

innovations

Technik - Märkte - Trends

15. Jahrgang - 2/2021

*Know-how
ohne
Wissenslücken!*





WITTMANN innovations (15. Jahrgang - 2/2021)

Vierteljährlich erscheinende Zeitschrift der WITTMANN Gruppe. Das Medium dient der Information von Mitarbeitern und Kunden.
Redaktionsadresse: WITTMANN Technology GmbH, Lichtblaustraße 10, 1220 Wien – Redaktion, Lektorat, Layout und
Produktion: Bernhard Grabner – Tel.: +43-1 250 39-204 – bernhard.grabner@wittmann-group.com – www.wittmann-group.com
Druckausgabe 3/2021 von „WITTMANN innovations“ erscheint zum Beginn des 3. Quartals 2021.



Michael Wittmann

Liebe Leserinnen und Leser,

In Zeiten der nach wie vor grassierenden Pandemie, kann ich kein Stimmungsbild unseres Unternehmens vermitteln, ohne auf die Virus-Situation und deren Auswirkungen auf unsere Firmengruppe einzugehen. Tatsächlich hält uns das COVID-19-Virus unvermindert auf Trab. Aber eben anders. Vor etwa einem Jahr verspürten wir die Auswirkungen des ersten weltweiten Lockdown. Heute, ein Jahr später, hat sich die wirtschaftliche Situation vollständig gedreht. Die Industrie arbeitet in vielen Bereichen auf vollen Touren, und unsere aktuellen Corona-Sorgen betreffen die Aufrechterhaltung möglichst hoher Kapazitäten bei gleichzeitiger Einhaltung von Hygiene- und Sicherheitsmaßnahmen. Keine leichte Übung. Ein Arbeiten unter diesen Umständen ist auf Dauer nicht wünschenswert. Aber die doch berechtigte Hoffnung auf ein absehbares Ende dieser Pandemie und eine Rückkehr zu einem normaleren Leben macht die Situation etwas erträglicher.

Wir sind jedenfalls in der schönen Situation, uns relativ uneingeschränkt unseren eigentlichen Fachthemen widmen zu dürfen. Auch in dieser *innovations* Ausgabe präsentieren wir Ihnen einen interessanten Querschnitt unserer zukunftssträchtigen und innovativen Technologien. Etwa das Condition Monitoring System (CMS) für unsere Spritzgießmaschinen. Unser CMS ermöglicht eine zustandsorientierte Wartung und bietet größere Ausfallsicherheit als eine an Zeitintervallen orientierte oder vorsorgliche Wartung. Das Ziel ist, Ertrags- einbußen durch Produktionsausfälle und aufwändige Wartung zu minimieren. Gerade bei voller Auslastung der Produktion gewinnt CMS an Bedeutung und wird für viele Verarbeiter interessant. Und wir beschäftigen uns mit den herausfordernden Eigenheiten der Automatisierung von Mikro-Spritzgießteilen, speziell mit dem Einlegen von Mikroteilen. Viele Spritzgießteile werden von einer Produktgeneration zur nächsten immer kompakter und kleiner, bis sie letztlich auf der Mikro-Ebene ankommen (Teilegrößen von unter 3 mm bzw. der Gramm- und Sub-Gramm-Bereich). Mikroteile werden nicht nur in Handys verbaut, sondern generell in der Elektronikindustrie, beispielsweise für Stecker, aber auch in der Medizintechnik. Derartig kleine Kunststoffteile erlauben sehr kompakte und leichte Fertigprodukte, aber stellen die Verarbeiter vor riesige Handhabungsprobleme. Unsere *MicroPower* Spritzgießmaschine und unser Automatisierungs-Know-how erlauben die Realisierung optimierter Gesamtsysteme.

Abgerundet wird diese *innovations* Ausgabe durch sehr interessante Kundenberichte aus Deutschland, Slowenien und Indien. – Ich wünsche Ihnen viel Spaß beim Lesen!

Ihr Michael Wittmann

Gesamtlösungen

Qualitätvolle Schaltelemente



Peter Zajc über den slowenischen Spritzgießer TEM Catež d.o.o. **Seite 4**

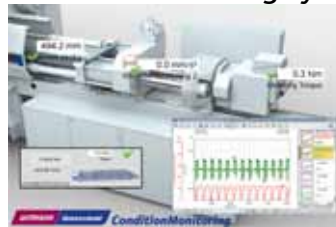
Spritzguss

Insider-Lösungen bei BILORA



Gabriele Hopf und **Michael Müller** stellen den deutschen Kunden der WITTMANN Gruppe vor. **Seite 6**

Condition Monitoring Systeme



Reinhard Bauer beschreibt die WITTMANN BATTENFELD CMS-Lösungen. **Seite 8**

Kühlung

Interne Formenkühlung



Aaron Farrag über den Einsatz Interner Formenkühlung beim Blasformen. **Seite 11**

Automatisierung

Einlegen von Mikroteilen



Joe Varone erklärt die besonderen Umstände und mögliche Lösungswege beim Einlegen von Mikroteilen. **Seite 12**

WITTMANN Roboter in Indien



Kishore Kumar über Automatisierungslösungen beim indischen Anwender PG Electroplast. **Seite 16**

News

Unsere Niederlassung WITTMANN BATTENFELD BULGARIA FOOD

Seite 18

Ein führender slowenischer Hersteller nutzt das Equipment der WITTMANN Gruppe

Seit über 45 Jahren stellt TEM Čatež d.o.o. im Osten von Slowenien Schalter und Steckdosen her, die sich durch Anpassungsfähigkeit, technische Innovationen und gutes Design auszeichnen und sich für alle Räume eignen. Mit der Anschaffung der ersten SmartPower 110 Multikomponenten-Maschine im Jahr 2017 begann die Zusammenarbeit zwischen TEM und ROBOS (der slowenischen/kroatischen WITTMANN Vertretung). Diese Partnerschaft führte zur Umsetzung schon zahlreicher Projekte – und viele weitere harren noch der Realisierung.

Peter Zajc

TEM Čatež d.o.o. ist in der Region führend bei der Produktion von Schaltern und Steckdosen für sowohl simple als auch anspruchsvolle Installationen. Im Verlauf der Jahre widmete sich TEM sehr erfolgreich der Pflege seiner Marke und erntete breite Anerkennung für seine Produkte. Das Unternehmen steuert sämtliche technischen und produktionspezifischen Prozesse von einem Standort aus – vom Produktionsbetrieb in Velika Loka.

Es ist von Bedeutung, dass die Erzeugnisse von TEM von den Kunden stets als solche erkannt und dass ständig neue Produkte entwickelt werden. Die Hauptkundschaft bilden auf elektrisches Equipment und elektrische Installationen spezialisierte Händler. Schalter und Steckdosen von TEM werden in 25 europäischen Ländern vertrieben. Während der letzten Jahre ist das Unternehmen durchschnittlich jeweils um mehr als zehn Prozent gewachsen. Die Unternehmensgeschichte begann im Jahr 1973. Im Verlauf der Jahrzehnte wurden verschiedene fortschrittliche produktionstechnische Prozesse implementiert: Prägen, Drehen, Bakelit- und Multikomponenten-Spritzguss, Montage von Baugruppen, usw. Auf diese Weise ist es TEM stets gelungen, jeden denkbaren Aspekt seiner Tätigkeit vollständig hausintern zu kontrollieren.

TEM als WITTMANN BATTENFELD Kunde

Aufgrund ständig steigender Nachfrage nach seinen Erzeugnissen, orderte TEM im Jahr 2017 die erste Spritzgießmaschine von WITTMANN BATTENFELD: eine in einer Sonderfarbe lackierte SmartPower MC 110/350H-60S B8 mit Drehtisch und einem voll in die B8 Maschinensteuerung integrierten PRIMUS 16 Roboter von WITTMANN. Diese Maschine ersetzte den vorigen Produktionsprozess, in dessen Verlauf Teile von zwei anderen Maschinen überspritzt wurden. Dieser Umstieg führte zu signifikanten Energieeinsparungen, die Gesamtzykluszeit konnte verringert werden, ebenso auch die Arbeitskosten.

Nach Abschluss des ersten Projekts setzte ein Diskussionsprozess bezüglich einer zentralen Materialversorgungsanlage ein. Eine solche wurde schließlich im Jahr 2018 fertiggestellt, zeitgleich mit der Eröffnung einer neuen Produktion. Die Wahl war auf WITTMANN Equipment gefallen, welches für die benötigte Lösung mit dem besten Preis-Leistungs-Verhältnis aufwarten konnte. Für die zentrale Materialanlage wurden verschiedene WITTMANN Trockner-Modelle gewählt: 2 ATON basic G70-100-M, 2 ATON basic

G70-200-M, 1 ATON basic G120-300-M mit gesteuertem Absaugkasten, und der schon vorher vorhandene DRYMAX E60 konnte ebenso in die Anlage integriert werden. Was die Materialfördergeräte betrifft, so kamen FEEDMAX G206-50 und FEEDMAX G203-50 Fördergeräte zum Einsatz, die sämtlich mit schwenkbaren Adaptern für die Materialtrichter der Spritzgießmaschinen ausgestattet waren. Darüber hinaus verfügt das System über eine XMB Filterstation und einen CODEMAX Kupplungsbahnhof. Gesteuert wird die Anlage über eine WITTMANN TEACHBOX basic Steuerung.

Kurze Zeit danach beauftragte TEM eine weitere Spritzgießmaschine: eine SmartPower 90-210 B8 mit besonderen Zusatzoptionen, etwa der HiQ Flow® Funktionalität. HiQ Flow® misst den Widerstand des Schmelzeflusses während einer bestimmten Phase des Einspritzvorgangs, wobei der aktuell gemessene Wert mit dem zuvor definierten verglichen wird und die Nachdruck-Parameter (Wechsellpunkt) innerhalb des betreffenden Zyklus angepasst werden. Der Vorteil für den Kunden besteht in der wesentlich gleichmäßigeren Qualität der spritzgegossenen Teile, wodurch weniger Ausschuss anfällt. Auch diese Maschine wurde durch Verwendung eines WITTMANN PRIMUS 16 Roboters automatisiert.

Obendrein wurden einige von TEMs schon zuvor vorhandenen Maschinen anderer Hersteller mit neuen WITTMANN Robotern nachgerüstet (zumeist PRIMUS 16 und PRIMUS 14), wie auch mit TEMPRO primus C90 Temperiergeräten. Zur Durchführung einer Testreihe ist ein variothermes Temperiergerät im Einsatz, um darüber Aufschluss zu geben, ob diese Technologie sich für den Einsatz in der Produktion von Teilen mit optisch anspruchsvollen Oberflächen eignet, und vielleicht sogar den Eindruck noch verbessert.

Die Grundlage einer guten erfolgreichen Partnerschaft stellt ein stets einsatzbereiter vertriebsmäßiger und technischer Support dar, der sämtliche Fragen abdeckt, die sich auf dem Gebiet Kunststoff verarbeitender Technologien stellen können – insbesondere dann, wenn es sich um einen neu gewonnenen Kunden handelt. Die WITTMANN Gruppe und ROBOS haben sich diesem Zugang verschrieben und stellen sich jeder Herausforderung. Die Antwort auf jegliche Kundenanfrage erfolgt schnell und effektiv – eine Haltung, die wiederum einen entscheidenden Faktor für die weitere erfolgreiche Zusammenarbeit darstellt. ♦

Rechte Seite: MODUL, das modulare System von Schaltern und Steckdosen, verfügbar in den Designs Line, Soft und Pure.

Peter Zajc
ist Geschäftsführer von ROBOS d.o.o. in Ljubljana-Črnuče, Slowenien, der Vertretung der WITTMANN Gruppe für Slowenien/Kroatien.

TEM

MODUL



On | Off and everything
in between



MODUL

line

soft

PURE



TEM

TEM ČATEŽ d.o.o. • ČATEŽ 13, SI-8212 VELIKA LOKA
SLOVENIJA • tem@tem.si

www.tem.si

BILORA nutzt Insider-Lösungen mit vernetzter Peripherie

Seit März 2019 arbeitet die BILORA Kunststofftechnik GmbH in Deutschland mit zwei Spritzgießmaschinen mit Insider-Lösung von WITTMANN BATTENFELD. Die Maschinen überzeugen durch ihre Kompaktheit, Zuverlässigkeit und Effizienz.

Gabriele Hopf – Michael Müller

Die Ursprünge von BILORA reichen mittlerweile stolze 111 Jahre zurück, bis zur Gründung der Metallwarenfabrik Kürbi & Niggeloh in Barmen-Rittershausen im Jahr 1909. Gefertigt wurden damals Rohrstativen, Pendelleuchten, Notenständer und andere Metallprodukte. Der heutige Firmensitz in Radevormwald wurde 1911 errichtet und in Betrieb genommen. Der große Durchbruch gelang dem Unternehmen 1935 mit der Produktion von Fotokameras. 1956 wurde die Marke von 1 Million produzierter Kameras durchbrochen. Die Anschaffung der ersten Kunststoff-Spritzgießmaschine erfolgte 1961. Man hatte die Vorteile dieser neuen Technologie erkannt, und längst hatte sich zu diesem Zeitpunkt die Leistungsfähigkeit der zuvor als billiges „Plastik“ verpönten Werkstoffe erwiesen; Kunststoffe waren den Metallen gegenüber konkurrenzfähig geworden.

Der Einstieg in die Kunststoff-Spritzerei brachte zahlreiche Vorteile mit sich: die kostengünstige Herstellung von Einzelteilen, der nahezu vollständige Wegfall von Nachbearbeitungsschritten, perfekte Oberflächen, geringes Teilegewicht, der Wegfall zahlreicher Montagehandgriffe.

1994 kam es zur Gründung der KÜRBI & NIGGELOH BILORA GmbH, die sich nun ausschließlich der Produktion von Kunststoffartikeln widmete. 2016 erfolgte die Namensänderung in BILORA Kunststofftechnik GmbH.

Heute fertigt BILORA sowohl Kleinserien als auch Großserien verschiedenster technischer Kunststoffteile im 1- und 2-Komponentenspritzguss, wobei 40 Spritzgießmaschinen mit Schließkräften zwischen 150 und 2.000 kN zum Einsatz kommen. Auch Metall/Kunststoff-Verbindungen, wie sie unter anderem in der Automobilindustrie verwendet werden, sind Teil des Produktspektrums von BILORA.



SmartPower 60 und SmartPower 90, als Insider-Zellen ausgeführt.



In Insider-Zellen integrierte WITTMANN TEMPRO plus D Temperiergeräte.

Ein großer Teil der Spritzgießteile wird weiterverarbeitet: Es folgt das Bedrucken im Tampon- und Siebdruckverfahren, die Montage von Baugruppen (je nach Kundenanforderung auch mit Funktionsprüfung) oder das Verpacken in regalfähige Verkaufsverpackungen. Kunststoffteile für den Maschinenbau werden bei BILORA häufig auf mechanischem Weg nachgearbeitet, da geringe Stückzahlen die Investition in aufwändige Werkzeuge nicht rechtfertigen. Der Einsatz von ERP- und MES-Systemen garantiert eine lückenlose Nachverfolgung der Chargen. Beim hauseigenen Werkzeugbau erfolgten Investitionen in ein CNC-Fräsbearbeitungszentrum und eine Drahterodiermaschine. CAD/CAM-Anwendungen unterstützen die eigene Konstruktionsabteilung.

BILORA und WITTMANN BATTENFELD

Die Zusammenarbeit mit WITTMANN BATTENFELD begann vor einigen Jahren mit der Installation spezieller Entnahmetechnik. BILORA investierte in verschiedene WITTMANN Robot-Systeme der Baureihen W8 und W9, mit denen bestehende Spritzgießmaschinen nachgerüstet wurden.

Bei BILORA werden Entnahmegreifer mit Sicherheitsabfragen und zusätzlichen Funktionalitäten selbst gebaut. Die einfach durchzuführende Anbindung und die Überwachung der Entnahmegreifer durch die Roboter-Steuerung gewährleisten eine umfassende Nutzung der vorhandenen Möglich-

keiten. Die Zuverlässigkeit des Equipments und der gute Support von WITTMANN BATTENFELD waren dafür ausschlaggebend, dass sich BILORA in weiterer Folge auch für den Erwerb von WITTMANN Temperiergeräten in Ein- und Zweikreisausführung (Wasser bis 160 °C) entschied, sowie für die Anschaffung von DRYMAX Trocknern und DOSIMAX Dosiergeräten.

Im März 2019 wurden bei BILORA zwei servohydraulische *SmartPower* Spritzgießmaschinen von WITTMANN BATTENFELD mit 600

bzw. 900 kN Schließkraft installiert – beide Modelle in der Ausführung als Insider-Versionen. In einer Insider-Zelle ist das Handling der Formteile inklusive Transferband integriert, darüber hinaus verfügt eine solche Zelle über eine fix mit der Maschine verbundene Schutzeinhausung. Verglichen mit konventionellen Anlagen, reduzieren diese Maßnahmen die notwendige Stellfläche der Arbeitszelle um bis zu 50 %. Bei BILORA überzeugen die WITTMANN BATTENFELD Maschinen aufgrund der vernetzten Peripherie sowie ihrer kompakten Bauweise, und schließlich haben sie sich als äußerst zuverlässig und effizient erwiesen.

Michael Müller, Geschäftsführer von BILORA: „Für die Insider-Maschinen von WITTMANN BATTENFELD spricht vor allem das platzsparende Design, ein gutes Verhältnis zwischen Werkzeugraum, Schließkraft und Einspritzaggregaten, die CE-Konformität ohne Erfordernis weiterer Schutzmaßnahmen außerhalb der Maschine, die Vollintegration der Roboter und nicht zuletzt die hohe Bedienerfreundlichkeit, die wir bereits von den zuvor installierten Robot-Systemen kannten und sehr schätzen. WITTMANN BATTENFELD hilft uns mit diesen Lösungen, auch weiterhin effizient auf hohem Qualitätsniveau zu fertigen.“ ♦

Teileablage mit WITTMANN Roboter.

Jörg Schröder, WITTMANN BATTENFELD Vertrieb (links), Michael Müller, BILORA Geschäftsführer.

Gabriele Hopf leitet das WITTMANN BATTENFELD Marketing in Kottlingbrunn, Niederösterreich. Michael Müller ist Geschäftsführer der BILORA Kunststofftechnik GmbH in Radevormwald, Deutschland.



Condition Monitoring: Den Status von Verarbeitungsmaschinen im Auge behalten

Sensorsysteme zur Zustandsüberwachung (engl. Condition Monitoring Systeme, kurz CMS) werden seit vielen Jahren bei Großanlagen eingesetzt, um Ertragseinbußen durch Produktionsausfälle und hohen Wartungsaufwand zu minimieren. Anwendungsbeispiele sind Drehrohröfen in Zementwerken, Rohstoff-Förderanlagen, Vortriebsmaschinen im Tunnelbau, Turbinen oder Windkraftanlagen. Durch Fortschritte bei der Sensortechnik und zunehmender Verfügbarkeit schneller Datennetze wurden CMS-Systeme nun auch für Spritzgießmaschinen interessant. WITTMANN BATTENFELD hat hier Pionierarbeit geleistet und bietet CMS-Tauglichkeit als Ausstattungsoption an.

Reinhard Bauer



Abb. 1:
Ein Condition Monitoring System zur zustandsorientierten Vorausplanung von Wartungsarbeiten erhöht die Anlagenverfügbarkeit in einer bedarfsorientierten „Just-in-time-Zulieferkette“.

(Foto: Reinhard Bauer)

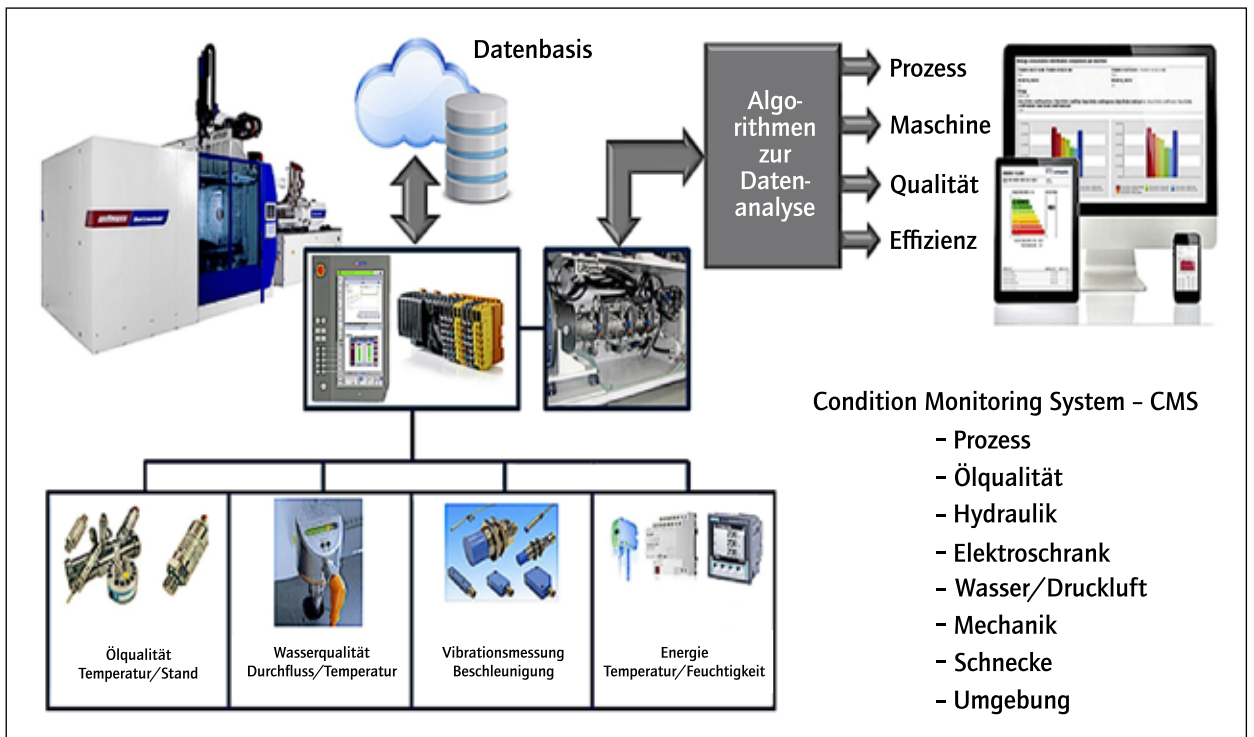
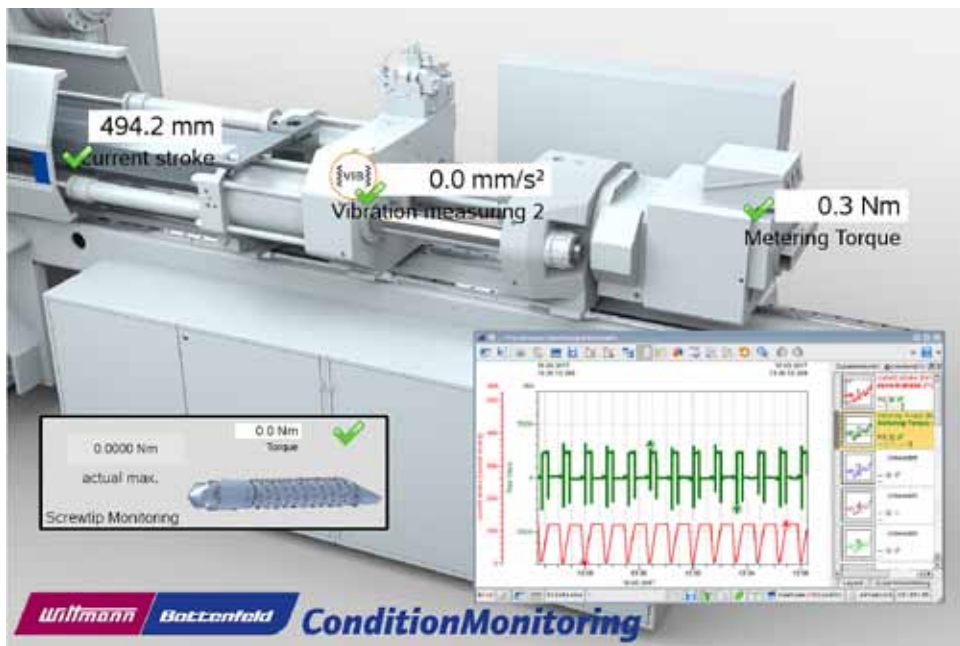


Abb. 2:
Das WITTMANN BATTENFELD CMS-Sensorik-Konzept zur Zustandsdatenerfassung und anschließenden Aufbereitung als Entscheidungsgrundlage für Wartungsmaßnahmen.

Im Gegensatz zur zeitorientierten Instandhaltung, bei der Komponenten in festgelegten Zeitintervallen unabhängig vom Zustand der Bauteile ausgetauscht werden (engl. preventive maintenance), setzt das Condition Monitoring (CM), auf permanente Zustandsüberwachung (engl. predictive maintenance). Letztere bietet den Vorteil, dass der Komponententausch ausschließlich vom Verschleißgrad und der gegebenenfalls noch vorhandenen Funktionalität abhängig gemacht werden kann.

Die Überlegenheit von Zustandsüberwachung gegenüber vorbeugender Wartung ist in der Methode selbst begründet. Denn die bei vorbeugender Wartung zwischen zwei Wartungsterminen eintretenden Schäden bleiben in der Regel unentdeckt und können bis zum Totalausfall einer Anlage führen, der bei rechtzeitigem Eingreifen mit oft geringem Aufwand zu verhindern wäre. Die möglicherweise eintreten-

- Das „Klima“ im Elektroschrank (Temperatur, Feuchtigkeit, Rauchbildung).
- Die Kapazität der Kühlwasser- und der Luftversorgung (Durchflussmenge, Druck, Temperatur).
- Die mechanischen Parameter der Schließeinheit (Drücke in den Druckkissen von *MacroPower* Maschinen, Vibrationen und Drehmomente bei servo-elektrischen Antrieben).
- Die mechanischen Parameter des Plastifizier-/Spritzaggregats (Vibrationen, Plastifizier-Drehmoment, Schneckenhub, Schließverhalten der Rückstromspere). Eine Ursache für Vibrationen kann beispielsweise eine gelockerte Schraube an der Schneckenkupplung sein, die, wenn sie unbemerkt bleibt, zu einem größeren und auch kostspieligen Folgeschaden führen kann (Abb. 3).



Zustandsdaten-Verarbeitung auf 3 Ebenen

1. Erfassung und Darstellung der Daten an der Maschine

Die Messwerte werden teils zyklussynchron, teils zeitabhängig (Temperaturen, Feuchtigkeit, Signale vom Rauchmelder im Elektroschrank) in der Maschine gesammelt und anschließend an den CMS-Rechner zur Auswertung weitergeleitet. Die aktuellen Zustandsdaten werden an der Maschine auf einer Überblicksseite der B8

den ungeplanten Reparaturkosten und der Ertragsausfall durch den Maschinenstillstand übersteigen zumeist die Kosten für ein Condition Monitoring System. Dies umso mehr, je enger eine Produktion in eine Just-in-time-Kette eingebunden ist, wie dies etwa bei Spritzgießproduktionen in der Automobil-Zulieferindustrie der Fall ist (Abb. 1).

Umfassendes CMS-Angebot verfügbar

WITTMANN BATTENFELD hat bereits zur „K 2016“ ein Condition Monitoring System (CMS) vorgestellt, das als Ausstattungsoption von Spritzgießmaschinen verfügbar ist. Es greift auf die Messwerte bereits vorhandener sowie speziell verbauter Sensoren zu und gibt diese an ein Aufzeichnungssystem weiter. Konkret überwacht das CMS-System die folgenden Parameter (Abb. 2):

- Bei (servo-)hydraulischen Maschinen die Antriebsfunktion der Hydraulik (Vibrationen im Pumpenantrieb, Stromaufnahme, Systemdruck).
- Bei (servo-)hydraulischen Maschinen die Ölqualität (Temperatur, Partikelanzahl im Öl und Wassergehalt), bei elektrischen Maschinen die Getriebeölqualität.

Maschinensteuerung kompakt dargestellt (Abb. 4, S. 10). Abweichungen von voreingestellten Sollwerten (Temperaturbereiche, Luftdruck, Rauchmeldersignale) werden mittels Grün/Rot-Ampelanzeigen visualisiert.

2. Analyse und Aufbereitung auf dem CMS-Leitrechner

Das Herz des CMS-Systems ist der CMS-Rechner. Er ist Teil eines Produktionsleitstands. Er kommuniziert mit der Spritzgießmaschine, greift die Messdaten ab, sammelt und speichert sie für eine eventuell zu einem späteren Zeitpunkt notwendig werdende Rückverfolgung. Die CMS-Software verarbeitet die Messdaten zu Trendfolgemodellen.

Ein CMS-Leitstand kann gleichzeitig bis zu 50 Maschinen überwachen und Vorwarnungen via E-Mail an das Instandhaltungspersonal weitergeben (Abb. 5, S. 10).

3. Datenbewertung und Zustandsanalyse

Zur Datenbewertung werden anerkannte Qualitätsstandards zugrunde gelegt, zur Beurteilung der Ölqualität beispielsweise der NAS 1638 (National Aerospace Standard) bzw. die Öl-Reinheitsklassifizierung nach ISO 4406. >>

Abb. 3: Beispiel für die Darstellung einer Zustandsüberwachung des Schneckenantriebs und der Rückstromspere-Funktion.

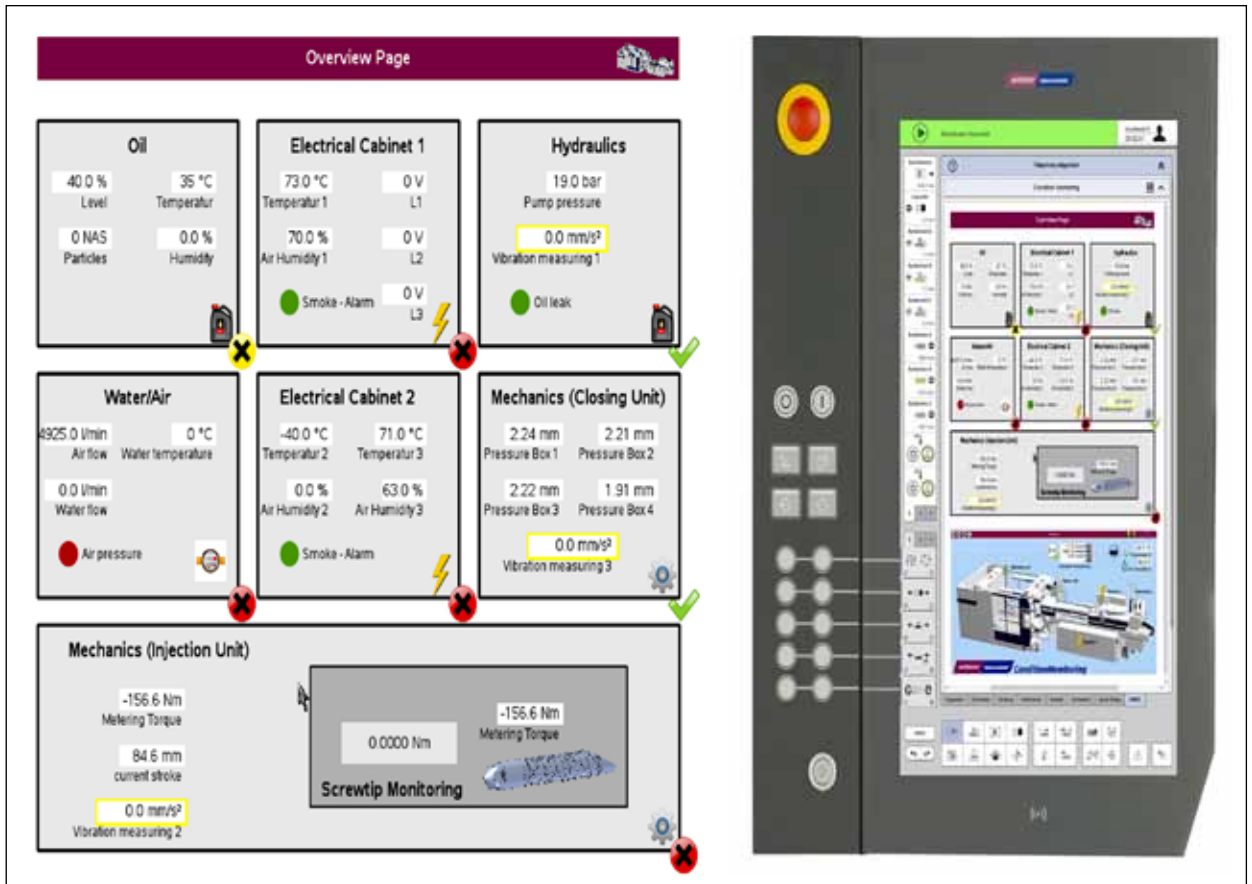
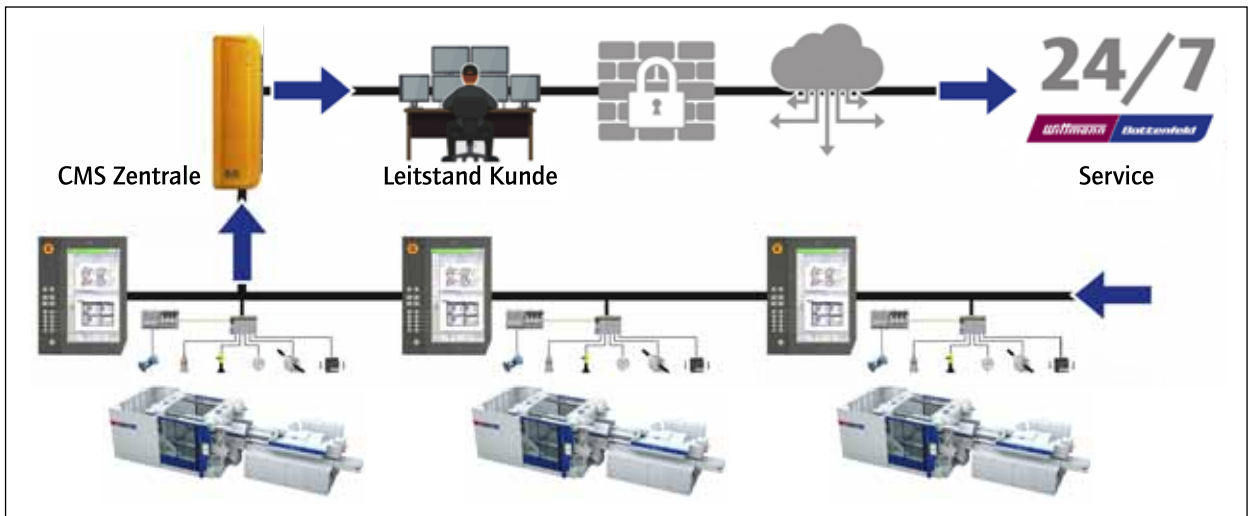


Abb. 4: Übersicht der Zustandsmesswerte auf der B8 Maschinensteuerung.

Abb. 5: Überwachungsdaten von bis zu 50 Maschinen können auf einem CMS-Leitrechner zusammengefasst werden. Die errechneten Trends lösen bei Toleranz-Über- oder Unterschreitungen Signale aus, die von qualifizierten Instandhaltern interpretiert werden und in entsprechenden Handlungen resultieren müssen.



Für Öl- oder Luftdruck, Temperaturen oder das Schließverhalten der Rückstromsperre werden Erfahrungswerte als Limits eingestellt. Zusätzlich werden die Schwingungen von Verschleißteilen mit Vibrationssensoren erfasst und über Analyse-Algorithmen ausgewertet (Abb. 2, S. 8).

Die CMS-Software liefert neben dem aktuellen Status auch Trend-Infos zur Veränderung von Funktionswerten, die eine Entscheidungsgrundlage für das Personal bilden. Sollte zur Interpretation der Entscheidungsgrundlagen vor Ort nicht ausreichend qualifiziertes oder erfahrenes Personal verfügbar sein, besteht die Möglichkeit, die Dateninterpretation online an ein Service-Center auszulagern, von wo aus notwendige Wartungsmaßnahmen eingeleitet werden können – eine Dienstleistung, die von der WITTMANN BATTENFELD Serviceorganisation angeboten wird (Abb. 5).

Reinhard Bauer ist selbstständiger Fachredakteur und Kommunikationsberater mit Spezialgebiet Kunststofftechnik.

Resümee

Zustandsorientierte Wartung bietet eine größere Ausfallsicherheit als die an Zeitintervallen orientierte Wartung oder das Prinzip der vorsorglichen Wartung. Denn durch fehlenden Informationsfluss zwischen den Wartungen können kaum erkennbare Störungen auftreten (lockere Schrauben, beginnender Lagerschaden), die über das Potenzial verfügen, einen plötzlichen Totalausfall zu verursachen. Deshalb ist ein CMS-System ein nützlicher Beitrag zur Steigerung der Ausfallsicherheit von Produktionen, insbesondere solchen, die in Just-in-time-Produktionsketten eingebunden sind. Und schließlich können schon wenige Tage Produktionsausfall gegebenenfalls höhere Kosten verursachen als die Implementierung eines Condition Monitoring Systems. ♦

Blasformen: Interne Formenkühlung

Aaron Farrag

Bei allen Blasformverfahren stellt einer der kritischsten Schritte die Kühlung der Kunststoffteile dar. Bei diesem Arbeitsschritt wird durch die Wahl der richtigen Technik die größte Zeit- und Materialersparnis realisiert.

Üblicherweise entstehen die Teile beim Blasformen durch das Einbringen von Druckluft, die das heiße Material von innen gegen die Form drückt, wobei die Teile dann an der Formwand durch den Einsatz von Kaltwasser gekühlt werden. Dabei entstehen aufgrund der Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Außenwand der Teile Materialspannungen, und es kommt zu einer wesentlich langsameren Abfuhr der Wärme, da diese lediglich über die Außenwand der geformten Teile geschieht. Hier kommen nun die Internal Air Cooling Systems (IACS) von WITTMANN zum Einsatz. Die zusätzliche Innenwand-Kühlung der Teile, die mit kalter Druckluft erzielt wird, führt in der Regel zu einer Produktionssteigerung von zumindest 15 %. Zumeist sind jedoch noch weitaus bessere Werte zu erzielen. Die deutliche Reduktion von Materialspannungen erlaubt darüber hinaus eine Materialeinsparung von bis zu 10 % des Produktgewichts, wobei der Fertigteil schließlich immer noch die auch schon zuvor durchgeführten Dichtheits-, Fall- und Belastungsprüfungen besteht. Die Amortisationszeit für ein solches Internal Air Cooling System liegt erfahrungsgemäß bei deutlich unter einem Jahr. Ein solches System zur Internen Formenkühlung besteht zunächst aus einem Druckluftkühlgerät. Hierbei handelt es sich entweder um den WITTMANN Blow Molding Booster (BMB), der für eine Drucklufttemperatur von etwa 5 °C sorgt; oder aber um den Blow Air Chiller (BAC), der die Druckluft auf etwa -35 °C abkühlt.

Speziell entwickelte Blasventilblöcke (BVB) steuern über eine Kontrollbox die verschiedenen Abläufe: den Fluss der Druckluft durch einen Blasdorn in das Innere des Produkts, und über eine kontrollierte Entlüftung den anschließenden Abfluss der Druckluft aus dem Produkt. Für jedes einzelne Produkt, welches im Blasformprozess auf diese Weise gekühlt werden soll, muss eigens ein spezieller Blasdorn entwickelt werden, denn die jeweils präzise vorzunehmende unterschiedliche Luftverteilung im Innern des jeweiligen Produkts spielt hier eine immens wichtige Rolle, wie auch das jeweils richtige Verhältnis von Zu- und Abluft.

Produktionssteigerung von bis zu über 50 %

Der Blow Molding Booster (BMB) wurde speziell im Hinblick auf bestimmte Eigenschaften entwickelt – die ihn nun auszeichnen. Er ist kompakt, kostengünstig, wartungsfrei und bezüglich der Qualität der Druckluft, die zum Einsatz kommt, verhält er sich unkompliziert. Die Luftaustrittstemperatur liegt stets über dem Gefrierbereich, also wird keine aufwändige Trocknung der Druckluft benötigt, und die Frage nach einem hier zu verwendenden Öl stellt sich gar nicht. Wichtig ist, dass die Druckluft zwischen 6 bis 15 bar aufweist und genug gefiltertes Kaltwasser mit maximal 15 °C zur Verfügung steht. Blow Molding Booster sind in drei Größen für Druckluftmengen zwischen 160 und 600 Nm³/h erhältlich und erzielen in

der Regel eine Produktionssteigerung zwischen 10 und 35 %. Die kompakte Bauweise dieser Geräte erlaubt in den meisten Fällen eine direkte Installation auf der Produktionsmaschine, was die Zuleitungen kurz hält und den Bodenbereich in der Produktion nicht unnötig verstellt.

Der Blow Air Chiller (BAC) ist weitaus komplexer im Aufbau und verlangt auch eine entsprechende Druckluftqualität mit einem Druck zwischen 7 und 15 bar, einem Restölgehalt von 0,01 mg/m³ und einem Drucktaupunkt von 5 °C bei 7 bar



IACS, innovative Systeme zur Internen Formenkühlung von WITTMANN, verkürzen beim Blasformen die Kühlzeit, reduzieren Spannungen im fertiggestellten Produkt und senken die Kristallisationsraten: Blow Molding Booster (BMB, links) und Blow Air Chiller (BAC).

(oder niedriger). Von Zeit zu Zeit ist auch das hier zum Einsatz kommende Molekularsieb einer Wartung zu unterziehen. Dieser Aufwand wird mit Produktionszuwächsen von 15 bis über 50 % belohnt. In manchen Fällen konnte sogar schon eine Verkürzung der Blas- und Entlüftungszeit auf ein Drittel des ursprünglichen Werts erzielt werden. Beim Blow Air Chiller wird die verwendete Druckluft durch den internen Pressure Air Dryer (PAD) geführt, der mit einem Molekularsieb ausgestattet ist, welches sich durch den simplen Einsatz trockener Druckluft regeneriert. Der Taupunkt der Prozessluft wird unter -40 °C abgesenkt, damit sich im System kein Eis bilden kann. Die die Abläufe steuernden Blasventilblöcke sind für den Einsatz bei derart niedrigen Temperaturen ausgelegt. Auch beim Blow Air Chiller wird Kaltwasser mit maximal 15 °C benötigt – bei einem Druck von 3 bis 8 bar. WITTMANN Blow Air Chiller verfügen über den am Gerät eingebauten FIT Regler, ein Steuerungsdisplay, auf dem die Prozessvisualisierung erfolgt, und über welches auf alle relevanten Gerätedaten zugegriffen werden kann. Hier besteht auch die Möglichkeit, Daten zu speichern und über spezielle Steuerungsfunktionen an andere Verarbeitungsmaschinen weiterzugeben.

Die Spezialisten der WITTMANN Gruppe bieten für sämtliche Systeme zur Internen Formenkühlung umfassende Beratungsleistungen an. Nach eingehender Diskussion der Systemanforderungen wird für jeden Kunden ein kostenloses maßgeschneidertes Angebot erstellt, welches eine Einschätzung der zu erwartenden Produktionssteigerung enthält. ♦

Aaron Farrag ist Leiter des Produktbereichs Drucklufttrocknung und Formenkühlung der WITTMANN Gruppe.

Die Automatisierung von hochpräzisem Mikro-Einlegespritzguss

Was wird benötigt, um eine horizontale Spritzgießzelle zu automatisieren, in welcher Mikro-Einlegeteile und gespritzte Teile gehandhabt werden sollen? Von oben einfahrende Universalroboter in Standardausführung und herkömmliche Werkzeuglösungen sind womöglich wenig geeignet.

Joe Varone

Das Umspritzen von Einlegeteilen stellt eine anspruchsvolle Spritzgusstechnik dar, für welche das Teilehandling früher kaum einmal von einem Roboter durchgeführt wurde. Für gewöhnlich erforderte diese Technik den Einsatz von Handarbeit, besonders dann, wenn es sich um Einlegeteile mit komplizierterer Geometrie handelte. Das früher vorhandene Know-how und die damalige Roboter-Technologie waren noch nicht wirklich für das Handling solcher Teile geeignet. Das Einlegen von Teilen ins Werkzeug wurde (und wird manchmal immer noch) händisch von Bedienern vorgenommen, vor allem bei Teilen, die eine Herausforderung hinsichtlich ihrer Größe oder Form darstellten, oder die besonders präzise platziert und ausgerichtet werden mussten.

Zwei Beispiele für immer gängiger werdende Mikro-Einlegeteile, die für ältere Automatisierungssysteme, die üblicherweise mit „normal“ dimensionierten Teilen umgehen, zur echten Herausforderung werden können.

Jahrelang hatten die Bediener horizontaler Maschinen darauf zu warten, dass sich das Werkzeug vollständig öffnete und die Teile herausfielen, hatten anschließend die Schutztür zu öffnen, vorsichtig die Teile per Hand korrekt ins Werkzeug einzulegen, die Schutztür zu schließen und den Zyklus des Umspritzens wieder zu aktivieren. Es war eine ineffiziente und arbeitsintensive Methode, das Öffnen und Schließen der Schutzvorrichtung verlängerte die Zykluszei-



ten, und immer wieder einmal waren die Einlegeteile nicht exakt ausgerichtet. Bei Vertikalmaschinen waren die Herausforderungen ähnlicher Art; dieser Beitrag fokussiert aber auf horizontale Maschinen, die in der Spritzgießproduktion wesentlich verbreiteter sind und aufgrund ihrer höheren Pro-

duktivität beim Einlege-Spritzguss bevorzugt werden. Hinzu kommt, dass horizontale Maschinen den Einsatz von vertikal einfahrenden Robotern begünstigen, was es für vertikale Verarbeitungsmaschinen mit sich brachte, bei dieser Art von Automatisierung nicht von einer entsprechend fortgeschrittenen Technologie profitieren zu können.

Mikro-Einlegeteile

Die fortschreitende Zeit treibt die Technologie an, und die Roboter-Technologie hat sich inzwischen wesentlich verbessert, im Besonderen im Hinblick auf den horizontalen Spritzguss und vertikal einfahrende Linearroboter. Heute automatisieren die meisten Spritzgießer, die sich dem Umspritzen von Einlegeteilen widmen, ihre Prozesse mit Hilfe von vertikal einfahrenden Linearrobotern, was die Vorgänge rationalisiert, direkte

Arbeitskosten einspart und auch die Qualitätskontrolle vereinfacht. Was aber bei herkömmlichen Umspritz-Anwendungen mit „normal“ dimensionierten Einlege- und Fertigteilen funktioniert, muss nicht unbedingt für Mikro-Einlegeteile passen, die in immer größerem Ausmaß zur Verarbeitung gelangen – denn schließlich befinden wir uns im

Zeitalter der miniaturisierten Elektronik und der Medizintechnik sowie mikromechanischer Systeme. Auf einem einzelnen Cent findet möglicherweise ein Dutzend solcher Teile ausreichend Platz. Diese Größenverhältnisse stellen Spritzgießer und Anbieter von Robotern gleichermaßen vor große Herausforderungen.

Kleine Dimensionen, große Herausforderungen

Auf der Mikro-Ebene – sagen wir, bei Teilegrößen unter 3 mm – wird Einlege-Spritzguss oftmals immer noch händisch abgewickelt (oder wird schlicht gar nicht praktiziert), weil das automatisierte Handling derart winziger Teile besondere Herausforderungen mit sich bringt. Das bedeutet auch, dass das Design sich oftmals auf Baugruppen aus zwei Komponenten beschränkt, anstatt einen integrierten umspritzten Teil anzustreben. Warum? Weil Spritzgießern und Designern nicht immer klar ist, über welches Potenzial die letzte Generation von Robotern für den Spritzgießbereich verfügt. Zudem ist meist nichts über die Befähigung der speziellen Entwicklungs-Teams von Automatisierungs-Anbietern bekannt, solche Arbeitszellen zu realisieren und erfolgreich zu implementieren.

Mikro-Anwendungen passen vielleicht nicht zu einem noch vorhandenen Roboter der älteren Generation, der immer noch einfach „seine Wege zurücklegt“. Aber die heute zur Verfügung stehenden Roboter bieten Verbesserungen wie Antriebsstränge mit größerer Präzision (< 1 mm), Präzisions-Servomotoren für mehrere Achsen und die Steu-

erung über Software. In der Produktion aus gewisser physischer Distanz betrachtet, scheinen die heutigen technisch höherwertigen Linearroboter nicht wesentlich anders zu sein als die vor 20 Jahren gebauten Modelle. Aber tatsächlich arbeiten sie genauer und sind besser programmierbar, leistungsfähiger und einfach in eine spezielle Automatisierungsumgebung zu integrieren. Genau so wichtig ist der Umstand, dass die Fähigkeiten der Entwicklungs-Teams der Anbieter von Automatisierungen mit den Möglichkeiten ihrer neueren Roboter-Generationen mitgewachsen sind. Darüber hinaus haben sich jene Geräte verbessert, die direkt im Arbeitsraum verbaut werden, was Sensoren und Technik für die Qualitätskontrolle einschließt – was wiederum präzisen Einlege-Anwendungen zugute kommt. Als Beispiele seien hier weiterentwickelte und dennoch kostengünstige zeitgemäße optische Sensoren genannt, wie auch Nähe-



runnungssensoren und andere Technologien, die sicherstellen, dass Einlegeteile vorhanden sind, am richtigen Platz und in der korrekten Ausrichtung, und das bei höchster Präzision. Kombiniert mit den Fortschritten bei Einlegevorrichtungen, Auslösemechanismen und End-of-Arm-Tooling-Technologie, sind Arbeitszellen für das Umspritzen äußerst

effizient und kostengünstig geworden, selbst wenn es sich um die herausforderndsten Mikro-Einlegeteile handelt. Und, ganz entscheidend im Hinblick auf das Projektmanagement: Anwender können einem erstrangig qualifizierten Roboter-Anbieter völlig vertrauen, dass dieser die volle Verantwortung für den Roboter und die gesamte Automatisierungszelle übernimmt. Somit hat sich ein Spritzgießer nicht an einen Dritten zu wenden, der die Integration einer speziellen Einlege-Anwendung übernimmt. Ein Projekt mit einem einzelnen Lieferanten abzuwickeln ist jedenfalls immer einfacher, als hätte man es mit mehreren zu tun.

Beispiele aus der Praxis

Hochpräziser Mikro-Einlege-Spritzguss wird aktuell erfolgreich an horizontalen Präzisions-Spritzgießmaschinen mit Schließkräften von 15 bis 165 Tonnen implementiert; wobei „smart“ konstruierte Werkzeuge zum Einsatz kommen, die eine derartige Automatisierung von Anfang an vereinfachen, schon bevor die Herstellung des Werkzeugs beginnt. In der Folge zwei erhellende Beispiele von Mikro-Einlege-Anwendungen und die damit verbundenen Herausforderungen.

Beispielprojekt A ist ein elektrischer Teil aus Polyetherimid (Ultem®), mit einer Länge von unter 2,5 cm und einem zylindrischen Einlegeteil aus keramischem Polymer von 1,25 mm Durchmesser. Das Werkzeug verfügt über acht Kavitäten, und die Toleranz bei der Platzierung der Einlegeteile im Werkzeug beträgt für jede Kavität 0,01 mm. >>

Elektrischer Teil (im Text Beispielprojekt A), kleiner als 2,5 cm. Der darin enthaltene Einlegeteil wurde in acht Kavitäten eingelegt und mit Ultem® PEI umspritzt.

Die Einlegeteile müssen von vorne nach hinten ausgerichtet sein. Die Arbeitszelle besteht aus einer 110-Tonnen-Maschine, einem von oben einfahrenden Linearroboter und einer Vorrichtung zur optischen Inspektion, um sicherzustellen, dass der Einlegeteil vorhanden ist und seine Ausrichtung stimmt. Der Roboter legt die Teile auf einem aus der Zelle führenden Förderband ab, das mit jedem Einspritzvorgang vorrückt. Die Herausforderungen bei diesem Projekt stellen sich wie folgt dar:

- Sicherstellen der Qualität der Einlegeteile. – Das heißt, dass diese durchweg die Toleranzen einhalten und optisch einwandfrei sind, sowie frei von Staub, Schmutz, statischer Aufladung oder Feuchtigkeit.
- Sicherstellen der korrekten Ausrichtung des Einlegeteils über die gesamte Wegstrecke von der Zuführstation bis zum Einlegen ins Werkzeug und Überprüfen der Lage in der Kavität, bevor das Werkzeug schließt, wobei im Roboter integrierte Kameras und visuelle Sensoren diese Aufgabe übernehmen.
- Sorgfältige Ermittlung der Wärmeausdehnung des Werkzeugs, die die Toleranzen der Kavitäten und die Platzierung der Mikro-Einlegeteile beeinflussen könnte, und somit die Qualität des umspritzten Teils. Besonders kritisch ist dieser Aspekt bei der Verarbeitung sehr kleiner Teile und enger Toleranzen.
- Allgemeine Aspekte von Einlege-Anwendungen, etwa dass das Werkzeug auf der Aufspannplatte in perfekter Weise eben, rechtwinklig und lotrecht montiert ist. Dies ist ebenfalls für das dazugehörige End-of-Arm-Tooling des Roboters sicherzustellen, selbst wenn dieses über werkzeugberührende Führungsstifte verfügt.
- Das End-of-Arm-Tooling ist unter Beachtung enger Toleranzen ($\pm 0,0127$ mm) aus hochwertigem Edelstahl zu fertigen – und nicht aus gewöhnlichem Acetal, Baustahl oder Gummi – die „Finger“, die das umspritzte Teil greifen. Andere Teile des End-of-Arm-Tooling und die Zuführstation bestehen aus eloxiertem oder gehärtetem Material, damit die Oberflächen nicht verschleifen.

Beispielprojekt B ist ein weiterer elektrischer Teil, dieser besteht aus PBT und einem zylindrischen Metall-Einlegeteil. Der Einlegeteil misst unter 2 mm, er wird – von vorne nach hinten ausgerichtet – in vier Kavitäten eingelegt, die Toleranz bei der Platzierung beträgt 0,03 mm. Optische Sensoren überwachen die Ausrichtung und das Vorhandensein im Werkzeug. Die Zykluszeit der 110-Tonnen-Maschine beträgt 15 s.

Die Herausforderungen bei diesem Projekt gleichen jenen bei Projekt A. Ein Unterschied zu keramischen Einlegeteilen besteht darin, dass Metallteile frei von Oxidation und Belägen sein müssen, um jede Kontamination zu verhindern. Andererseits scheuern keramische Teile etwas mehr, in diesen Fällen ist besonderes Augenmerk auf die Verwendung gehärteter Kontakt-Oberflächen zu legen. Metallteile tendieren auch dazu, weniger brüchig und zugleich schwerer zu sein als Keramikteile, was das Greifen und Manipulieren von Metall etwas einfacher gestaltet. Obwohl: Nichts ist einfach daran, ein Objekt von der Größe eines Reiskorns zu handhaben.

Joe Varone
ist Gebietsleiter
der Roboter-Abteilung von WITTMANN BATTENFELD, Inc. in Torrington, Connecticut, USA.

Überwachung zahlreicher Faktoren

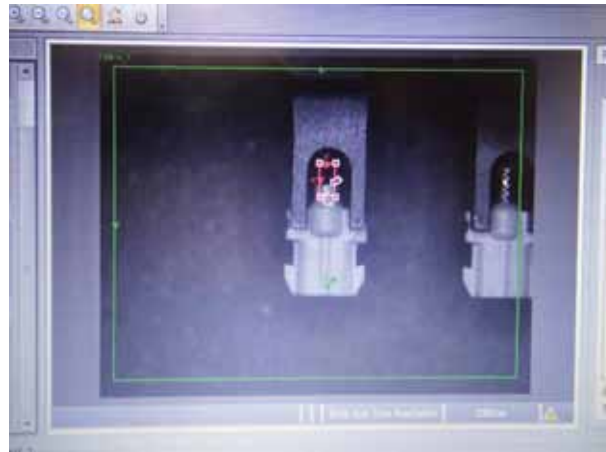
Weitere allgemeine technische Überlegungen zur automatisierten Handhabung von Mikro-Einlegeteilen:

- Statische Aufladung. – Auch die geringste statische Aufladung kann Auswirkungen auf den Einlegeteil bzw. umspritzten Teil haben. Es müssen Tests dahingehend durchgeführt werden, ob die Einlegeteile entsprechend gewaschen oder in sauberer entionierter Luft gebadet werden müssen.
- Kontrollierte Umgebung. – Teile und Einlegeteile von derart geringer Größe werden am besten in einer Umgebung gehandhabt, in der Temperatur, Feuchtigkeit und Luftbewegungen kontrolliert werden können. Veränderungen der Raumtemperatur können die Größe der Einlegeteile verändern, was bei eng definierten Toleranzen kritisch werden kann. Feuchtigkeit kann ein hygroskopisches Polymer ungünstig beeinflussen. Luftbewegungen (etwa Zugluft, ausgehend von einer Lüftung oder Türöffnung) können einen kleinen Teil aus seiner Position bringen. Wohlüberlegte Einfassungen und HEPA-Filter werden eingesetzt, um diese Risiken zu verringern, wie auch Kontamination durch Partikel möglichst zu vermeiden.
- Einheitlichkeit und Qualitätskontrolle. – Einlegeteile müssen sehr einheitlich sein. Die Qualitätskontrolle checkt die Abmessungen und sucht nach Graten und Fremdkörpern.
- Erkennung von Mikro-Teilen. – Ob Kameras oder optische Sensoren eingesetzt werden, wird durch Tests festgelegt. Man wird für Aspekte wie Ausrichtung, Überprüfung, Bestätigung der Lage im Werkzeug und die Qualitätskontrolle eine fortgeschrittenere visuelle Technologie einsetzen. Mit bloßem Auge wird man Inspektionen normalerweise nicht durchführen können.
- Präzision des End-of-Arm-Tooling. – Die Greifer und „Finger“ von Robotern und Automatisierungseinrichtungen müssen unter Einhaltung enger Toleranzen hergestellt werden, oftmals wird spezielles Material zum Einsatz kommen müssen.
- Zuführen der Einlegeteile. – Es wird sich hierbei nicht um einen 08/15-Wendelförderer handeln können. Design und Material der Zuführung sind sorgfältig zu wählen. Wieder geht es um enge Toleranzen, aber auch um kreative Lösungen zur Teile-Ausrichtung. Präzisions-Sensoren bestätigen jeden Schritt.
- Platzierung im Werkzeug und Greiferkontakt. – Das End-of-Arm-Tooling wird oftmals über eine Vorrichtung verfügen, die das Andocken an das Werkzeug erleichtert – sie sorgt für einheitliches Einlegen und Entformen. Es kommen bei derart kleinen Teilen keine herkömmlichen mechanischen Greifer zum Einsatz, sondern eher pneumatische Röhren.

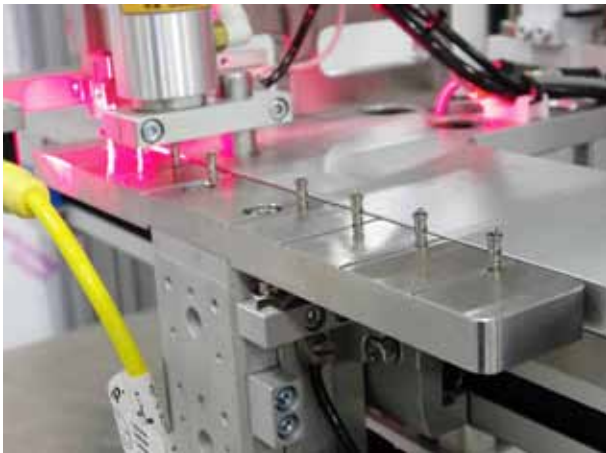
Zahlreiche weitere kleine Details, die für optimierte Mikro-Einlege-Anwendungen beachtet werden müssen, werden von einem erfahrenen Roboter-Lieferanten im Verlauf der Spezifizierungsphase eines solchen Projekts natürlich berücksichtigt. ♦



Links: WITTMANN W822 Roboter mit geeignetem End-of-Arm-Tooling. Ab gewissem Produktionsausstoß nutzen viele Spritzgießer horizontale Spritzgießmaschinen und von oben einfahrende Roboter. Rechts: End-of-Arm-Tooling, das die Teile einer Cognex Kamera präsentiert (rechts im Bild).



Links: Die Kamera überprüft die Ausrichtung der Einlegeteile. Rechts: Die Kamera-Inspektion weist auf einen fehlenden Teil hin (rote Markierung).



Links: Mikro-Einlegeteile, auf den Pins eines Shuttle abgelegt, vor der Übernahme durch einen Roboter. Die rote Blitzlichtbeleuchtung ist Teil des von der Kamera durchgeführten Inspektionsvorgangs. Rechts: Das End-of-Arm-Tooling nimmt die Mikroteile auf.



Links: Mikro-Greifer mit aufgenommenen Einlegeteilen. Diese Greifer werden unter Einhaltung engster Toleranzen gefertigt und bestehen oftmals aus speziellen Materialien. Rechts: Zuführeinrichtung für Mikro-Einlegeteile – mehr als nur eine Standardlösung.

PG Gruppe in Indien: Erfolgreicher Einsatz von WITTMANN Automatisierungslösungen und Peripherie

PG Electroplast Ltd mit Sitz in Surajpu, Uttar Pradesh, ist das Vorzeigeunternehmen der indischen PG Group. PG Electroplast ist einer der führenden indischen Hersteller auf dem Gebiet der Elektronik, im Kunststoff-spritzguss und insbesondere in der Produktion von Leiterplatten. Schon seit einigen Jahren gründet sich der Erfolg von PG Electroplast auf die Nutzung von Equipment der WITTMANN Gruppe.

Kishore Kumar

Seit ihrer Gründung im Jahr 1977 ist das Potenzial der PG Gruppe ständig angewachsen, und die Fertigkeiten in der Produktion wurden laufend weiterentwickelt. Seinen Fokus legt das Unternehmen auf die höchste Produktqualität, und es ist auf komplette Lösungen für die unterschiedlichsten Industrien spezialisiert. Die PG Gruppe genießt das Vertrauen einer breiten Klientel, die in unterschiedlichen Sparten zu Hause ist: Unterhaltungselektronik, Automotive, Beleuchtungssysteme, Haushaltsgeräte, Mobiltelefonie und Badezimmerausstattung. In all diesen Industrien ist das Unternehmen für seine innovativen und stets aktuellen Lösungen bekannt.

Der Produktionsstandort von PG Electroplast Ltd in Surajpur, Uttar Pradesh. Das Unternehmen ist Teil der PG Gruppe und einer der bewährtesten und schlagkräftigsten Zulieferer für Erstausrüster in Indien.



Von Anfang an hatte die Vision der PG Gruppe darin bestanden, zu Indiens führendem Lieferanten elektronischer Komponenten zu werden. Mit einem Umsatz, der 70 Millionen US-Dollar übersteigt, ist dieses hochgesteckte Ziel zur Realität geworden. Die PG Gruppe stellt sich heute für die indischen Erstausrüster als einer der bewährtesten und schlagkräftigsten Zulieferer dar.

Mit besonderem Elan widmet sich das Unternehmen der Bereitstellung von Komplettlösungen, Werklieferungen gedruckter Leiterplatten, der Montage kompletter Baugruppen, dem Kunststoffspritzguss und ingeniertechnischen

Dienstleistungen für seine vielfältige Kundschaft. Die Gruppe unterhält vier Produktionswerke – drei für den Kunststoffspritzguss, eines für den Werkzeugbau. Geschätzte 150 Spritzgießmaschinen sorgen für den notwendigen Output in der Produktion. Die Spritzgießmaschinen sind nahtlos in die übrigen Produktionsabläufe integriert, und sie verfügen über Schließkräfte von 90 bis 2.100 Tonnen.

Die PG Gruppe ist ein börsennotiertes Unternehmen und verfolgt für die kommenden Jahre ambitionierte Wachstumspläne.

PG Electroplast und die WITTMANN Gruppe

Die Geschäftsbeziehung mit der WITTMANN Gruppe begann im Jahr 2016. Damals standen die WITTMANN Temperiergeräte im Zentrum des Interesses, die von der

PG Gruppe in großer Stückzahl geordert wurden. WITTMANN lieferte 26 TEMPRO Temperiergeräte für den Temperaturbereich bis 90 °C sowie 25 Stück für den Einsatz bis 140 °C – insgesamt 51 Temperiergeräte.

Nachdem sich PG Electroplast von der Qualität der von WITTMANN gelieferten Technik nun selbst überzeugen konnte und sah, wie erfolgreich die neuen Geräte arbeiteten, schlug das Unternehmen in einem nächsten Schritt vor, eine automatisierte Anlage für den Einlege-Spritzguss zu realisieren.

Company Director Vishal Gupta erinnert sich: „Erfolgreich arbeitende Automatisierung wurde für uns zum Schlüssel dafür, unser Ziel erreichen zu können, der bevorzugte Lieferant von Erstausrüster-Kunden zu werden. Wir wandten uns an unseren Partner WITTMANN, der uns bei unserer Absicht unterstützen sollte, weltbeste Qualität zu niedrigen Kosten und ohne Ausschuss zu produzieren, und das bei in die Millionen gehenden Stückzahlen. Ein äußerst anspruchsvolles Projekt – und zusammen mit WITTMANN arbeiteten wir hart daran, diese hellleuch-

wir im Unternehmen jemals erzielen konnten.“ Dieses Automatisierungs-Projekt hat auch die Zykluszeiten verringert, es kam zu einer Verringerung der Kosten, und somit zu einer Erhöhung der Gewinnspanne. Die Zielvorstellungen des Unternehmens hinsichtlich der Qualität der Teile – nämlich 0 ppm (= 0 fehlerhafte Teile pro Million Stück) – haben sich erfüllt, und die automatisierten Arbeitsplätze haben die Einführung von Poka-Yoke-Systemen im Unternehmen erleichtert. Diese Lösungen erwiesen sich als derart erfolgreich, dass sich die PG Gruppe die Automatisierung ihres indischen Produktionswerks in Pune vorgenommen hat.

Vishal Gupta führt weiter aus: „Unsere Unternehmensgruppe verfügt über hohes Qualitätsbewusstsein, und wir befolgen sämtliche ISO und TS Normen – zusätzlich zu den Qualitätsvorschriften unserer Erstausrüster-Kunden. Natürlich definiert jeder dieser Kunden seine eigenen Qualitätsstandards, und wir ziehen großen Nutzen daraus, die höchsten dieser Standards auf uns selbst anzuwenden, um so unsere Leistungsfähigkeit weiter zu verbessern.“



Ansicht einer Produktionshalle von PG Electroplast mit WITTMANN Robotern im Einsatz.

tende Vision Wirklichkeit werden zu lassen.“ Der erste Kontrakt zwischen der PG Gruppe und WITTMANN, der eine Automatisierungslösung zum Inhalt hatte, wurde im November 2016 unterzeichnet. Auf umfassend ausgearbeiteter Vertragsbasis wurde die Umsetzung einer komplizierten Produktionsanlage für den Einlegespritzguss in Angriff genommen.

Schon kurze Zeit darauf, als sich dieses allererste Automatisierungsprojekt bereits als großer Erfolg erwiesen hatte, schloss die PG Gruppe mit WITTMANN einen Handel über fünf weitere Automatisierungs-Systeme ab. Die Basis jeder dieser sechs Automatisierungen bildet ein WITTMANN W818 Roboter, der jeweils mit einem speziellen Greifer für die Teile ausgestattet ist.

Jede Automatisierungszelle verfügt darüber hinaus über Transporteinrichtungen, auf welchen die Teile abgelegt werden, und nicht zuletzt über eine Schutzeinhausung, um die Arbeitssicherheit zu gewährleisten.

Vishal Gupta führt aus: „Wir konnten aus dem Einsatz dieser Roboter viele Vorteile ziehen. Alles in allem ermöglichte uns dieses Investment die größte Rentabilität, die

Inzwischen profitiert die PG Gruppe weiterhin vom Umstand, dass für die Temperaturregelung in der Produktion auf WITTMANN Temperiergeräte zurückgegriffen wird.

Die CE-Kennzeichnung der TEMPRO Temperiergeräte stellt für die Erstausrüster-Kunden einen entscheidenden Bonuspunkt dar, und die verschiedenen Features, die eine vorbeugende Instandhaltung der Temperiergeräte ermöglichen, sind für das Produktionsteam von höchstem Nutzen.

Derzeit tauscht sich das Unternehmen mit WITTMANN hinsichtlich verschiedener Aspekte aus, welche sich auf die Materialien, deren Trocknung und Förderung beziehen.

Die PG Gruppe nimmt seit geraumer Zeit auch in uneingeschränktem Maß an der Kampagne „Make It In India“ teil, welche die indische Regierung ins Leben gerufen hat. Die Maßnahmen, welche die PG Gruppe ergreift, um die Kosten zu senken – und das mit WITTMANNs tatkräftiger Unterstützung – haben dem Unternehmen bei seinen indischen Erstausrüster-Kunden einen durchaus entscheidenden Startvorteil verschafft. ♦

Kishore Kumar
ist Stellvertreter der Geschäftsführer von WITTMANN BATTENFELD India pvt Ltd. in Chennai, Indien.

Bulgarien: WITTMANN BATTENFELD BULGARIA EOOD

Im Jahr 2020 sah sich WITTMANN BATTENFELD Bulgarien so mancher Herausforderung gegenüber, und nicht nur aufgrund der herrschenden Pandemie. Zunächst sind hier die Veränderungen im Management zu nennen, die sich im vergangenen Jahr ereigneten – sowohl was den technischen als auch den administrativen Bereich betrifft. Im Verlauf des vierten Quartals verließ der langjährige Geschäftsführer Sterev Yassen das Unternehmen. Stanislav Dundekov folgte ihm in dieser Position nach. Dundekov verfügt über einen Abschluss in Ingenieurtechnik, und er fungierte bis zur Übernahme

der Geschäftsleitung als Leiter der Abteilung für After Sales Service – und das über einen Zeitraum von 17 Jahren hinweg. Neben dieser Neuausrichtung des Managements erfolgte die Übersiedlung von WITTMANN BATTENFELD Bulgarien in neue Räumlichkeiten in Plovdiv, der zweitgrößten Stadt des Landes.

Inzwischen sind die Pläne für ein neu zu errichtendes eigenes Haus konkret geworden. An der Plovdiver Ringstraße in der Nähe des Dorfes Voyvodinovo (ein für viele Produktionsbetriebe attraktiver Standort), wurde ein passendes 6.000 m² großes Grundstück erworben. Derzeit wird der Investitionsplan für das neue Gebäude entworfen, das nach Fertigstellung neben Büroräumlichkeiten auch über einen Schauraum und eine neue größere Lagerhalle verfügen wird. Die Planungen stehen noch am Beginn; derzeit werden die entsprechenden offiziellen Genehmigungen eingeholt, und es beginnt die Detailarbeit an der Planung des Gebäudelayouts.

Für die Abwicklung des laufenden Tagesgeschäfts verlässt sich Stanislav Dundekov auf ein Team von insgesamt acht Mitarbeitern, ihres Zeichens Profis in Sachen Verkauf, Lagerhaltung, Kundenservice und Finanzen. Ein Mitarbeiter ist speziell nur für den Einkauf

- Es herrscht ein gewisser Konkurrenzdruck unter den verschiedenen Anbietern von Peripherie-Equipment, was die Spritzguss-Anwender dazu verleitet, die Preise nach Möglichkeit zu drücken.



Das Team von WITTMANN BATTENFELD BULGARIA EOOD, der lokalen Niederlassung der WITTMANN Gruppe, vor dem Haupteingang des aktuellen Bürogebäudes in Plovdiv. Vierter von rechts: Geschäftsführer Stanislav Dundekov.

und den Verkauf von Ersatzteilen abgestellt, denn seit zwei Jahren zeigt dieser Geschäftsbereich großes Potenzial und ist entsprechend gewachsen.

Der bulgarische Markt

Laut diverser Marktforschungsberichte ist der bulgarische Bedarf an Kunststoffteilen und Gummiprodukten stark angewachsen, zumal in den folgenden Bereichen: Kunststoffverpackungen, Automotive, elektrotechnische Produkte, Gummimatten, Förderbänder und Gummidichtungen. Diese Entwicklung ist das Resultat der wachsenden Baubranche und des wachsenden Automotive-Sektors.

Ein näherer Blick auf die Marktsituation offenbart zwei derzeit vorherrschende Tendenzen bei den Akteuren:

- Die lokalen Verarbeiter haben ihre mittelfristigen Investitionspläne zurückgestellt. Aufträge werden nach Abwägung des aktuellen Bedarfs erteilt.

Den entscheidendsten Wettbewerbsvorteil stellt für WITTMANN BATTENFELD Bulgarien der exzellente After Sales Service des Unternehmens dar. Von Stanislav Dundekovs umfassender Expertise einmal abgesehen, besteht das Service-Team aus zwei hervorragenden Technikern, die jedwedes technische Problem, das möglicherweise bei einem Kunden auftritt, sofort lokalisieren und umgehend die Fortsetzung einer exakt laufenden und störungsfreien Produktion sicherstellen können.

Seit dem Beginn des neuen Jahres hat WITTMANN BATTENFELD Bulgarien von seinen lokalen Kunden schon eine beachtliche Anzahl von Anfragen erhalten, die sich sowohl auf neue Spritzgießmaschinen als auch auf Peripherie-Equipment beziehen.

Stanislav Dundekov ist jedenfalls davon überzeugt, dass sich die Situation weiter verbessern wird, und dass die leichten Unsicherheiten, die der Markt während des vergangenen Jahres gezeigt hat, sehr bald vergessen sein werden. ♦

Bisher in WITTMANN innovations erschienene Beiträge

Spritzguss

- Alles für das Spritzgießen 4/08
- Metallspritzguss: Indo-US MIM 4/08
- EcoPower minimiert Kosten + IT-unterstützte Dienste 1/09
- Wasserinjektion im Spritzguss + Krona Industrie 2/09
- Kleinste Teile: Microsystem 50 3/09
- Die Verfahren bei wolcraft + Partnerschaft mit Wille System + Die neue EcoPower 4/09
- Thomas Dudley + IML mit der TM Xpress + AIR-/AQUAMOULD® Mobil 1/10
- Design Molded Plastics (USA) + Datenerfassung bei Stadelmann 2/10
- Die neue MicroPower + AQUAMOULD® Projekteltechnik 3/10
- Die neue MacroPower + STELLA 4/10
- Die ServoDrive Technologie + 75. Maschine für Krona 1/11
- TM Xpress für Verpackungen 2/11
- Unser Kunde WAVIN Ekoplastik + BF-MOLD® bei SANIT 3/11
- Spritzgießen bei WEPPLER 4/11
- Kabelbinder auf der MacroPower 1/12
- Leichtbauteile: CELLMOULD® 2/12
- ESMIN, Taiwan + Fernüberwachung 3/12
- Die MacroPower bei LECHNER + CELLMOULD® und BFMOLD® 4/12
- Kofferteile auf der MacroPower + Hoch die Standardmaschine! 1/13
- Rundtische bei Electricfl + BECK 2/13
- Erweiterung bei ESCHA + Expansion bei Hoffer + Die Guppy Plastic Anlagen 3/13
- Backhaus + Der IMIW Prozess 4/13
- MK-Teile bei PROMOTECH + Vielseitige MAYWEG GmbH 1/14
- Philips (A) + CELLMOULD® 2/14
- KRESZ + FIEDLER + Autenrieth + Mikro-Medizinteile von Kung 3/14
- Energiereserven! + HiQ Shaping 4/14
- Formplast + hünersdorff + TML 1/15
- Alliance Precision Plastics (USA) + Fushima/Spainien 2/15
- Tielke (D) + WiBa QuickLook App 2/15
- Die MicroPower bei TESSY, USA + Interplex China 3/15
- RT-CAD Tiefenböck (A) + Dieter Wiegelmann (D) 4/15
- OneSeal ApS in Dänemark 4/15
- Denk (D) + ELASMO Systems (A) 1/16
- REUTER Group (D) + P.P.H. LIMAK, Polen 2/16
- MacroPower bei Stüdl (CH) + Ever Rich Fountain, Taiwan 3/16
- Ackermann (D) + Mikro bei Eltek (I) 4/16
- Moto Tassinari (USA) + Linear Plastics (UK) wächst weiter 1/17
- LMBK (D): Kompakte Zellen + Teflon-Mikropräzisionsteile + HIDROTEK 2/17
- Einlegespritzguss + PVAL bei Buzek 3/17
- Hybride Präzisionsteile + EPC, USA 4/17
- MES-Kooperation + Apex, Russland 1/18
- Perfekte galvanisierte Oberflächen + Oldrati, Italien 2/18
- MIM bei Mimest in Italien + PowerSerie bei Prewag (CH) 3/18
- DAIGLER (D) + Mikro bei HIRT (D) 4/18
- Spritzguss in D: Winkelmann, STIEBEL ELTRON, Metak, Fröbel 1/19
- Cooper Standard, Polen + PWF (D) + WITTE (CZ): Vertikalspritzguss 2/19
- YONWOO, Korea: MicroPower + aquatherm MacroPower (D) + LIM 3/19
- Etzel (D) + Vogt (CH) 4/19
- Schnecken-Serie, Teil 1 + KURZ (D) + WITTE Ostrov (CZ) + Climax (E) 1/20
- Schnecken-Serie, Teil 2 + Langlotz (D) + MACO (A) 2/20
- Gesamtsystem bei Shiny/Taiwan 2/20
- Schnecken-Serie, Teil 3 + Prince (NL) + FRÖBEL (D) 3/20
- Australien: MtM senkt Energiekosten 1/21
- Durchlaufzeiten bei Lawrence (USA) 1/21

In-Mold Labeling

- IML für Etagenwerkzeuge 3/07
- Das 2 + 2 Etagenwerkzeug 1/08
- IML bei ATM d.o.o. 3/09
- PLASTIPAK in Kanada 4/10
- Tea Plast in Albanien 3/12
- 4-faches IML mit der EcoPower 1/13
- Facettenreiches Konzept IML 4/13
- IML bei AMRAZ in Israel 4/15
- 3D-IML bei VERTEX in Polen 1/16
- Die W837 IML Deckel-Anlage 2/17
- IML bei Stiplastics, Frankreich 4/18

Dosierung

- Die neuen GRAVIMAX Geräte 2/07
- Die RTLS Dosiertechnologie 3/07
- GRAVIMAX 14V 3/09
- Die präzise Mahlgut-Dosierung 3/11
- Dosieren bei Norsystec 1/13
- Sicheres Dosieren bei Semperit 4/13
- Der Weg zu besserem Dosieren 4/15

Automatisierung/Steuerungstechnik

- Qualität in der Medizintechnik 1/07
- Große Strukturschaumteile 2/07
- R8: Leistung und Komfort 3/07
- Sitzverstellspindel-Produktion + Antriebstechnik bei Robotern 4/08
- Elektronische „Viehhirter“ 2/08
- Auto-Funkschlüssel-Produktion 3/08
- Carlo Technical Plastics, UK 4/08
- Die flexible Produktionszelle 1/09
- McConkey wächst durch Roboter 2/09
- Räderproduktion bei Bruder 4/09
- Paloxen-Produktion bei Utz 1/10
- EcoMode bei Linearrobotern + Continental Automotive 2/10
- Rotationsschweißen 3/10
- Neu: R8.2 Robotsteuerung 4/10
- Linear-Roboter im Reinraum 1/11
- Schnellste Teileentnahme 2/11
- Behälter und Deckel 3/11
- Montagespritzguss bei TRW 4/11
- Einlegespritzguss 1/12
- Verpackungsdeckel-Produktion 2/12
- Silcotech-Silikonspritzguss (CH) 3/12
- OECHSLER: Nullfehler-Betrieb 4/12
- Das Handling kleinster Teile 2/13
- Schramberg: Automatisierung 3/13
- Busch-Jaeger: Produktiv wie nie 1/14
- In-Mold Decoration 2/14
- Roboter bei Port Erie, USA 3/14
- STAR PLASTIK in der Türkei 4/14
- WITTMANN bei Jones/Mexiko 1/15
- Robots bei Greenland/Singapur 2/15
- Tandem-Roboter bei SEB + Automatisierung bei Sacel 3/15
- Automatisierung in Korea + Suzuki Indien und WITTMANN 4/15
- Speziallösung für IMI (Bulgarien) 1/16
- Innover in Indonesien + 2 Roboter bei Sanwa, Singapur 2/16
- 7.000ster W818 bei Kroma (D) 3/16
- COMBI-PACK in Malaysia 4/16
- Effizienz bei Jaeger Poway (China) 1/17
- RenyMed: optimierte Prozesse 3/17
- Digitaler Robot-Zwilling + Cyber-Sicherheit 4/17
- PLASSON in Israel 1/18
- WITTMANN 4.0 Plug & Produce + Green, China: 180 W818 Roboter + Auszeichnung für Intertech, USA + WHP, UK, und WITTMANN 2/18
- Midwest Molding (USA): Robots 3/18
- LEIFHEIT (CZ) und WITTMANN 4/18
- Plastidus (F): Schnellentnahme + Evolution der Robotsteuerung 1/19
- Die DMT (USA) 4.0 Arbeitszelle + WITTMANN Robots in Russland + WITTMANN Robots in China 2/19
- TEMI+ bei MAFLX, Italien 3/19
- Gücsan (TR) und WITTMANN + Plastika Skaza in Slowenien 4/19
- BELL (F): Großroboter 1/20
- TEMI+: Interview mit Giorgio Pigozzo + Happ (D): Maschinen-Verkettung 3/20
- PRIMUS Roboter bei Fietz (D) 1/21
- Kein Ausschuss mit HiQ Flow® 1/21

Berichte aus den Niederlassungen

- Australien 2/08, 2/13
- Benelux 3/08, 2/09, 3/17
- Brasilien 3/07, 1/09, 2/17, 1/21
- Bulgarien 2/09
- China 2/10
- Deutschland 1/07, 3/09, 3/12, 1+4/13, 1/18, 2/19, 4/19, 3/20
- Dänemark 1/09, 1/13
- Finnland 4/08, 1/12
- Frankreich 2/07, 3/08, 4/15, 2/17, 4/18
- Griechenland 2/14
- Guatemala 1/13
- Indien 2/08, 3/10, 2/12, 3/18
- Israel 1/12
- Italien 4/08, 1/10, 4/11, 3/19, 3/20
- Kanada 1/07, 1+2/08, 3/09, 1/18
- Kolumbien 2/12
- Marokko, 1/17, 1/20
- Mexiko 3/07, 1+2/11, 3/18
- Österreich 2+3/08, 1/10, 3/11, 4/12, 3/13, 2+3/15, 2+3/16, 1+2/19
- Polen 2+3/13, 4/15, 3/16
- Russland 4/12
- Schweden 2/09, 4/18
- Schweiz 1/08, 2/12
- Serbien/Kosovo/Albanien, 1/17, 4/19
- Slowenien/Kroatien 1/10
- Spanien 3/07, 1/17, 1/18
- Südafrika 1/16
- Südkorea 3/10, 2/17
- Südostasien 2/07, 2/16
- Taiwan 4/09, 4/15
- Tschechien/Slowakei 4/09, 3/14, 1/15, 1+3+4/17, 4/18
- Türkei 3/08, 2+4/11, 3/19
- UK 2/09, 2/10, 3/17, 4/19
- Ukraine 1/19
- Ungarn 1/08, 4/15
- USA 2/08, 1/11, 4/13, 4/14, 2+4/16
- Vietnam 4/15

Förderung/Trocknung/Gesamtlösungen

- Zentralanlage bei BOSCH + DRYMAX Qualitätskontrolle 1/07
- Kromberg & Schubert Anlage + Effiziente Materialtrocknung 2/07
- FEEDMAX im Reinraum + DRYMAX ED80 3/07
- Mahlgutzuführung in Anlagen 1/08
- Arge 2000 Netzwerksteuerung + Unterschiedliche Materialien 2/08
- Förder-Optimierung + Energy Rating 3/08
- Zentralanlage bei Metchem 4/08
- Peripherie bei Delphi in China 1/09
- LISI COSMETICS Anlage 2/09
- Planung von Zentralanlagen 3/09
- Energietests bei FKT 4/09
- Der neue FEEDMAX B 100 1/10
- Energieeinsparung bei Greiner 2/10
- Die A.C.S. Gesamtanlage 3/10
- FEEDMAX Primus Fördergerät 4/10
- DRYMAX Aton + BKF Förderanlage 2/11
- WD Kunststofftechnik Anlage 4/11
- PET-Verarbeitung 1/12
- PLASTICOM Gesamtanlage 2/12
- NICOMATIC Gesamtanlage 3/12
- Energiesparende Trocknung 4/12
- Schüttguttechnik bei Bespak 2/13
- Vision Technical Molding 3/13
- Optimierter WPC-Spritzguss 1/14
- Zentralanlagen bei Pollmann 2/14
- Förderung bei HELLA Mexiko 3/14
- Gesamtlösung bei Procopi + Das SLM Materialmanagement 4/14
- Orodjarstvo Knific, Slowenien 1/15
- Geresheimer-Anlage in China 2/15
- FRANK plastic Zentralanlage 3/15
- Johnson Zentralanlage (China) + Trocknung bei Lek Sun (Malaysia) 1/16
- GOTMAR-Anlage (Bulgarien) 2/16
- Havells Zentralanlage (Indien) 4/16
- DRYMAX mit FC plus + Axjo 1/17
- Die REINERT Zentralanlage 2/17
- Die PT. WIK Zentralanlage 3/17
- ATON plus H + 3A Plastics (F) 4/17
- Zentralanlage bei fortell (CZ) 1/18
- Energiesparen bei Stadelmann (A) 2/18
- Naturfaser-trocknung + Gesamtlösung: Vignesh, Indien + Simon (E) 3/18
- Förderung bei WAREMA (H) 4/18
- Cornaglia (I) Trocknungsanlage 1/19
- MEGATECH (E) Zentralanlage 1/20

Temperierung/Durchflusstechnik

- Impulskühlung im Prozess 1/07
- Wasser und Öls Medien 2/07
- Die neue Serie TEMPRO plus C 3/07
- Neue COOLMAX Kühlgeräte 2/08
- Produktions-Überwachung 3/08
- Die neue DUO Kühlung 4/08
- Variotherme Temperierung 1/09
- TEMPRO plus C180 2/09
- TEMPRO direct C120 3/09
- WFC: Water Flow Control 4/09
- TEMPRO plus C180 (Wasser) 1/10
- Prozessoptimierte Temperierung 2/10
- BFMOLD® Werkzeugkühlung 3/10
- Die neue TEMPRO plus D 4/10
- Online-Thermographie 1/11
- Temperierung bei Fuchs & Sohn 2/11
- TEMPRO plus D Sonderlösung 1/12
- Oszilloskop-Funktion 2/12
- Das TEMPRO plus D Micro 4/12
- Temperierprozess für Qualität 1/13
- Die Starlinger Sonderlösung 2/13
- Die Neuheiten zur K 2013 4/13
- TEMPRO nutzt Abwärme 1/14
- Saubere Lösung bei DELPHI 4/14
- Spezial-Temperierer bei Blum 1/15
- Der neue FLOWCON plus 4/15
- TEMPRO plus D bei Fischer (D) 1/16
- Der WFC Nachrüstsatz ist da! 2/16
- FLOWCON plus bei COLOP (A) 3/16
- TEMPRO im Leichtbau 4/16
- Sicherheit durch neue Software 1/17
- Produktionssicherheit bei Rejlek 3/17
- TEMPRO plus D mit SpeedDrive 4/17
- Hochtemperaturmedium Wasser 4/17
- DFR: Dauereinsatz bei SANIT (D) 3/19
- Neue DFR-Serien 110 und 310 2/20

Recycling

- Inlinerecycling von Angüssen 1/07
- Große Schneidmühle: MCP 100 2/07
- MAS Schneidmühlen 3/07
- Mühlen im Recyclingprozess 1/08
- Die MC 70-80 bei Centrex 2/08
- Materialrecycling bei Gibo Plast 2/09
- AF Einzugs für MC Mühlen 4/09
- Granulierung von Hartferrit 1/10
- Mahlen kritischer Materialien 3/10
- Die TMP CONVERT Lösung 1/11
- Die Minor 2 bei CHOLEV 3/11
- Mühlen unter Maschinen 2/12
- Große Lösung für große Teile 1/13
- Minor 2 bei JECOBEL, Belgien 2/16
- JUNIOR 3 Compact bei MHB (F) 4/16
- G-Max 33 auf dem Prüfstand 3/17
- Zentralanlage: Liebherr Bulgarien 1/18
- Die neue S-Max Mühlen-Serie 3/18
- Mühlen mit Einzugsrollen 1/19
- Service-Tipps für Schneidmühlen 1/21
- Mühlen bei Hoffer (USA) 1/21

**WITTMANN
TECHNOLOGY GMBH**
Lichtblaustraße 10
1220 Wien
Österreich
Tel.: +43 1 250 39-0
info.at@wittmann-group.com
www.wittmann-group.com

**WITTMANN BATTENFELD
DEUTSCHLAND GMBH**
Am Tower 2
90475 Nürnberg
Deutschland
Tel.: +49 9128 7099-0
info.de@wittmann-group.com
www.wittmann-group.com

**WITTMANN
BATTENFELD GMBH**
Wiener Neustädter Straße 81
2542 Kottlingbrunn
Österreich
Tel.: +43 2252 404-0
info@wittmann-group.com
www.wittmann-group.com

**WITTMANN BATTENFELD
DEUTSCHLAND GMBH**
Werner-Battenfeld-Straße 1
58540 Meinerzhagen
Deutschland
Tel.: +49 2354 72-0
info@wittmann-group.com
www.wittmann-group.com

Wittmann

Wittmann

Battenfeld