschicht erzeugt», erklärt Christian Hoyer, Sales Manager bei Bühler Leybold Optics. «Bei der PVD-Beschichtung hingegen werden etwa 100 Nanometer Material abgeschieden. Das ist ganze zwei Zehnerpotenzen dünner, eine unglaublich effiziente Nutzung des Materials.»

Die Innenverkleidungssteile eines Fahrzeugs müssen ihr Aussehen über viele Jahre hinweg beibehalten, auch wenn sie stark beansprucht werden. Sie sollen Stößen, Kratzern und Schrammen standhalten, die von den Fahrzeuginsassen und ihren Gegenständen verursacht werden. «Die Automobilindustrie verlangt eine extrem hohe Haltbarkeit von Innenverkleidungen. Das galvanisch veredelte Chrom, das 100-mal dicker ist, hat seine Haltbarkeit in der Vergangenheit bewiesen», sagt Hoyer.

Da Automobilunternehmen jedoch ihre Prozesse sauberer und nachhaltiger gestalten wollen, hat sich die Suche nach Alternativen zur Verchromung intensiviert. «PVD-Chrom auf Kunststoff-Innenverkleidungssteilen mag allein vielleicht nicht genug haltbar sein, aber als Teil eines Systems kann es gut funktionieren», erklärt Hoyer.

Solche Systeme werden von den Autozulieferern seit Jahren entwickelt. Sie bestehen aus einem sorgfältig konstruierten «Schichtenstapel» aus verschiedenen Materialien. «Ein langlebiges System basiert auf einer guten Grundlage», sagt Hoyer. «Wir wählen einen geeigneten Kunststoff für das Teil selbst aus und fügen eine starke Grundsicht hinzu, um die Stabilität und Widerstandsfähigkeit der Oberfläche zu verbessern.» Die PVD-Schicht wird auf diese Basis aufgetragen und in der Regel durch eine Deckenschicht aus transparentem Lack geschützt. Das erhöht die Haltbarkeit und erzielt ästhetische Effekte.

Ein klarer Vorteil

PVD-Chrombeschichtungen können auch in einer Weise eingesetzt werden, die die Galvanik nicht nachahmen kann. Die extrem dünne Chromschicht wird präzise gesteuert; so werden Oberflächen geschaffen, die wie ein Zweigespiegel funktionieren. Indem sie die durchscheinenden Metallbeschichtungen auf transparente Kunststoffteile auftragen und LED-Leuchten darunter anbringen, schaffen Autohersteller Elemente, die tagsüber wie Chrom aussehen und nachts Teil der Innenraumbeleuchtung des Fahrzeugs sind. Die Möglichkeit, die Reflexion und Transmission von Licht und anderen elektromagnetischen Wellen mit PVD-Chrombe-

schichtungen präzise zu steuern, gibt Designerinnen und Designern neue Möglichkeiten für das Fahrzeugäußere. Durchscheinende Chrombeschichtungen ermöglichen den Einbau von Tagfahrleuchten, die hinter anderen Stylingmerkmalen verborgen sind, bis sie eingeschaltet werden. Dank der für Radiowellen durchlässigen Beschichtungen können Autohersteller Radarsysteme, die beim adaptiven Tempomat und bei Notbremsungen eingesetzt werden, hinter den Fahrzeugschriftzügen verbergen.

Während Autohersteller den Übergang zu elektrischen Antrieben anpacken, entstehen neue Anwendungen für PVD-Chrombeschichtungen. «Der Kühlergrill war schon immer ein wichtiger Teil der Markenidentität eines Fahrzeugs», sagt Hoyer. «Elektroautos brauchen keinen Kühlergrill mehr, sodass Designerinnen und Designer neue Verwendungsmöglichkeiten für diesen Platz bekommen.»

Einige Designs von Elektroautos verwenden anstelle des traditionellen Kühlergrills eine leere Platte, aber PVD-Beschichtungen bieten viel mehr kreative Möglichkeiten. Jüngste Konzeptentwürfe enthalten digitale Anzeigetafeln an der Fahrzeugfront, die verschiedene Muster anzeigen können. Ingenieurinnen und Ingenieure experimentieren mit ähnlichen Systemen, die die Kommunikation zwischen autonomen Fahrzeugen und Autofahrern, Velofahrerinnen und Fußgängern erleichtern sollen – zum Beispiel Displays, die Texte oder Emojis anzeigen. Und sogar «Kulleraugen», die in die Richtung schauen, in die das Fahrzeug fahren will.

VORTEILE

- + Der Sputtermetallisierer DynaJet SP kombiniert hohen Durchsatz und niedrige Produktionskosten mit der Flexibilität und Kompaktheit eines Batch Coaters.
- + Die ChromeLine ist die erste Wahl, um Produktivität mit einem Inline-Sputtersystem auf die nächste Stufe zu heben.
- + Der Einsatz extrem energieeffizienter Turbomolekularpumpen minimiert die CO₂-Belastung, da sie viel weniger Energie und Kühlwasser verbrauchen als herkömmliche Öldiffusionspumpen.

Erfahren Sie mehr über die Metallisierungslösungen von Bühler Leybold Optics.



VOM ZWECK

Camel Flour Mills

BEFLÜGELT

TEXT: LUKAS HOFSTETTER



Mohamad Moatabar (rechts) und Stefan Scheiber sind überzeugt, dass die beiden Firmen ihre gemeinsame Erfolgsgeschichte weiterschreiben werden.

Camel Flour Mills hat es sich zur Aufgabe gemacht, Millionen von Menschen Zugang zu sicheren, erschwinglichen und nahrhaften Grundnahrungsmitteln zu verschaffen. Das Unternehmen hat Five Star Flour Mills übernommen und ist nun der grösste private Mehlproduzent in Ägypten und ein wichtiger Akteur im Nahen Osten und in Afrika. Mohamad Moatabar, Eigentümer und Vorstandsvorsitzender von Camel Flour Mills, spricht über Herausforderungen, Chancen und das Erbe, das er künftigen Generationen hinterlassen möchte.

Herr Moatabar, welches sind die grössten Herausforderungen, vor denen Ägypten mit Blick auf die Ernährungssicherheit steht?

Wasserknappheit, Landverödung, schwankende Lebensmittelpreise, Lebensmittelverschwendungen, Klimawandel und Bevölkerungswachstum sind Themen, die mir dabei in den Sinn kommen. Wir müssen mehr Lebensmittel mit weniger Ressourcen produzieren und unser Lebensmittelsystem auf noch mehr Unbeständigkeit vorbereiten.

Welche Lösungen gibt es?

Auf übergeordneter Ebene müssen wir konzentrierte Massnahmen ergreifen: Wir müssen unser Wassermanagement verbessern, in eine nachhaltige Landwirtschaft investieren, dafür sorgen, dass weniger Lebensmittel verschwendet werden, und Strategien entwickeln, um die Auswirkungen des Klimawandels zu bekämpfen.

Wie geht Camel Flour Mills diese Probleme an?

Nach der Übernahme von Five Star Flour Mills sind wir die grösste private Mühlengruppe in Ägypten mit einer Verarbeitungskapazität von 3200 Tonnen pro Tag. Dadurch können wir von grösseren Skaleneffekten profitieren, unsere Umsatzsynergien durch ein diversifiziertes und gut geplantes Portfolio steigern und unser Vertriebsnetz straffen.

Welche Rolle spielt Bühler bei der Erreichung der Ziele?

Bühler ist weltweiter Technologieführer für die Lebensmittelindustrie. Wir wissen, dass wir uns auf die hochmodernen Maschinen von Bühler verlassen können, dass wir auf das erfahrene Team von Müllerinnen und Ingenieuren, auf den technischen Support und die Schulungen zurückgreifen können, die für die optimale Nutzung unserer Anlagen entscheidend sind. Zudem strebt Bühler konstant nach Innovation und verbessert seine Technologien laufend, um den sich wandelnden Bedürfnissen und Herausforderungen gerecht zu werden – hier profitieren wir stark von der vertrauensvollen Partnerschaft.

Verraten Sie uns das Geheimnis Ihres Erfolgs?

Seit ich als junger Mann mein erstes Handelsunternehmen im Irak gründete und später mein erstes Mühlengeschäft erwarb, konzentrierte ich mich auf eine langfristige Strategie mit zwei Hauptzielen: Differenzierung durch Qualität und wirtschaftlicher Vorteil durch Grösse. Alles, was ich tue, basiert auf drei wichtigen Säulen: Technologie, Menschen sowie Forschung und Entwicklung.

Was sind Ihre Träume und Ziele für Camel Flour Mills?

Erstens möchte ich unsere Gruppe und Ägypten auf der globalen Landkarte platzieren, indem ich unsere Infrastruktur kontinuierlich ausbaue, erweitere und



INFO



Camel Flour Mills

Kairo, Ägypten

Gegründet im Jahr 2005.

Camel Flour Mills ist der grösste private Mehlproduzent in Ägypten und wichtiger Akteur im Nahen Osten und in Afrika.

Camel Flour Mills liefert Mehl an Lebensmittelhersteller, Bäckereien und Supermärkte in Ägypten, im Nahen Osten und in Afrika.

Camel Flour Mills setzt auf Mühlentechnik von Bühler – von der Getreideannahme über die Reinigung, Vermahlung und Verpackung bis hin zu den Getreidesilos und Schiffsentladern.

verbessere. Zweitens möchte ich unsere Reise fortsetzen und zu einem Unternehmen werden, das für ethische Geschäftspraktiken, Nachhaltigkeit, Vielfalt und Integration sowie soziale Verantwortung steht. Drittens – und das ist das Wichtigste – möchte ich ein positives Vermächtnis hinterlassen: Ich möchte zur Entwicklung unserer Branche und der Gesellschaft durch Aus- und Weiterbildung beitragen, durch Jugendarbeit, soziale Projekte und natürlich auch durch sichere, erschwingliche, nahrhafte, und genussvolle Lebensmittel für Millionen von Ägypterinnen und Ägyptern und darüber hinaus.

Camel Flour Mills wird nach der Übernahme von Five Star Flour Mills der grösste private Mehlproduzent in Ägypten.

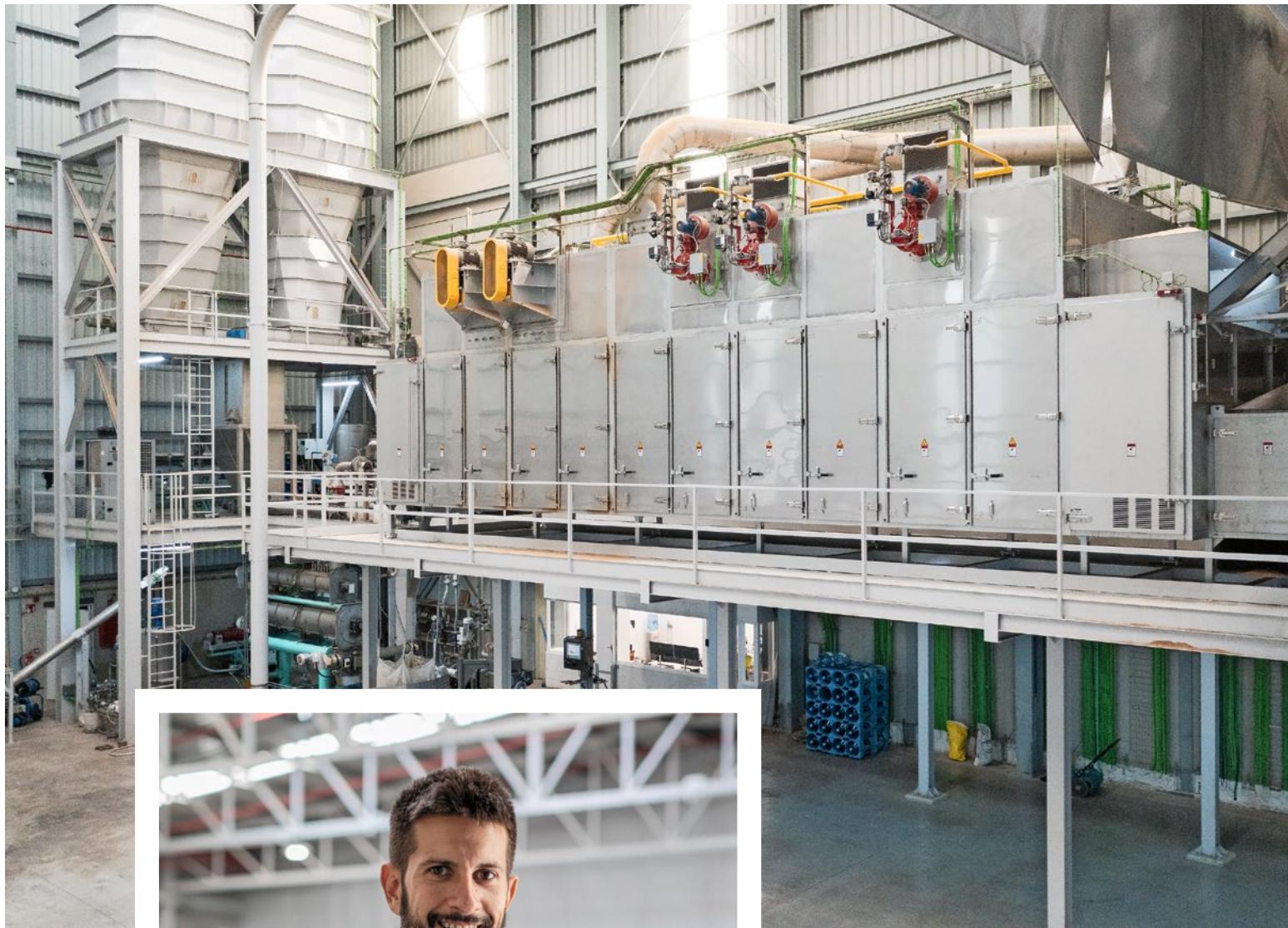


Golden Pet Food

FEINES FUTTER FÜR FIDO UND FELIX

TEXT: STUART SPEAR
FOTOS: SAGAR SHIRISKAR

Unsere Beziehung zu unseren Haustieren verändert sich. Wir feiern ihre Geburtstage, kaufen ihnen Geschenke und achten immer mehr auf ihre Ernährung. Die wachsende Zahl von Haustierbesitzern während der Pandemie hat zu einem grösseren Absatz von Heimtierfutter geführt; zudem kaufen wir anders ein, wenn es um Lebensmittel für unsere Tiere geht – Heimtierfutter muss nachhaltig und gesund sein. Miguel Navarro und seine Familie gründeten Golden Pet Food, um die steigenden Anforderungen dieses Marktes zu erfüllen.



«DER HEIMTIERNÄHRUNGSEKTOR ERLEBT EIN RASANTES WACHSTUM. WIR SIND ÜBERZEUGT, DASS ES NOCH VIELE MÖGLICHKEITEN FÜR INNOVATIVE PRODUKTENTWICKLUNGEN GIBT.»

MIGUEL NAVARRO

Gründer und Geschäftsführer von Golden Pet Food

Das Unternehmen Golden Pet Food in der Nähe von Madrid wird im täglichen Betrieb vom lokalen Bühler Serviceteam unterstützt, besonders bei der vorausschauenden Wartung.



Golden Pet Food liefert seine Produkte nach Spanien, Marokko, Israel, in weitere Teile Nordafrikas und in das übrige Europa.

GESELLIGKEIT IST WICHTIG für die menschliche Psyche, und unsere Haustiere haben dabei schon immer eine wichtige Rolle gespielt. Aber heute verändert sich unsere Beziehung zu ihnen. In den letzten Jahren haben wir unsere Haustiere immer mehr vermenschlicht. Wir feiern ihre Geburtstage, erwerben modische Accessoires für sie, kaufen spontan Spielzeug und suchen im Internet nach Dienstleistungen für sie. Und sie sollen nur das Beste essen.

Nicht nur unsere Beziehung zu unseren Haustieren verändert sich, sondern auch, wie wir sie halten. Als die Europäer während der Covid-19-Pandemie 2020 und 2021 auf menschliche Gesellschaft verzichten mussten, kauften sich viele als Ausgleich Haustiere. Die vom europäischen Verband der Tiernahrungsindustrie veröffentlichten Zahlen zur Haustierhaltung in Europa für 2021 zeigen, dass jetzt 46 Prozent der Europäer respektive 90 Millionen Haushalte ein Haustier besitzen, ein Anstieg von 5 Millionen im Vergleich zum Jahr 2019.

Diese Trends hätten für Miguel Navarro, den Gründer und Geschäftsführer von Golden Pet Food in Spanien, zu keinem besseren Zeitpunkt kommen können. Das Familienunternehmen beschloss 2018, an seinem Hauptsitz zwischen Toledo und Madrid, etwa 40 Minuten südlich der spanischen Hauptstadt, eine neue Tierfutterfabrik zu bauen.

Die Familie entschied sich für Bühler, um die bei den wichtigsten Prozesse in ihrer Anlage für Trockenfutter für Haustiere zu installieren – den Einwellenextruder und den Aeroglide-Trockner. Beide wurden 2020 in der neuen Anlage installiert. «Das Wichtigste für uns ist das Thema Qualität», sagt

Navarro. «Wir setzen in unseren Prozessen und bei unseren Mitarbeitenden auf Qualität; im Fokus steht dabei das Produkt, um sicherzustellen, dass es den höchstmöglichen Standard hat. Die Konkurrenz auf diesem Markt ist gross, und wenn man sich von der Konkurrenz abheben will, muss man sich immer um höchste Qualität bemühen.»

Die Beziehung zu Bühler besteht schon seit Anfang an. «Golden Pet Food trat vor etwa fünf Jahren an uns heran, um ihre Pläne für eine Expansion und den Bau einer neuen Fabrik zu besprechen», sagt Michael Davis, Area Sales Manager bei Bühler. «Sie kannten uns und unseren Ruf, und wir überzeugten sie davon, dass sie mit unserem Extruder und unserem Trockner langfristig eine höhere Leistung und Effizienz erzielen würden.»

Geschäftliche Synergien

Vor 40 Jahren gründete Navarros Vater Gracesa ein Tierfutterunternehmen, das Hersteller von Heimtierfutter belieferte. Im Jahr 2016 kaufte Navarro das Tierfutterunternehmen Golden Pet Food, weil er darin die perfekte Synergie mit dem Unternehmen seines Vaters sah, um das beste Qualitätsprodukt anzubieten.

Die Nachfrage stieg bereits, als die Pandemie ausbrach und den Lebensstil vieler Menschen veränderte. «Während der Pandemie stieg die Zahl der Haustiere pro Kopf sprunghaft an, da die Menschen ihre Häuser nicht mehr verließen. Der Heimtierfuttersektor verzeichnet derzeit ein zweistelliges Wachstum», erklärt Navarro. «Das gilt vor allem für Spanien, das unter den Ländern der Eurozone am wenigsten Haustiere pro Kopf hat, sodass wir in den letzten Jahren einen erheblichen Anstieg verzeichnen konnten.»

Heute beliefert Golden Pet Food Spanien, Israel, Marokko, andere Teile Nordafrikas und den Rest Europas. Das Unternehmen stellt Futter für Katzen, Hunde und auch für Welpe her, wobei das Sortiment den unterschiedlichen Ernährungsbedürfnissen gerecht wird. Produkte von Golden Pet Food werden aus den besten Rohstoffen hergestellt, um der steigenden Nachfrage nach Qualität und Vielfalt auf dem Markt gerecht zu werden – einer Nachfrage, die durch den Trend, Haustiere zu vermenschlichen, befeuert wird.

«Wir sehen uns nicht als Tierhalter, sondern eher als Tiereltern, was bedeutet, dass wir das Beste für unsere Katzen- und Hundekinder wollen», erklärt Marcel Ramseyer, Head of Market Segment Animal Nutrition bei Bühler. «Haustiereltern wollen nur das Beste für ihre Katzen- und Hundekinder, und die Vermenschlichung bedeutet, dass Trends im menschlichen Lebensmittelkonsum auf den Heimtierfuttersektor übertragen werden. Der verstärkte Einbezug von Frischfleisch ist ein grosses Thema,

während wir auch einen Anstieg von alternativen pflanzlichen Proteinlösungen sowie von veganem Hundefutter beobachten.»

Navarro ist der Meinung, dass sich sein Unternehmen dank der Qualität des von ihm verwendeten Extruders auf dem hart umkämpften Markt entscheidend von anderen abhebt. Bei der Extrusion werden die Rohstoffe gemischt, vermischt, gemahlen und dann gekocht. Hier werden die Stärke modifiziert, die Proteine denaturiert und das Endprodukt wird geformt, expandiert und texturiert. Der Extrusionsprozess entscheidet über die Qualität und den Geschmack des Produkts.

Gesteigerte Produktvielfalt

«Letztlich ist der Extruder das Herzstück des Produktionsprozesses, daher muss man hier stärker fokussieren, denn hier kann man seinem Produkt einen höheren Wert verleihen», erklärt Navarro. «Der Bühler Extruder bietet uns ein sehr homogenes Produkt, das sehr gut verdaulich ist. Dank ihm können wir auch verschiedene Arten von Produkten auf den Markt bringen, die eine hohe Verdaulichkeit der Stärke erfordern, was wir mit unseren früheren Maschinen nicht erreichen konnten.»

Navarro schätzt auch andere Vorteile, die der Extruder bietet, darunter die Tatsache, dass er sehr intuitiv zu bedienen ist. Das bedeutet, dass das Personal schnell in die Bedienung eingewiesen werden

kann und dass er sehr einfach zu warten und zu reinigen ist – das sind alles Faktoren, die wichtig sind, um höchste Lebensmittelsicherheitsstandards einzuhalten. Der Bühler Einwellenextruder verfügt über einen vom Hauptschacht abgesetzten Vorkonditionierer. Er bietet auch Zugang zur Unterseite der Maschine sowie eine grosse Zugangstür zum Vorkonditionierer, was eine schnelle und effektive Reinigung ermöglicht. «Der Vorkonditionierer ist so konstruiert, dass er eine unabhängige Mischkammer auf der Oberseite hat, die von der Rückhaltekammer getrennt ist. So wird das Produkt optimal für den folgenden Extrusionsschritt vorbereitet», erklärt Ramseyer.



**«DIE DIGITALISIERUNG IST HEUTE
EIN SEHR WICHTIGER TEIL UNSERES
PROZESSES. SIE LIEFERT INFORMA-
TIONEN, DIE DIE ENTSCHEIDUNGSFIN-
DUNG UNTERSTÜTZEN.»**

MIGUEL NAVARRO

Gründer und Geschäftsführer von Golden Pet Food



Miguel Navarro wandte sich an Bühler für den Bau einer neuen Fabrik. Michael Davies stand ihm zur Seite und besprach mit ihm die technischen Anforderungen.

Ein weiterer wichtiger Produktionsprozess, den Bühler für Golden Pet Food liefert, ist der Trockner. Laut Navarro sind die wichtigen Eigenschaften, die er für seinen Tierfuttertrockner benötigt Effizienz, die Fähigkeit, ein homogen getrocknetes Produkt zu produzieren, ein sauberes Design, einfache Wartung und Energieeffizienz. Navarro berechnet, dass der Aeroglide mit einem stündlichen Durchsatz von zehn Tonnen seine Energiekosten im Vergleich zu seinem alten Trockner mit einer Kapazität von sechs Tonnen pro Stunde um etwa 40 Prozent gesenkt hat.

«Unter all den verschiedenen Trocknern, die wir uns angesehen haben, erfüllt der Bühler Trockner unsere hohen Anforderungen bezüglich Effizienz, Sauberkeit und Produkthomogenität am besten», sagt Navarro. «Mit dem Bühler Trockner sparen wir im Vergleich zu unseren alten Trocknern nicht nur Geld, sondern auch viel Zeit, indem wir die wöchentliche Wartung reduzieren konnten, weil der Betrieb



Das Herzstück des Produktionsprozesses – Navarro ist überzeugt, dass sich sein Unternehmen dank der Qualität des von ihm verwendeten Extruders auf dem hart umkämpften Markt entscheidend von anderen abhebt.



so viel sauberer ist. Wir sparen heute fast 50 Prozent der Zeit ein, die wir früher für die Wartung des alten Trockners aufgewendet haben, und der neue Trockner ist etwa 15 bis 20 Prozent effizienter.»

Die Zukunft ist digital

Golden Pet Food bietet jetzt eine breite Palette von Produkten an. Allein für Hunde hat das Unternehmen 50 verschiedene Rezepturen, die ein schnelles Umrüsten der Produktionslinien erfordern, um minimale Ausfallzeiten zu gewährleisten. Die Digitalisierung ist eine der besten Möglichkeiten, um das zu erreichen, zusammen mit einer Reihe anderer Effizienzeinsparungen.

Darum hat sich Navarro erneut an Bühler gewandt. Geplant ist die Installation einer Spiegelproduktionslinie, die zwei Komponenten umfasst: ein Digitalisierungspaket mit Bühler Insights, der Plattformtechnologie von Bühler zur Optimierung der Anlageneffizienz, sowie MoisturePro, ein cloud-basierter digitaler Service zur Optimierung der Trocknungsleistung. Dadurch soll die Produktion verbessert werden, Rezepte sollen schneller formuliert und noch mehr Kosten eingespart werden.

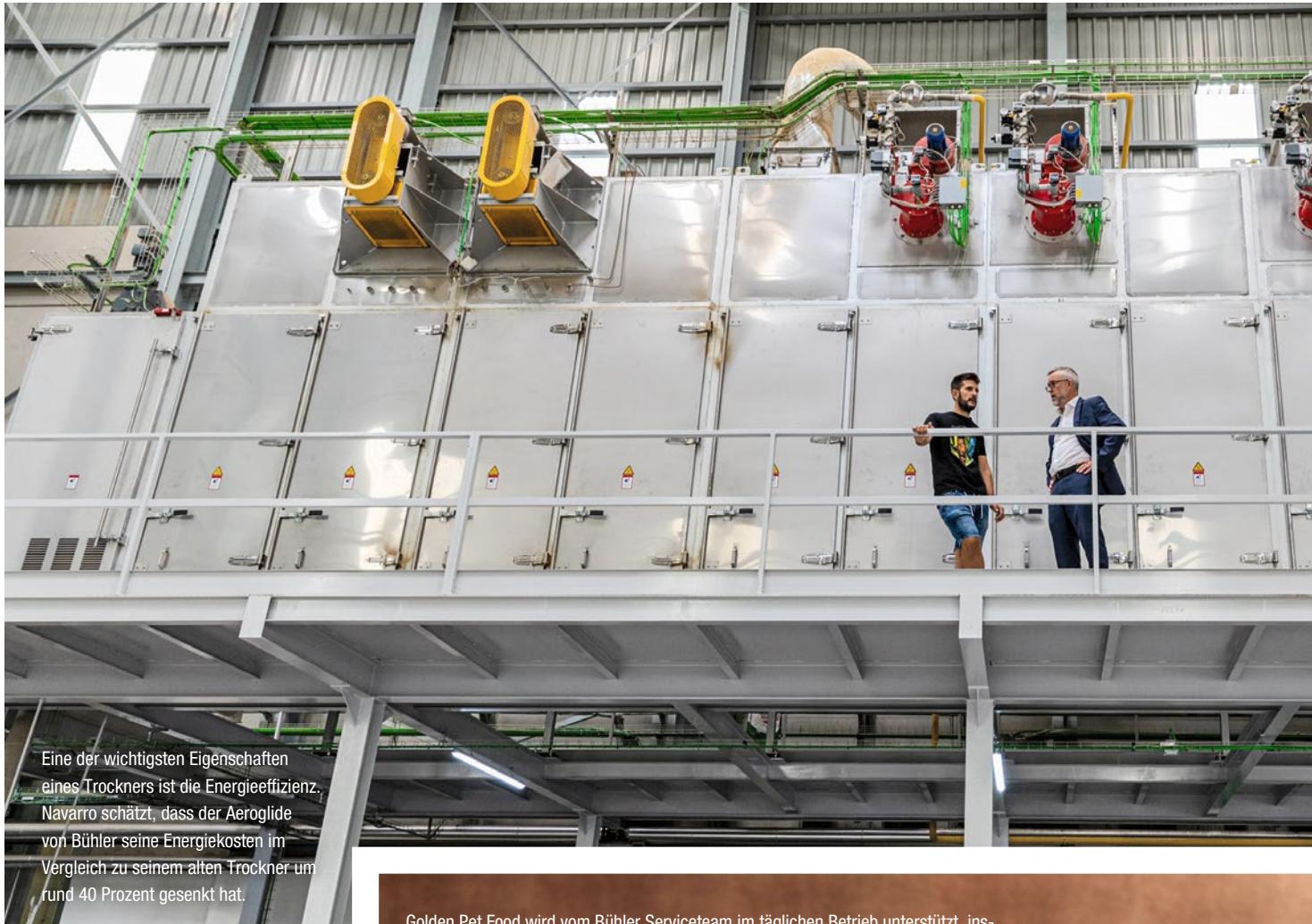
«Wie bei jedem anderen Unternehmen ist die Digitalisierung heute ein sehr wichtiger Teil unseres Prozesses, was den Zeit- und Personalaufwand angeht. Sie beseitigt menschliches Versagen im Prozess und liefert wichtige Informationen, die die

Golden Pet Food hat allein für Hundefutter 50 verschiedene Rezepturen. Dank Digitalisierung können die Produktionslinien schnell umgestellt werden.

Entscheidungsfindung unterstützen», sagt Navarro. «Ohne Digitalisierung ist es heute schwierig, wettbewerbsfähig zu sein.»

Die Bühler Insights-Plattform dient als Ausgangspunkt, um die Vorteile der Digitalisierung zu nutzen und bietet Transparenz über Prozess- und Maschinendaten. So können Massnahmen ergriffen werden, um die Leistung zu steigern und Prozesse zu optimieren. Die digitale Lösung MoisturePro nutzt Feuchtigkeitssensoren, um das Endprodukt zu analysieren. Die Daten werden sofort an die Steuerungssoftware des Trockners weitergeleitet, wo Algorithmen die Produktionsparameter stets neu anpassen, damit der optimale Feuchtigkeitsgehalt erreicht und während des gesamten Produktionsprozesses auch beibehalten wird.

Eine der Herausforderungen für die Hersteller von Heimtierfutter ist es, den richtigen Feuchtigkeitsgehalt im Produkt zu erreichen. In der Regel wird in der Heimtierfutterbranche ein Feuchtigkeitsgehalt von 28 Prozent angestrebt. Eine Über-trocknung des Produkts verbraucht zu viel Energie



Eine der wichtigsten Eigenschaften eines Trockners ist die Energieeffizienz. Navarro schätzt, dass der Aeroglide von Bühler seine Energiekosten im Vergleich zu seinem alten Trockner um rund 40 Prozent gesenkt hat.

Golden Pet Food wird vom Bühler Serviceteam im täglichen Betrieb unterstützt, insbesondere bei der vorausschauenden Wartung. Area Sales Manager Michael Davis unterstützt Miguel Navarro bei seinen Entwicklungsplänen für Golden Pet Food.



VIDEO

Schauen Sie das Video an, um mehr über Golden Pet Food zu erfahren:





«WIR SEHEN UNS NICHT ALS TIERHALTER, SONDERN EHER ALS TIERELTERN, WAS BEDEUTET, DASS WIR DAS BESTE FÜR UNSERE KATZEN- UND HUNDEKINDER WOLLEN.»

MARCEL RAMSEYER

Head of Market Segment Pet Food bei Bühler

und erhöht die Kosten unnötig; ist es zu feucht, besteht die Gefahr von Rückrufaktionen, weil sich womöglich Schimmel bildet. «Durch den Einsatz von MoisturePro sind sie in der Lage, ihre Standardabweichung von den angestrebten 28 Prozent um 1 Prozent zu verringern, was bedeutet, dass sie am Jahresende erhebliche Energiekosten eingespart haben. Das ist ein grosses Plus in der aktuellen Situation, in der die Energiekosten durch die Decke gehen», sagt Davis.

Bühler wird Golden Pet Food auch mit der Hammermühle der Serie Granulex® 5 beliefern. Sie vermahlt die für die Tiernahrung verwendeten Rohstoffe, um die richtige Konsistenz für den Extruder zu erhalten. Zum ersten Mal wird die Granulex® 5 in einer Tiernahrungsfabrik installiert. Sie ist brandneu und läuft gerade vom Band. Die neue Technologie erhöht nicht nur die Durchsatzkapazität und vermahlt nach strengeren Parametern, sondern ist auch wesentlich energieeffizienter.

Immer in der Nähe

Ein grosses Bühler Team in Madrid unterstützt Golden Pet Food im täglichen Betrieb. Besonders bei der vorausschauenden Wartung, die sicherstellt, dass Ersatzteile für die Maschinen rechtzeitig verfügbar sind. «Ein Servicecenter in der Nähe unserer

INFO



Golden Pet Food

Toledo, Spanien

Gegründet im Jahr 2016.

Golden Pet Food stellt ein Sortiment an hochwertigem, gesundem Tierfutter für Hunde und Katzen unterschiedlichen Alters und mit unterschiedlichen Ernährungsbedürfnissen her.

Golden Pet Food beliefert Einzelhändler in Europa, Nordafrika und Israel.

Golden Pet Food verwendet den Einwellenextruder und den Aeroglide-Trockner von Bühler, um hochwertiges Tierfutter herzustellen.

Anlagen zu haben, spart uns viel Zeit bei der Versorgung, der Maschinenwartung und bei Problemen, die in der Produktionsanlage auftreten können. Je näher und persönlicher der Kontakt zu einem Partner ist, desto einfacher ist alles», sagt Navarro.

Navarro ist stets bereit für die Herausforderungen und Chancen des nächsten grossen Trends in seinem Markt und ist überzeugt, dass die Nachfrage nach immer nachhaltigerer Tiernahrung noch weiter ansteigen wird. Auf der anderen Seite ist Bühler gut gerüstet, Golden Pet Food auf diesem Weg zu unterstützen, indem das Unternehmen weiterhin Innovationen anbietet, die sich auf die Produktionseffizienz konzentrieren und die helfen, den Abfall zu reduzieren und immer energieeffizienter sind.

«Nachhaltigkeit ist einer der grossen Brennpunkte der heutigen Gesellschaft. Wir müssen unsere Prozesse so nachhaltig wie möglich gestalten, denn unsere Kundinnen und Kunden verlangen von uns, dass wir die Nachhaltigkeitsstandards einhalten. Wenn wir diese nicht erfüllen, können wir auf unserem Markt nicht wettbewerbsfähig sein», sagt Navarro. «Der Heimtiernahrungssektor erlebt ein rasantes Wachstum. Wir sind überzeugt, dass es noch viele Möglichkeiten geben wird, neue Produkte zu entwickeln, die von Innovationen angetrieben werden.»



PRONATEC AG

PIONIERE MIT PRINZIPIEN

TEXT: BIANCA RICHLÉ
FOTOS: THOMAS EUGSTER

Die PRONATEC AG vertreibt bereits seit über 45 Jahren fair gehandelte und nachhaltig hergestellte Produkte für die globale Nahrungsmittel- sowie Kosmetikindustrie und den Lebensmittelhandel. 1996 brachte sie die weltweit erste Bio- und Fairtrade-zertifizierte Schokolade auf den Markt. 25 Jahre später folgte der nächste grosse Schritt mit dem Bau der PRONATEC Swiss Cocoa Production, einer der modernsten Kakaoverarbeitungsanlagen. Damit löst sich PRONATEC aus der Abhängigkeit externer Verarbeiter und sichert sich die Poleposition für Bio-Kakaoprodukte.





Von links: Yannick Rihs, David Yersin und Simon Yersin prüfen die Qualität der Kakaobohnen.



Der Tornado-Röster ist das Herzstück der Anlage.

1996 ENTSCHEID DAVID YERSIN. CEO und Inhaber der PRONATEC AG, biologische Fairtrade-Schokolade herzustellen, und leistete damit Pionierarbeit. Es war die erste Schokolade, die ein Bio- und Fairtrade-Label erhielt. «Damals gab es wenig Lieferanten für biologischen Kakao», sagt David Yersin. «Deshalb hatten wir uns entschieden, selbst Kakao in der Dominikanischen Republik zu beziehen.» PRONATEC gründete hierfür eine Firma vor Ort.

Die Geschichte von PRONATEC geht aber noch viel weiter zurück. Bereits vor über 45 Jahren startete das Unternehmen aus der Schweiz mit dem Handel von Fairtrade-Zucker, -Vanille und zahlreichen -Gewürzen. PRONATEC suchte den direkten Kontakt zu den Bauern. «Uns war von Beginn an wichtig, faire Preise zu bezahlen», sagt Yersin. «Aus Überzeugung kaufen wir unsere Bio-zertifizierten Fairtrade-Rohstoffe nicht über Zwischenhändler, sondern möglichst direkt bei Kleinbauern und Kooperativen.»

Dank der engen und vertrauensvollen Zusammenarbeit mit ihren Partnern in den Ursprungsländern und einer direkten, zu 100 Prozent von PRONATEC kontrollierten Lieferkette kann das Unternehmen die Rückverfolgbarkeit seiner Produkte jederzeit garantieren. PRONATEC arbeitet dazu mit einem appbasierten Traceability-Werkzeug, bei dem alle Beteiligten anhand eines Barcodes über das Smartphone den Weg der Bohnen aus dem Ursprungsland bis in die Kakaoverarbei-

tungsanlage in der Schweiz lückenlos festhalten. «Diese Rückverfolgbarkeit vom Bauern bis zur Fabrik ist bisher einmalig», sagt Yersin.

Bisher liess PRONATEC ihre Bio- und Fairtradekakaobohnen bei externen Verarbeiterinnen zu Kakaobutter, Kakaomasse und Kakaopulver verarbeiten. «Dadurch, dass unser Geschäft weiter und weiter gewachsen ist, wurde unsere Abhängigkeit von den externen Verarbeitern sehr hoch. Deshalb haben wir uns entschieden, unsere eigene Kakaoverarbeitungsanlage zu bauen», sagt David Yersin.

«Das Ziel ist es, unsere Glaubwürdigkeit bei den Kundinnen zu erhöhen», ergänzt Simon Yersin, Head of Cocoa bei PRONATEC. «Da wir diesen Wertschöpfungsschritt selbst in der Schweiz abdecken, haben wir eine ganz andere Position. Wir haben die gesamte Planung und Produktion unter unserer Kontrolle und können sie so gestalten, wie wir wollen. Damit sind wir flexibler bei Kundenbedürfnissen. Insbesondere für kleine Batchproduktionen ermöglichen wir das als einzige Anbieterin.»

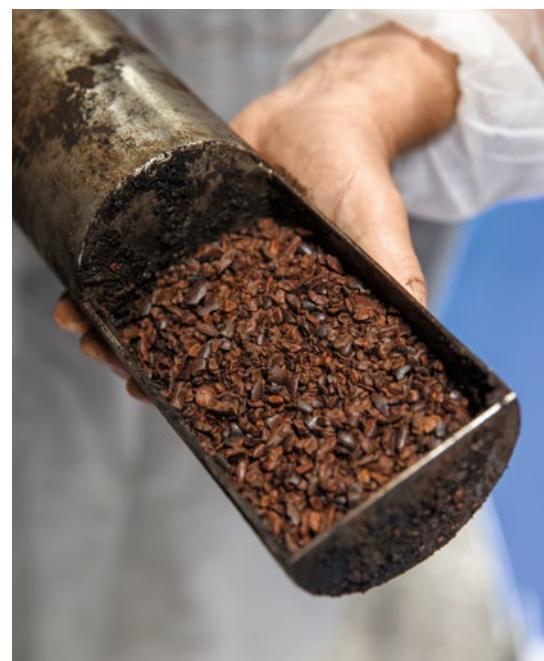


**«MIT UNSEREM WACHSTUM WURDE
DIE ABHÄNGIGKEIT VON EXTERNEN
VERARBEITERN HOCH. DESHALB
HABEN WIR UNS ENTSCHEIDEN,
UNSERE EIGENE KAKAOVERARBEI-
TUNGSLAGE ZU BAUEN.»**

DAVID YERSIN
CEO und Inhaber der PRONATEC AG

Die Kakaoverarbeitungsanlage von Bühler, die in enger Zusammenarbeit und Abstimmung mit dem PRONATEC-Team konzipiert wurde, gehört zu den weltweit modernsten Anlagen. Ihre Vorteile liegen klar in der gleichbleibend hohen Qualität der Röstung und Vermahlung der Kakaobohnen zu Kakaomasse und der weiteren Verarbeitung zu Kakaopulver und -butter. Die Automation ist absolut zentral, weil PRONATEC mit einem Chargentrennungsprozess für die Rückverfolgbarkeit arbeitet. Sie wurde in einem sehr frühen Stadium ins Projekt aufgenommen, weil die gesamte Struktur anders ist wie in anderen Anlagen.

«Die Anlageneffizienz am Standort Schweiz sowie die kompromisslose Auslegung auf 100 Prozent Bio-Zertifizierung stand für PRONATEC von Anbeginn im Vordergrund», sagt Joachim Essig, Head of Sales Cocoa & Malt bei Bühler. «Vollständig integrierte Automation, Batchproduktion im kleinen Massstab, Chargentrennung und volle Rückverfolgbarkeit waren schon in den ersten Gesprächen ab-



Probenahme aus dem Tornadoröster.

Mitte 2018 wichtige Themen, ebenso wie der scho-
nende Umgang mit den Rohstoffen, Food Safety und
höchste Hygieneansprüche.»

Das Steuer übernommen

Dem Entscheid für die neue Anlage ging ein einge-
hender Prozess voraus. «Da wir bisher die Bohnen
bei Vertragspartnern in Europa verarbeiten liessen,
kannten wir zwar die Vorlaufs- und Nachlaufkosten,
bei den Verarbeitungskosten kannten wir uns aber
nicht aus», sagt Simon Yersin. «Wir wurden von
Bühler sehr gut und rasch unterstützt mit notwen-
digen Analysen und Informationen, sodass wir das
gesamte Businesskonzept durchrechnen und beur-
teilen konnten. Das hat uns geholfen, uns für den
Schweizer Standort zu entscheiden.»

In ihrer Anlage stellt PRONATEC als erster
Betrieb in der Schweiz alle drei Bio-Kakao-Halbfabrikate
her: Kakaomasse, -butter und -pulver. «Es ist
für uns sehr wichtig, dass wir die bewährten
Geschmacksprofile beibehalten können, die wir
über die Jahre entwickelt haben. Gleichzeitig gibt
uns der neue Röster auch die Möglichkeit, neue
Produkte zu entwickeln», sagt David Yersin.

Der Tornado Röster von Bühler ist das Herzstück
der Anlage. Er ermöglicht, je nach Röstprofil Ge-
schmacksstoffe beizubehalten oder herauszuneh-

Die Bohnen werden im Winnower zerkleinert und die
Schalen werden von den Nibs getrennt.



**«WIR HABEN DIE GESAMTE PLANUNG
UND DIE GESAMTE PRODUKTION UNTER
UNSERER KONTROLLE UND KÖNNEN
SIE SO GESTALTEN, WIE WIR WOLLEN.
DAMIT KÖNNEN WIR FLEXIBLER AUF
KUNDENBEDÜRFNISSE EINGEHEN.»**

SIMON YERSIN
Head of Cocoa der PRONATEC AG



PRONATEC AG ist das erste Unternehmen in der Schweiz, das alle drei Bio-Kakao-Halbfabrikate – Kakaomasse, -butter und -pulver – herstellt.



MultiTherm von Bühler kann verwendet werden, um die Kristallisationseigenschaften von Kakaomasse und Kakaobutter zu bestimmen, die wichtige Qualitätskriterien bei der Herstellung von Schokolade sind.

men. «Unsere Erfahrungen mit dem Tornado Röster sind sehr positiv. Wir schätzen die hohe Flexibilität», sagt Yannick Rihs, Plant Manager bei PRONATEC. «Wenn er einmal eingerichtet ist, ist die Reproduzierbarkeit sehr hoch. Der Vorteil des Tornados ist, dass jeder einzelne Batch anders geröstet werden kann.» Auch Joachim Essig zeigt sich begeistert vom Tornado Röster. «Der Tornado Röster setzt Massstäbe in der Kakaoindustrie. Er ist auf 24-Stunden-Betrieb auch am Wochenende ausgerichtet. Der Tornado Röster ist seit vielen Jahren auf dem Markt und der meistinstallierte Röster für Kakao. Zudem ist er sehr flexibel und er läuft vollautomatisiert. Einfach ein robustes Gerät.»

Qualität im Fokus

Die Prozesse werden in der Leitwarte, im Herzen der Prozessanlage, kontinuierlich überwacht. Zudem prüft das PRONATEC-Team die produzierten Kakaoprodukte im eigenen Labor auf ihre Qualität. Mit dem MultiTherm von Bühler können die Kristallisationseigenschaften der Kakaomasse und der Kakaobutter bestimmt werden, die wichtige Qualitätskriterien bei der Herstellung von Schokolade sind. «Dieses Echtzeit-Controlling sichert einerseits die für PRONATEC ausschlaggebende Qualität ihrer Produkte, hat aber auch einen grossen Einfluss auf die Energieeffizienz der Anlage», sagt Stefan Linder, Project Director bei Bühler.

In der Anlagenkonzeption und in der Umsetzung wurde der zwingenden Anforderung nach Energieeffizienz Rechnung getragen, beispielsweise durch





VIDEO



In diesem Video erhalten Sie Einblicke in die moderne Kakaoverarbeitungsanlage der PRONATEC AG.

**«WIR HABEN BÜHLER GEFORDERT,
KONNTEN ABER IMMER GUTE
LÖSUNGEN FINDEN. UNSERE OPTIMIS-
TISCHSTEN ERWARTUNGEN SIND EIN-
GETROFFEN, DASS WIR BEREITS SO
FRÜH PRODUZIEREN KONNTEN.»**

MICHAEL GRETER
Project Manager bei PRONATEC AG

die Trennung von Temperaturzonen, die installierte Wärmerückgewinnung und die effiziente Isolation. Weiter wurden auch die Emissionen von Anbeginn in der Planung berücksichtigt, um neben allen Sicherheitsauflagen auch höchste Ansprüche in Sachen Umweltverträglichkeit erfüllen zu können. So hat das Team etwa zur Vermeidung von Geruchsbelästigung eine hochmoderne Abluft-Nachbehandlung installiert.

Bio als Herausforderung

Das Projekt war deshalb so anspruchsvoll, weil es nicht alltäglich ist. Es handelt sich um eine kleine Anlage, die hocheffizient produzieren muss und die alle Anforderungen strenger Biolabels erfüllen muss, wie beispielsweise Chargentrennung. «Wir haben Versuche gemacht im Technikum bei Bühler. Wir haben Workshops veranstaltet, um die speziellen Anforderungen einer Bio-Anlage zu verstehen und in den Prozess miteinzubeziehen, und PRONATEC hat von Anfang an viel Zeit und Energie in die Vorbereitung investiert», sagt Michael Richard, Project Manager bei Bühler. «Dies hat dazu beigetragen, dass wir innerhalb von nur zwei Jahren eine komplette Verarbeitungsanlage planen, installieren und in Betrieb nehmen konnten – und das alles in einem bestehenden Gebäude.»

Auch für den Projektleiter von PRONATEC, Michael Grether, war die Zusammenarbeit sehr gut: «Wir haben Bühler sicherlich gefordert, konnten aber gute Lösungen finden. Die Inbetriebnahme ist reibungslos über die Bühne gegangen und unsere optimistischsten Erwartungen sind eingetroffen, dass wir bereits so früh produzieren konnten.»

INFO



PRONATEC

PRONATEC AG

Winterthur und Beringen, Schweiz

 Gegründet im Jahr 1976.

 PRONATEC bietet hochwertige Kakao-produkte, Zucker, Vanille und Gewürze an. Rund 100 Beschäftigte arbeiten in der Schweiz und etwa 300 Angestellte in Tochtergesellschaften in den Herkunfts-ländern der Rohstoffe.

 Zu den Kundinnen und Kunden von PRONATEC gehören die weltweite Lebensmittelindustrie, der Lebensmittelgrosshandel und die Kosmetikindustrie.

 Bühler liefert die komplette Anlage für den PRONATEC-Standort in Beringen.

Für David Yersin war von Anfang klar, wo und vor allem mit wem die Anlage entstehen soll. «Wir sind eine Schweizer Firma, die in der Schweiz produzieren wird, mit einem Schweizer Maschinenbauer an der Seite. Als innovativer Marktführer kam für mich nach kurzer Evaluationsphase nur Bühler in Frage», sagt Yersin voller Überzeugung. Zwei Kernelemente der Anlage, der Tornado-Nibs-Röster und eine Nova-Mühle, werden bei Bühler in Appenzell in der Schweiz hergestellt, was sich ganz mit der Philosophie von PRONATEC hinsichtlich Qualität und lokaler Produktion deckt.

«Für uns als KMU war die Anlage eine grosse Investition», so David Yersin. «Wir merken bereits, dass die Qualität und die Tatsache, dass wir regional produzieren, für viele unserer Kundinnen und Kunden immer mehr in den Vordergrund rücken. Somit ist es eine Investition in die Zukunft.»

Seit Oktober 2022 wird die Bio-Kakaoverarbeitung im Drei-Schicht-Betrieb ausgelastet. «Ein grosser Teil vom Umsatz ist bereits gesichert», sagt Simon Yersin. «Wir haben viel Platz freigelassen für zukünftige Projekte, den wir hoffentlich mit weiteren Anlagen von Bühler füllen können.»

BÜHLER TECHNOLOGEN:

**AN IHRER
SEITE**





TEXT: STUART SPEAR
FOTOS: FABIO REICHMUTH



Der Wert von Bühler liegt in seiner generationenübergreifenden Erfahrung in der Verarbeitung von Materialien. Es sind die Technologinnen und Technologen von Bühler, die dieses Wissen in praktische Vorteile umsetzen, damit die Kundinnen und Kunden ihren Output und ihre Qualität maximieren können. Diese Menschen sind das Gesicht von Bühler. Wir treffen einige von ihnen, die um die Welt reisen, um die Beziehungen aufzubauen, die für erfolgreiche Geschäftspartnerschaften so wichtig sind.

Emily Cardoso arbeitet im hart umkämpften und hochtechnologischen Bereich der Präzisionsoptik.



«JEDER UNSERER KUNDEN BRAUCHT EINE EINZIGARTIGE LÖSUNG, DIE AUF SEINE ANFORDERUNGEN ZUGESCHNITTEN IST.»

EMILY CARDOSO

Mechanical Engineer bei Bühler Leybold Optics

Bereich Optik spezialisiert hat. Sie ist eine Problem löserin, die eine Mischung aus Service-Upgrades, Verkaufsunterstützung und Nachrüstungen anbietet. «Wie der Name schon sagt, besteht die Rolle der Technologin darin, die Technologie zu verstehen und zu wissen, was in der Maschine vor sich geht», sagt Cardoso. «In meinem Bereich möchte ein Kunde zum Beispiel Energie sparen, indem er die Pumpen austauscht, die das Vakuum erzeugen. Meine Aufgabe ist es, zu berechnen, ob das mit dieser Drehzahlgrenze und dieser Pumpgrenze möglich ist, ohne die Standards zu beeinträchtigen.»

Leybold Optics ist in einer Reihe von Märkten tätig. Der Geschäftsbereich stellt Maschinen her, mit denen Beschichtungen auf Architekturglas aufgebracht werden, die zur Senkung der Energiekosten für Heizung und Kühlung beitragen. Der von Cardoso unterstützte Markt der Augen- und Präzisionsoptik beinhaltet optische Lösungen für die Gesichtserkennung in Mobiltelefonen, Sensoren für die Automobilindustrie, Diagnoselösungen für die Biowissenschaften und Beschichtungs technologie für die Halbleiterindustrie.

Es handelt sich um einen hochkomplexen, wettbewerbsorientierten Sektor, der sich schnell entwickelt. Technische Upgrades sowie die Reduktion von Energieverbrauch und Abfall sind die häufigsten Kundenanforderungen, da Forschung und Entwicklung den Wettbewerb vorantreiben. Cardoso beschreibt die Arbeit in sehr hochtechnologischen, sterilen Umgebungen, die strenge Protokolle und ein hohes Mass an Sicherheit erfordern, da die Unternehmen ihre Wettbewerbsvorteile schützen wollen. «Präzisionsoptik ist ein waschechtes Hightech-Geschäft», sagt sie. «Was im Inneren der Maschine vor sich geht, ist reine Physik und Chemie, und jeder unserer Kunden braucht eine einzigartige Lösung, die sehr spezifisch auf seine Anforderungen zugeschnitten ist.»

Cardoso unterstützt Kundinnen auf der ganzen Welt. Die Arbeit in einem so vielfältigen und nicht standardisierten Sektor bedeutet, dass ihr technisches Fachwissen schon beim Aufsetzen von Ser-

UNABHÄNGIG DAVON, welche vertraglichen Vereinbarungen Unternehmen haben, letztlich machen immer die menschlichen Beziehungen erfolgreiche Geschäftspartnerschaften aus. Wo Sie auch immer auf der Welt sind und was auch immer Ihr Geschäft ist, wenn Sie eine Lösung von Bühler kaufen, erhalten Sie fachkundige technische Unterstützung, entweder aus der Ferne oder vor Ort. Und zwar so lange, wie es für die Lösung von Produktionsproblemen nötig ist.

Die verschiedenen Geschäftsbereiche von Bühler mögen unterschiedliche Bezeichnungen für ihre Kundensupport-Teams haben, aber Eines ist ihnen gemeinsam: Diese technischen Expertinnen und Experten haben einen enorm wertvollen Einblick in Ihre Branche und kennen sie von Grund auf. Sie haben Jahre an der Front verbracht und gesehen, wie Unternehmen in Echtzeit arbeiten, mit welchen Herausforderungen sie konfrontiert sind und welche Lösungen ihnen zur Verfügung stehen. Was für die Kundin eine neue Schwierigkeit sein mag, haben Technologen vielleicht schon in vielen verschiedenen Situationen in Anlagen in allen Teilen der Welt gesehen. Sie haben die Fähigkeiten und das Wissen, um sicherzustellen, dass die unvermeidlichen Hürden, die in jedem Produktionsprozess auftreten, so effizient wie möglich überwunden werden.

Eine tragende Rolle

Emily Cardoso kam als Maschinenbauingenieurin vor fünf Jahren als Technologin zu Bühler Leybold Optics ins deutsche Alzenau, wo sie sich auf den

MILLING SOLUTIONS

Guido Thalmann unterstützt Müllereikunden von der Erstinstallation bis zum Vollbetrieb.



«NACH WIE VOR IST DIE WICHTIGSTE FRAGE FÜR EINE MÜHLE: WAS IST ZU VIEL DIGITALISIERUNG, WAS ZU WENIG? DIE KUNST Besteht DARIN, DIE RICHTIGE BALANCE ZU FINDEN.»

GUIDO THALMANN

Process Expert Milling Solutions bei Bühler

viceverträgen oder der Unterstützung der Verkaufsteams bei hochspezialisierten technischen Lösungen gefragt ist. Besonders interessant wird ihre Rolle, wenn ein Kunde einen völlig neuen Produktionsbedarf hat. «Hier kann es richtig spannend werden, denn wir sind nicht durch die Standardisierung eingeschränkt und arbeiten daher zusammen mit dem Kunden, um herauszufinden, was möglich ist», sagt Cardoso.

Wissen der Generationen

In der traditionellen Müllerei wirkt sich der technologische Wandel ebenfalls tiefgreifend auf die Branche aus, wobei der Wandel hier weniger rasant voranschreitet. Guido Thalmann, Process Expert Milling Solutions bei Bühler, hat jahrzehntelange Erfahrung in der Müllereibranche. Am Hauptsitz des Unternehmens im schweizerischen Uzwil ist er der Start-up-Ingenieur für typische grosse Müllereibetriebe weltweit. Seine Aufgabe ist es, die Kundinnen von der Installation bis zum vollen Betrieb zu begleiten, indem er das Personal schult, die Maschinenparameter und die Software einstellt und all die Kinderkrankheiten beseitigt, die bei einer neuen Installation unweigerlich auftreten. Er kann bis zu einem Jahr bei einem Kunden verbringen, geht aber alle drei Monate nach Hause, um seine Batterien aufzuladen.

Thalmann begann seine Lehre als Müller 1974. Er wurde in der Zeit rekrutiert und ausgebildet, als René Bühler Vorsitzender des Verwaltungsrats von Bühler war. «Ich erinnere mich, dass René uns sagte, dass wir bei Kundenbesuchen immer daran denken müssen, dass wir die Visitenkarte der Firma sind», sagt Thalmann. Er glaubt, dass dieser Ratschlag auch heute noch gilt. Wenn er einen neuen Betrieb betritt, ist es seine langjährige Erfahrung, die die Marke Bühler festigt. Er weiß, dass er für ein über Generationen erworbenes Müllereiwissen steht.

In den letzten Jahren hat Thalmann Mühlen in Venezuela, im Nahen Osten, in Bangladesch, in den USA und in Australien aufgebaut. Thalmann ist nicht nur in der Lage, seine Kundinnen mit einer Fülle von Kenntnissen zu unterstützen, die er sich in verschiedenen Betriebsabläufen auf der ganzen Welt angeeignet hat. Er hat eine historische Perspektive auf die Branche und die Veränderungen in der Müllereibranche. Und er hat hautnah miterlebt, wie das alte Müllereihandwerk verschwand und kleinere Mühlen zu grösseren Mühlenbetrieben zusammengefasst wurden. «Ich sah, wie die kleinen Mühlen schlossen. Dabei gingen Fähigkeiten verloren, die es für ihren Betrieb braucht», sagt er.

Die Einführung der digitalen Verarbeitungstechnologie hat die Müllereibranche in den letzten Jahren am tiefgreifendsten verändert. Sie kann für die

Produzenten enorm nützlich sein, aber es kommt darauf an, wie sie eingesetzt wird. «Ich rate allen, die eine Mühle einrichten, es einfach zu halten. Oft ist es so, dass die Leute nicht mehr wissen, was sie tun, weil alles viel zu kompliziert geworden ist», sagt Thalmann. «Nach wie vor ist die wichtigste Frage für eine Mühle: Was ist zu viel Digitalisierung, was zu wenig? Die Kunst besteht darin, die richtige Balance zu finden.»

Mit Erwartungen umgehen

Guido Siegrist hat eine ähnliche Funktion wie Thalmann, arbeitet aber im Bereich Value Nutrition von Bühler. Von Uzwil aus optimiert er die Produktionsparameter in den Teigwarenanlagen der Kundinnen. Bei der Arbeit mit den grossen Teigwarenherstellern spannt er oft mit den hauseigenen Experten der Kundinnen zusammen. Bei neuen Betrieben leistet Siegrist mehr Unterstützung und stellt sein Fachwissen und seinen Rat zur Verfügung. So haben die verwendeten Rohstoffe einen grossen Einfluss auf die Qualität des Endprodukts. Auf der Suche nach der perfekt gleichmässigen Nudelform ist es wichtig, das zu verstehen.

«Bei Kunden, die neu in der Branche sind oder in der Vergangenheit von anderen Firmen schlecht beraten wurden, ist es meine Aufgabe, ihnen zu zeigen, wo und wie sie ihre Prozesse optimieren können, um das beste Endprodukt zu erhalten. Da muss ich manchmal mit ihren Erwartungen umgehen.



Gilbert Müller beschäftigt sich schon früh im Verkaufsprozess mit den Kunden aus der Schokoladenindustrie, um ihre Bedürfnisse zu verstehen.



Guido Siegrist setzt sein Wissen als Maschinenspezialist und Lebensmittelwissenschaftler beim Einrichten von Teigwarenanlagen ein.



«KEIN EINZIGES REZEPT FUNKTIONIERT FÜR JEDE KUNDIN, ES IST IMMER WIEDER EINE SPANNENDE HERAUSFORDERUNG.»

GUIDO SIEGRIST

Process Expert Value Nutrition bei Bühler



**«ES KANN SEHR KOMPLIZIERT WERDEN,
WENN 50 MASCHINEN INTERAGIEREN
MÜSSEN UND ALLES IN EINEM PROZESS
ZUSAMMENKOMMEN SOLL. DA IST
TEAMARBEIT ZWISCHEN DEN
SPEZIALISTEN GEFRAGT.»**

GILBERT MÜLLER

Senior Process Engineer Chocolate & Coffee bei Bühler



**CHOCOLATE
& COFFEE**

Völlige Einheitlichkeit ist einfach nicht möglich. Ich habe sogar schon einmal die Pasta der Konkurrenz gezeigt, um das zu demonstrieren», sagt Siegrist.

In solchen Situationen greift Siegrist auf seine 33-jährige Erfahrung zurück, die er bei Bühler in der Pastaindustrie gesammelt hat, sowohl in der Maschinenherstellung als auch bei der Inbetriebnahme von Anlagen. Er reist rund um den Globus und unterstützt die Produzenten überall dort, wo Teigwaren gegessen werden. «Jeder Auftrag ist anders, und selbst jetzt lerne ich noch dazu. Kein einziges Rezept funktioniert für jede Kundin, es ist immer wieder eine Herausforderung», sagt Siegrist, der sich als eine Mischung aus Lebensmittelwissenschaftler und Maschinenspezialist sieht. «Die ersten zehn Jahre habe ich mich mit der Herstellung der Maschinen beschäftigt und dann habe ich mir das Wissen zur Lebensmittelwissenschaft bei der Arbeit angeeignet, indem ich von jeder Anlage, die ich in Betrieb nehme, dazugelernt habe.»

Es braucht Teamarbeit

In der Schokoladenindustrie haben die Kunden ihre eigenen, streng gehüteten Rezepturen, und so braucht es oft ein Team von Technologinnen und Lebensmittelwissenschaftlern, die in einem der Innovations- und Trainingszentren von Bühler arbeiten, um herauszufinden, wie die Rezepturmischung am besten mit Lösungen von Bühler erreicht

werden kann. Gilbert Müller ist im schweizerischen Uzwil Senior Process Engineer im Geschäftsbereich Chocolate & Coffee von Bühler. Als Mitglied des technischen Support-Teams kommt er bereits während des Verkaufsprozesses mit den Kundinnen in Kontakt. Er ist auch für die Inbetriebnahme neuer Anlagen oder neuer Prozesse verantwortlich, was heisst, dass er manchmal eine Anlage auf der Grundlage seiner eigenen technologischen Empfehlungen einrichtet. «In der Schokoladenindustrie funktioniert der Verkaufs- und Angebotsprozess am besten, wenn das Verkaufsteam, die Lebensmitteltechnologin und der Verfahrenstechniker vorausschauend zusammenarbeiten, um Variablen wie Fettgehalt, Kakaopulver und Zucker auf Prozess und Maschine abzustimmen. Wenn sie eine Anlage in Betrieb nehmen, für die sie das Fliessschema entworfen haben, bekommen sie natürlich auch ein direktes Feedback zu ihrem eigenen Entwurf», sagt Müller.

Müller arbeitet eng mit Lebensmitteltechnologinnen und Inbetriebnahmetechnikern zusammen. Entspricht die Qualität eines Produkts nicht den Erwartungen, braucht es sowohl Kenntnisse der Maschinenprozesse als auch der Lebensmittelwissenschaft, um herauszufinden, wo etwas schiefgegangen sein könnte. In dieser Branche liegt die Komplexität in den Schnittstellen zwischen verschiedenen Produktionsprozessen. «Es kann sehr kompliziert werden, wenn 50 Maschinen miteinander interagieren müssen und alles in einem Prozess zusammenkommen soll. Da ist viel Teamarbeit und Austausch zwischen verschiedenen Spezialisten gefragt», sagt Müller.

Bei Backwaren, bei denen Schokolade als Zutat in den nachfolgenden Prozessen verwendet wird, kann Müller in jeder Phase von den Rohstoffen bis zur Verpackung involviert sein, überall dort, wo die Schokolade einen Einfluss auf die Produktverarbei-

Livia Thalmann hat im Schweizer Lehrlingsprogramm begonnen und arbeitet für Kunden aus der Druckgussindustrie.



«ES IST WICHTIG, MIT DEN MENSCHEN SCHNELL ZURECHTZUKOMMEN. MAN BRAUCHT EINE BESTIMMTE PERSÖNLICHKEIT, UM DIESEN JOB GUT ZU MACHEN.»

LIVIA THALMANN

Field Service Technician Die Casting bei Bühler



tung haben kann. Das bedeutet, dass er manchmal mehr als ein Jahr lang einen Betrieb besucht, ein paar Monate vor Ort verbringt und bei Bedarf zurückkehrt. In einem derart vernetzten Lebensmittelherstellungsprozess kann eine kleine Änderung Auswirkungen auf die gesamte Anlage haben und kontinuierliche Unterstützung erfordern.

Zeit ist Geld

Da immer mehr Elektrofahrzeuge verkauft werden, steigt auch die Nachfrage nach Druckgusslösungen. Diese liefern den grossen Automobilherstellern Strukturteile aus geschmolzenem Aluminium. Die Druckgusslösungen von Bühler werden in Produktionszellen installiert und arbeiten nahtlos mit anderen Fertigungsprozessen wie Spritzmaschinen, Pressen und Konstruktionsrobotern zusammen. Sie produzieren hochpräzise Leichtbau-Autoteile wie Fahrwerksteile, Stoßdämpferträger, Längsträger, Heckklappen oder Batteriegehäuse.

Livia Thalmann ist Aussendiensttechnikerin im Druckgussbereich von Bühler in Uzwil. Sie kam über das Schweizer Lehrlingsprogramm ins Team. Ihre Aufgabe ist es, neue Maschinen zu installieren, Aufrüstungen zu machen und bestehende Maschinen zu warten. Bei Installationen ist sie Teil eines Teams von zwei oder drei Personen. Wenn sie ein Problem behebt, arbeitet sie allein, um die Kosten für den Kunden zu minimieren. Da die Branche unter hohem Druck steht, muss so wenig Zeit wie möglich zwischen dem ersten Anruf der Kundin und ihrem Ein treffen vor Ort vergehen. Zudem arbeitet Thalmann

viel mit Technologen anderer Unternehmen, die andere Zellprozesse unterstützen, sowie mit internen technischen Support-Teams zusammen.

«Wenn ich komme, ist der Kunde oft sehr gestresst, weil er das Problem nicht selbst lösen kann. Er muss die Maschine schnell in Betrieb nehmen, also ist alles zeitkritisch. Die meisten Druckgiessmaschinen laufen 24 Stunden am Tag. So geht Geld verloren, wenn sie nicht laufen», erklärt Thalmann. «Ich muss erst einmal Ruhe hineinbringen, einen Gang zurückschalten und einen Plan ausarbeiten. Ich habe bereits einen Überblick über das Problem, weil ich mit unseren Support-Teams gesprochen habe. Letzten Monat fand ich bei einer Schweizer Kundin das Problem innert zehn Minuten, weil ich bereits wusste, dass es sich um eines von drei Dingen handeln würde.»

Thalmann hält auch nach Möglichkeiten zur Abfallvermeidung Ausschau, um die Auswirkungen auf die Umwelt zu verringern. «Viele unserer Kunden arbeiten in sehr energieintensiven Branchen», sagt sie. «Aus meiner Perspektive in der Fabrik kann ich manchmal sehen, welche Einsparungen möglich sind. Es ist zum Beispiel nicht notwendig, die Form zu erwärmen, während ich arbeite. Ich weise gerne auf die Möglichkeiten zur Prozessoptimierung hin.»

Wenn die Dinge nicht so schnell gelöst werden, kann es zu angespannten Situationen kommen. Wichtig für die Kundenbetreuungsfunktion sind daher zwischenmenschliche Fähigkeiten. Um vor Ort effizient arbeiten zu können, müssen alle an



Verena Mühlberger testet und richtet Perlmühlen für Unternehmen aus verschiedenen Branchen weltweit ein.

«WIR STELLEN DIE MASCHINEN AUF UND GEBEN UNSER GANZES WISSEN WEITER, DAMIT SIE AUF IHRER PERLMÜHLE EIN ERSTKLAASSIGES PRODUKT HERSTELLEN KÖNNEN.»

VERENA MÜHLBERGER

Process Engineer Grinding & Dispersing bei Bühler

einem Strang ziehen. «Es ist wichtig, dass ich mit den Menschen vor Ort sehr schnell zurechtkomme, weil ich ihre Unterstützung brauche. Ich denke, man braucht eine bestimmte Art von Persönlichkeit, um diesen Job gut zu machen», erklärt Thalmann. Auch das Verständnis für die Kommunikation in verschiedenen Kulturen ist entscheidend. Manchmal ist es schwierig, einem Problem in einem Betrieb auf den Grund zu gehen, aber Thalmann nimmt sich Zeit, die richtigen Fragen zu stellen, bis sie die Ursache des Problems herausgefunden hat.

Maximale Leistung

Auch Verena Mühlberger weiß, dass Technologinnen, die bei Kunden auf der ganzen Welt arbeiten, kulturell sensibel sein müssen. «Vom Charakter her bin ich eher direkt. Wenn ich in einer Kultur arbeite, die weniger direkt ist, passe ich mich an», sagt sie. «Meine Anpassungsfähigkeit hilft mir, die Kundinnen bei Versuchen in den Prozess einzubeziehen. Das bedeutet, dass ich sie frage, was sie darüber denken und welche Erfahrungen sie selber gemacht haben oder ob sie mit den Entscheidungen, die ich zum Prozess treffe, einverstanden sind.»

GRINDING & DISPERSING 

Mühlberger ist Prozessingenieurin im Geschäftsbereich Grinding & Dispersing bei Bühler. Vom Standort Uzwil in der Schweiz aus erprobt und installiert sie weltweit Perlmühlen für Unternehmen, die in den Bereichen Druckfarben, Kosmetika, Pharmazeutika, Beschichtungen und Batteriepaste tätig sind. Auch hier handelt es sich um eine breite Palette von Branchen – entsprechend muss Mühlberger die Anforderungen jedes Sektors genau verstehen. Ihre Aufgabe ist es, die Maschinen einzurichten und Versuche durchzuführen, um sicherzustellen, dass der Kunde das gewünschte hochwertige Produkt und die gewünschte Leistung aus seiner Perlmühle erhält. Hier wird der Wert von Bühler als Unternehmen mit Generationen von Prozesserfahrung deutlich. Das gilt für alle Kundenbetreuungsteams von Bühler, die weltweit unterwegs sind und viele unterschiedliche Branchen unterstützen.

«Wenn wir die Kundinnen besuchen, bekommen sie Zugang zum Bühler Know-how aus erster Hand. Wir stellen nicht nur die Maschinen auf und nehmen sie in Betrieb, sondern wir geben unser ganzes Wissen an sie weiter, damit sie auf ihrer Perlmühle ein erstklassiges Produkt mit maximaler Produktivität herstellen können», erklärt Mühlberger. «Während des gesamten Prozesses, von der Durchführung von Versuchen bis zur Installation, bauen wir eine enge Beziehung auf und verhelfen ihnen zu einem tieferen Einblick in ihren Betrieb. So entwickeln sie Vertrauen in unser Wissen und kommen für weitere Produktentwicklung und technische Beratung zu uns zurück.»

DER TRAUM VOM NACHHALTIGEN PROTEIN

SINGAPUR HAT WELTWEIT eine der aufregendsten Food-Tech-Branchen – einige nennen es die Food-Tech-Hauptstadt Asiens. Zu Recht, wie sich im Dezember 2020 zeigte, als der winzige Inselstaat als erstes Land den Verkauf von kultiviertem Fleisch erlaubte. Das ist Fleisch, das in einem Bioreaktor aus lebenden tierischen Zellkulturen gezüchtet wird. Nun kommen Gründer aus aller Welt hierher, um ihre Träume von nachhaltigem Protein zu realisieren. Seit 2022 haben 36 Food-Tech-Start-ups ihren Hauptsitz in Singapur; zusammen haben sie über 214 Millionen US-Dollar aufgebracht.

Der Sektor wächst weltweit. Gemäss der Barclays Bank könnte die Branche für nachhaltige Proteine im nächsten Jahrzehnt 140 Milliarden US-Dollar wert sein, etwa zehn Prozent der globalen Fleischindustrie von 1,4 Billionen US-Dollar. Die Löwenstadt steht als lebendes Labor und als Startrampe für globale Lösungen bei Klima und Ernährungssicherheit an der Spitze dieser Entwicklung.

Bühler ist sehr aktiv in der Region und veranstaltete 2022 im vietnamesischen Ho Chi Minh City und im südkoreanischen Seoul Innovationstage für Kundinnen und Kunden, die nach neuen Geschäftsmöglichkeiten suchen. Vor allem regionale Start-ups an der Spur der Innovation im Agrar- und Lebensmittel sektor interessieren sich dafür. Durch unsere Verbindungen zu Start-up-Beschleunigern bauen wir unser Engagement für Start-ups weiter aus.

Das Herzstück dieses florierenden Netzwerks ist das Protein Innovation Centre, das Bühler und Givaudan in enger Zusammenarbeit eingerichtet haben, um Lösungen für die Abstimmung von lokalem Geschmack und Textur im asiatisch-pazifischen Raum zu erarbeiten und den Markteintritt von Fleischprodukten auf Pflanzenbasis zu beschleunigen. Seit seiner Eröffnung im April 2021 wird es von Kundinnen und Kunden aus der ganzen Region genutzt, die neue pflanzliche Produkte mit der Nass- oder Trockenextrusionstechnologie entwickeln.

Dank jahrzehntelanger Erfahrung mit Prozess-technologien kann Bühler die bestehenden Technologien überflügeln und Unternehmen, die Fleisch auf pflanzlicher Basis herstellen, einen entscheiden-den Vorteil bei der Produktion von extrudierten



Aparna Venkatesh, Collaborative Innovation Lead bei Bühler Singapur

WEBSITE

 Scannen Sie den QR-Code und erfahren Sie mehr über das Protein Innovation Centre.

Produkten mit hohem Feuchtigkeitsgehalt bieten. Neben pflanzlichem Fleisch senkt Bühler die Einstiegshürde für Unternehmen, die in den Markt von kultiviertem Fleisch einsteigen wollen, mit dem Cultured Food Hub – einer Kollaboration von Bühler, Givaudan und der Migros, der grössten Detailhändlerin der Schweiz. Der Hub unterstützt Start-ups bei der Skalierung vom Labor bis zur industriellen Produktion.

Um Unternehmen in den Bereichen der Präzisionsfermentation und der zellulären Landwirtschaft auf ihrem Weg zur Kommerzialisierung zu unterstützen, wird Bühlers Joint-Venture-Unternehmen mit ZETA – Eridia – deren Partner bei der Entwicklung von Anlagen in der Lebensmittel- und Futtermittelbiotechnologie sein.

Es ist fantastisch, bei einem von Innovationsdrang getriebenen Unternehmen zu arbeiten und Möglichkeiten für ein nachhaltiges Lebensmittel- system zu schaffen. Begeisterung und Energie im aufstrebenden Sektor für nachhaltige Proteine breiten sich in der ganzen Region wie ein Lauffeuer aus. Bleiben Sie also dran, um zu erfahren, was in diesem Bereich als Nächstes passiert!

SOCIAL MEDIA

Folgen Sie uns auf unseren Social-Media-Kanälen und bleiben Sie auf dem Laufenden über die neusten Trends, Innovationen und Erfolgsgeschichten von Kundinnen und Kunden aus der Welt von Bühler.



BÜHLER AUF LINKEDIN

Besuchen Sie unsere Unternehmensseite und unsere Showcase Pages auf LinkedIn, wie z.B. Bühler Group Milling Solutions, Die Casting, Battery Solutions und viele mehr.



IMPRESSUM: DIAGRAMM 186/JUNI 2023

Veröffentlicht durch Bühler AG, Corporate Communications, 9240 Uzwil, Schweiz. E-Mail: media.relations@buhlergroup.com. **Chefredaktion:** Michèle Bodmer. **Redaktion:** Janet Anderson; Lukas Hofstetter; Bianca Richle. **Projektkoordination & Design:** Jekaterina Gluzman. **Layout:** artismedia GmbH, Stuttgart, Deutschland; **Grafik:** das modular, Hattersheim am Main, Deutschland (Titelbild, S. 2-3, 10-11, 68.) **Übersetzung:** texthafen, Zürich. **Korrektorat:** comtexto AG, Zürich. **Druck:** Galledia Print AG, Flawil.



DER BÜHLER INSPIRATION HUB

Möchten Sie mehr über die wichtigsten Trends erfahren, die Ihre Branche beeinflussen? Besuchen Sie unseren Inspiration Hub, wo Sie Geschichten und Videos über die inspirierende Arbeit unserer Kundinnen und Partner aus der ganzen Welt finden.



WAS KOMMT ALS NÄCHSTES?

Diagramm #187

In der nächsten Ausgabe zeigen wir, wie unsere Kundinnen und Kunden weltweit sicherstellen, dass es genug sichere, nahrhafte und erschwingliche Lebensmittel für die wachsende Weltbevölkerung gibt.



IHRE MEINUNG IST UNS WICHTIG!

Was halten Sie von der Diagramm? Wir möchten unser Magazin für Sie noch relevanter machen. Bitte senden Sie Ihr Feedback an:

✉ media.relations@buhlergroup.com



 **BÜHLER**