

ANWENDERBERICHT

Plonsk/Polen + Kottlingbrunn/Österreich – September 2016

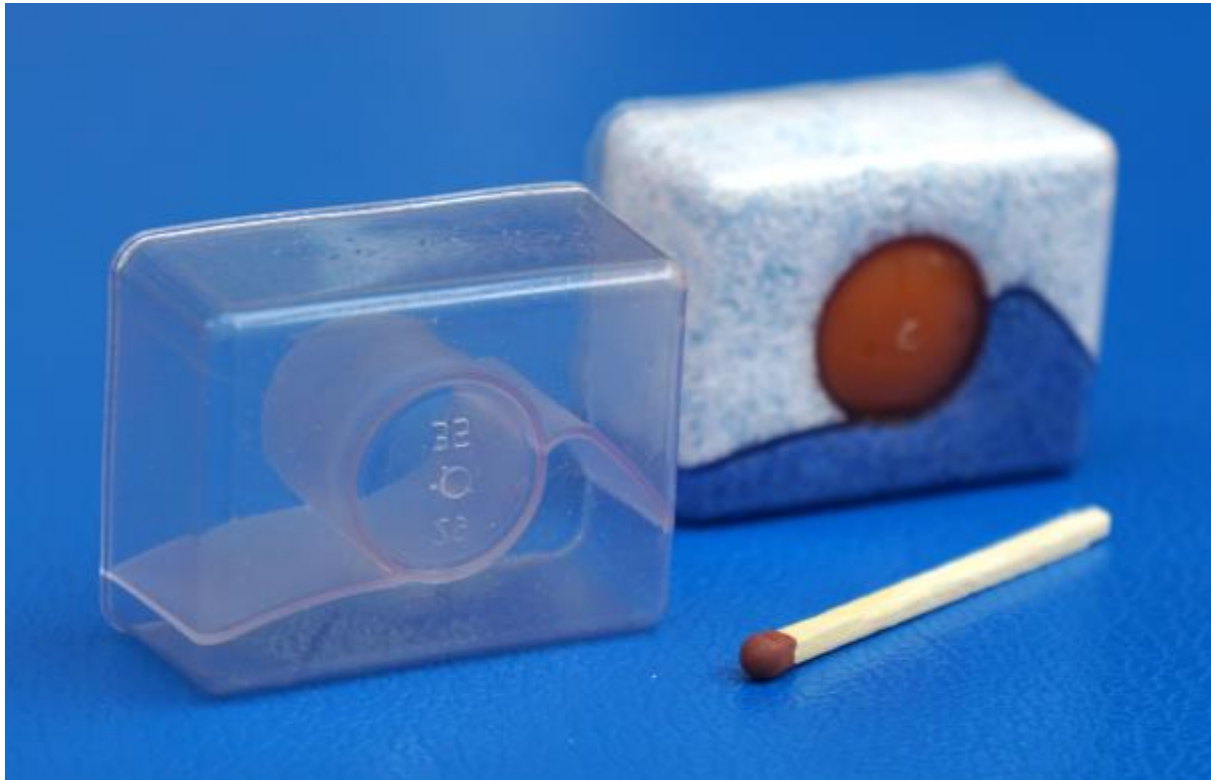


Foto: Autor

Abb. 1: Gegen Säuren und Laugen beständige, aber in einer Wassenumgebung lösliche Behälter aus Polyvinylalkohol werden in großer Zahl in der Waschmittelanwendung eingesetzt.

Neuland betreten und erobert

Ein bisher wenig bekannter Kunststoff ist Polyvinylalkohol (PVAL). Er bietet die herausragende Eigenschaft der Wasserlöslichkeit bei gleichzeitig hoher Beständigkeit gegenüber den meisten Kontaktchemikalien. Wenig bekannt ist PVAL vor allem, weil bisher zwar Folien, aber keine Spritzgussteile hergestellt werden konnten. Der Grund dafür ist die große Bandbreite der Material-Kennwerte, ein Begleitumstand der batchweisen Produktionsweise. Die Wende brachten erst die Lösungsansätze des österreichisch/polnischen Spritzgießunternehmens Buzek Plastic, das über einen Zeitraum von 10 Jahren und mehrere Evolutionsstufen hinweg eine Großserien-Produktionstechnik zur Herstellung von wasserlöslichen Mehrkammer-Waschmittelbehältern (Abb.1) entwickelt hat und über 1,3 Milliarden Stück / Jahr produziert. Die Maschinen und die Automationstechnik dafür kamen von Wittmann Battenfeld.

Polyvinylalkohol, trotz einzigartiger Eigenschaften weithin unbekannt

Polyvinylalkohol (PVAL) wurde bereits 1924 von den deutschen Chemikern Wilhelm Hermann und Wolfram Hähnel erstmals hergestellt und zählt damit zu den ältesten Kunststofftypen. Interessant ist in diesem Zusammenhang, dass PVAL nicht direkt aus dem Vinylalkohol-Monomer hergestellt werden kann, sondern nur über den Umweg einer Hydrolyse-Reaktion (auch bekannt als Verseifung) mit Natronlauge aus dem noch älteren Kunststoff Polyvinylacetat (PVAC), der bereits 1913 vom ebenfalls deutschen Chemiker Fritz Klatte erstmals hergestellt worden war. Ebenso interessant ist, dass beide Kunststoffe direkter Verwandtschaft unterschiedliche Eigenschaften haben. Polyvinylacetat ist unlöslich in Wasser, Butanol, Diethylether, Petrolether und aliphatischen Kohlenwasserstoffen, jedoch löslich in niederen Alkoholen, zahlreichen Ketonen, Estern, zyklischen Ethern, aromatischen und chlorierten Kohlenwasserstoffen. Anders Polyvinylalkohol: Er ist wasserlöslich, jedoch gegenüber den meisten wasserfreien organischen Lösungsmitteln beständig.

Die Polyvinylalkohol-Herstellung kann so gesteuert werden, dass das PVAC entweder ganz oder nur teilweise in PVAL umgesetzt wird. Je mehr Acetat-Reste im Polyvinylalkohol verbleiben, desto geringer ist die Wasserlöslichkeit. Damit zusammenhängend variieren auch der Schmelzpunkt, die Schmelzeviskosität und die Verarbeitungsparameter. Während der Schmelzpunkt für voll-hydrolysiertes PVAL bei etwa 230°C liegt, liegt er bei teil-hydrolysierten Typen im Bereich von 180 bis 200°C. Die Dichte beträgt je nach Materialtyp zwischen 1,21 und 1,31 g/cm³.

Gemeinsam ist beiden Kunststoffen die, verglichen mit anderen Kunststoffen, kürzere Polymer-Kettenlänge. Sie liegt im Bereich von 100 bis 5000 und schwankt von Charge zu Charge, abhängig von den Verfahrensbedingungen. Die damit verbundenen mechanischen Eigenschaften von PVAL hängen zusätzlich vom Wassergehalt ab, denn eindiffundiertes Wasser wirkt als Weichmacher. Deshalb verliert PVAL bei hoher Luftfeuchtigkeit an Zugfestigkeit, gewinnt aber an Elastizität.

Überdies ist PVAL ein sehr guter Schichtbildner und hat eine hohe Benetzungsfähigkeit. Folglich werden wässrige Lösungen als Bestandteil von Klebstoffen oder Adhäsions- und Verdickungsmitteln in Haarsprays oder Shampoos verarbeitet. Ebenso als Zusatzstoff in der Papierverarbeitung, aber auch als Formtrennmittel bei der Herstellung von Faserverbund-Teilen, das anschließend abgewaschen werden kann. In der PET-Flaschenproduktion wird PVAL als CO₂-Barrierschicht eingesetzt. Auch die Herstellung von Folien ist durchaus verbreitet, z.B. für Verpackungsbeutel, die sich auflösen sollen. Etwas exotischer sind Anwendungen in der Kriminaltechnik, wo Pads mit PVAL-Beschichtungen zur Aufnahme von Schmauchspuren verwendet werden.

PVAL spritzgießen = Neuland betreten

In seiner fast 100-jährigen Geschichte wurden Polyvinylalkohol-Massen bisher kaum bis nie durch Spritzgießen verarbeitet. Der Hauptgrund waren sowohl fehlende Produktideen, als auch die bis zu plus/minus 20 Prozent schwankenden Materialkennndaten.

Das war die Ausgangsposition, als 2003 ein multinationaler Chemiekonzern bei der Buzek-Kunststoffverarbeitung in Österreich bezüglich Produktionsausrüstungen zur Herstellung von spritzgegossenen Portionsbehältern für Geschirrspülmittel-Granulat anfragte. Andreas Huber, Geschäftsführer der Buzek Holding GmbH in Österreich und Buzek Plastic Poland, erinnert sich: „Technisches Neuland rund um den Spritzgießprozess hat mich stets fasziniert. Der Grundstein dafür wurde bei mir gelegt, als ich noch Produktmanager bei Battenfeld für Sondermaterialien war. Ich konnte kaum glauben, dass es noch niemand geschafft haben sollte, Serienteile aus Polyvinylalkohol herzustellen. Klar wurde mir das erst nach den ersten Plastifizierungsversuchen. Denn, was dabei heraus kam, erinnerte stark an Tapetenkleister. Entsprechend klebte das Material im Werkzeug. Nicht umsonst findet man Polyvinylalkohol in jedem Papierklebstoff. Nun wusste ich, dass der Weg in die Serie lang sein würde. Andererseits ahnte ich aber auch, dass, wenn wir es schaffen sollten, das Produkt großes Potenzial haben würde. Es freut mich daher heute sehr, dass mein Geschäftspartner Günter Buzek und ich auch die Battenfeld-Geschäftsleitung davon überzeugen konnten. Deren grünes Licht bedeutete, dass wir gemeinsam mit der systematischen Entwicklung einer geeigneten Anwendungstechnik beginnen konnten.“

Nach einigen Vorversuchen kristallisierte sich als Ausgangsbasis für ein spritzgießfähiges Material eine niedrigviskose PVAL-Type heraus, die ursprünglich für die Papierindustrie entwickelt worden war. Sie bildete die Ausgangsbasis, von der aus in einem iterativen Versuchsprogramm der durch die Beifügung von Verarbeitungs-Hilfsstoffen ein verarbeitbares Material-Compound entwickelt wurde. Nachdem dieses vorlag, gelang es, den rund 30 x 40 x 15 mm großen Dünwand-Behälter (Abb.1), zuerst mit einem 1-fach, dann einem 4-fach, schließlich einem 12-fach-Werkzeug, herzustellen. Versuche im Battenfeld-Technikum auf vollelektrischen Spritzgießmaschinen der Typen BA 1000/500 CDK-SE und EM 1600/350 zeigten, dass schnelles Einspritzen und eine präzise Einspritzdruck-Regelung den Durchbruch bringen würden, auch wenn nach wie durch Batch-bedingte Materialdaten-Schwankungen Ausschussraten von rund 15 - 20 Prozent zu akzeptieren waren.

Anwendungstechnik-Projekt verselbständigt sich

Im Laufe der Versuche wurde offensichtlich, dass die PVAL-Verarbeitung doch deutlich mehr Know-how erforderte, als es von einem Neueinsteiger in die Spritzgieß-Produktion, wie es der anfragende Chemiekonzern war, zu erwarten war. Deshalb entschloss sich Andreas Huber zusammen mit einem weiteren ehemaligen Battenfeld-Kollegen, namens Günter Buzek, der seit 1999 mit einem eigenen Spritzgießbetrieb aktiv war, dem Chemiekonzern das Angebot vorzulegen, die Produktion als Sublieferant zu übernehmen. Sie blieben auch dabei, als es in den Verhandlungen nicht mehr um die Zulieferung von Österreich aus ging, sondern um die Errichtung einer „In-house-Produktion“ in dessen polnischen Abfüllbetrieb und gründete im Mai 2005 die Buzek Plastic Poland Sp.z.o.o.. Mit drei hydraulischen Battenfeld HM-Maschinen vom Typ HM 270/1330 mit Einspritz-Akku wagte man den Sprung vom 12-fach Probewerkzeug zu 32-fach Heißkanal-Werkzeugen und startete die Serienproduktion. Trotz mancher „Ausreißer“ bei den Materialdaten und entsprechend hohen Ausschussraten kam die Produktion ins Laufen. Der Schlüssel dazu war eine

situationsbezogene Produktionsweise, die aus laufender Beobachtung des Materialverhaltens mit manueller Nachführung der Einstellwerte bestand und die visuelle 100-Prozent-Kontrolle der Fertigteile an jeder Maschine durch Bedienpersonal einschloss.

2005: Evolutionsstufe II: 32- und 64-fach Produktionszellen werden Standard

Nach rund einem Jahr waren die Prozesstechnik und die Zusammensetzung der Material-Compounds soweit stabil, dass an einen weiteren Ausbau der Produktion zu denken war. Da das Produktdesign vorerst unverändert beibehalten wurde, blieb die Zykluszeit bei 28 Sekunden, ebenso wie die Ausschussrate bei rund 15 Prozent. Was aber weiterentwickelt werden musste, war die Art und Weise der visuellen Teile-Inspektion. An Stelle einer Begutachtung an jeder Maschine, kam ein mehrspuriges Teiletransfer-System, an das mehrere Maschinen angebunden waren und zu einem zentralen Inspektionsbereich führte, in dem nach wie vor Personen jeden einzelnen Teil begutachteten.

2008 war die Produktions-Routine des Buzek-Teams soweit gefestigt, dass die nächste Verdoppelung der Fachzahl, nun von 32 auf 64-fach, in Angriff genommen werden konnte. Doch es sollte nicht bloß die Fachzahl verdoppelt, sondern gleichzeitig auch die Zykluszeit verkürzt werden. Als Voraussetzung dafür ging man gemeinsam mit den Kunden-Technikern an ein Re-Design des Formteils, bei dem durch selektive Wandstärken-Reduktionen das Teilegewicht und die Zykluszeit um jeweils 15% abgesenkt werden konnten. Dafür brauchte es aber größere und schnellere Maschinen. Der guten Erfahrungen wegen blieb man bei Battenfeld und wählte die hydraulischen Maschinen vom Typ HM 400 / 2250, wieder mit Einspritz-Akku, inklusive Battenfeld-Robotern und Teile-Transfers. Das Ergebnis dieser Evolutionsstufe war eindrucksvoll: Innerhalb von nur drei Jahren nach Produktionsstart hatte man es geschafft, um 300% mehr zu produzieren und dabei den Ausschuss von rund 15 auf 9 Prozent abzusenken. Diese Ausstoßmengen zwangen zu einem Umdenken bei der Qualitätskontrolle der Fertigteile. Sie war durch einen Personaleinsatz nicht mehr abdecken, weil weder wirtschaftlich vertretbar, noch kapazitiv machbar. Als Lösung dafür installierte das Buzek-Team ein unterstützendes Vision-Kontroll-System mit automatischer Schlechteile-Ausschleusung, unterstützend deswegen, weil es lediglich die einfache Vollständigkeit, jedoch keine Detailfehler erkennen konnte.

2013/14: Evolutionsstufe III: Neues Werk nach Industrie 4.0-Konzept

Als 2012 die Platz-Kapazitäten der In-house-Produktion durch 19 Produktionseinheiten voll belegt waren und weitere Zuwachsraten im Plan standen, entschied Buzek-Plastic für den Neubau einer zusätzlichen Produktionsstätte außerhalb des Kundenwerks. Frei von vorgegebenen Strukturen, sollten dabei neueste Produktionsmethoden zum Einsatz gebracht werden. Leitidee war der Wunsch nach einer vollständigen Daten-Vernetzung über alle Produktionsschritte hinweg, mit der zusätzlichen Möglichkeit zur Selbststeuerung innerhalb vorgegebener Qualitätstoleranzen, wie sie in Industrie 4.0-Konzepten beschrieben werden.

Zentrale Idee war, durch das selbststeuernde Ineinandergreifen von Produktionsschritten ein automatisiertes Null-Fehler-System zu realisieren (Abb.2).

Dazu Buzek-Plastic-Geschäftsführer Andreas Huber: „Nachdem wir unsere Wünsche und Vorstellungen an mehrere Maschinenhersteller herangetragen hatten, fanden wir letztendlich wieder im, für Innovationen offenen, Team von Wittmann die richtigen Kooperationspartner. Durch ihr umfassendes Produktionsprogramm rund um die Spritzgießmaschine und deren Pionierarbeit bei der Schnittstellentechnik (Wittmann 4.0-System) wurden unsere Vorstellungen von einem, sich in gewissen Grenzen selbst regelnden Betrieb nicht als Utopie abgetan, sondern Schritt um Schritt mit uns realisiert.“

Parallel zur Anlagenkonzeption startete in enger Kooperation mit dem Behälter-Kunden ein Re-Design-Prozess, auf dessen Agenda die Produktkosten-Reduktion durch eine weitere Gewichtsreduktion, sowie eine deutliche Zyklusverkürzung standen. Gleich vorweg: Diese Ziel konnten erreicht werden, in Form von 10 Prozent weniger Gewicht (bei gleichen Außenabmessungen) und einer erwartbaren Zyklusverkürzung von 25 Prozent. Aber damit war die Leistungsfähigkeit der hydraulischen Maschinen ausgereizt. Somit erschien der Wechsel zur servo-elektrischen Spritzgießtechnik als einzig sinnvolle Alternative. Allerdings waren Aggregate in der benötigten Größe noch nicht verfügbar. Deshalb war auch dafür noch Entwicklungsarbeit zu leisten. In einem lebhaften Dialog zwischen Andreas Huber und den Battenfeld-Technikern ging es an die Erarbeitung der Leistungs-Spezifikation, die in Form der Hybridmaschine vom Typ *MacroPower E 450/2100* mit hydraulischer 2-Platten-Schließereinheit mit 450 Tonnen Schließkraft und servo-elektrischem Spritzaggregat der Größe 2100 erstmals realisiert wurde (Abb.3 bis 5).

Jede Spritzgießmaschine wurde durch einen Linear-Roboter und einen Umlauf-Palettentransfer für Formteilaufnahmen mit angebauten Formteil-Prüf- und Manipulations-Stationen zu einer Produktionszelle ausgebaut. Von besonderer Bedeutung ist das, den drastisch gestiegenen Produktionsmengen und Qualitätsanforderungen, angepasste Vision-System zur Formteil-Beurteilung. Nunmehr ausgestattet mit 12 Kameras und einem Spiegelsystem, werden von jedem der 64 Formteile zyklussynchron Fotos von fünf Seiten aufgenommen und an das nachgelagerte Analysesystem weitergeleitet. Dessen Software ist in der Lage, 23 Fehler-Möglichkeiten zu erkennen (Abb.6 und 7). Fehlerhafte Teile werden an der unmittelbar nach der Fotos-Station von einem Pick-und-Place-Handling aussortiert und durch Gutteile aus einem Teilepuffer ersetzt. Dies stellt sicher, dass nur 100 Prozent Gutteile zur automatischen Verpackungsstation weitergeleitet werden (Abb.8 und 9). Innerhalb der Teileperipherie kommunizieren alle Bearbeitungsstationen nach einem eigens entwickelten Logistik-Algorithmus miteinander um Kapazitätsschwankungen auszugleichen.

Das im neuen Werk erreichte Leistungsniveau kann sich insgesamt sehen lassen. Nicht nur, dass die Produktionsmenge pro Spritzgießzelle innerhalb von acht Jahren um über 400% gesteigert werden konnte, konnte auch der Anteil der Ausschussteile von rund 15 Prozent auf nunmehr weniger als 3 Prozent gedrückt werden.

Evolutionsstufe IV absehbar

Insgesamt sind alle Vollautomatik-Produktionszellen im neuen Werk schon wieder voll ausgelastet. Der nächste Evolutionsschritt ist der Ersatz der Alt-Anlagen der In-house-Produktion durch zusätzliche Produktionszellen im neuen Werk. Wieder geht es nicht ausschließlich um eine Kapazitätserhöhung, sondern zusätzlich um eine nochmalige Effizienzsteigerung. Durch innovative Design-Anpassungen, mit denen das Produktgewicht zweiter gesenkt werden kann, besteht die konkrete Aussicht, diese nochmals um 300 Prozent steigern zu können.

Autor

Reinhard Bauer – TECHNOKOMM
Freier Redakteur für kunststofftechnische Berichte
E-Mail: office@technokomm.at

Pressekontakt WITTMANN BATTENFELD GmbH

Gabriele Hopf, Leitung Marketing
Tel.: +43 2252 404 – 1400
E-Mail: gabriele.hopf@wittmann-group.com

über WITTMANN BATTENFELD



WITTMANN BATTENFELD ist ein Unternehmen der WITTMANN-Gruppe mit Firmensitz und der Produktion in Kottlingbrunn / Niederösterreich. Der Unternehmensfokus ist die Kunststoff-Spritzgießtechnik und deckt die gesamte Maschinenpalette von der Micro-Spritzgießmaschine mit 5 und 15 t Schließkraft bis zu Großmaschinen mit 2.000 Tonnen Schließkraft ab. Zusätzlich runden umfangreiche Technologiepakete, z.B. für den Mehrkomponenten-, den Schaum- oder Faser-Verbundspritzguss das Angebot ab. Im Verbund mit den Möglichkeiten der WITTMANN-Gruppe, die ein führenden Hersteller von Robotik und Peripheriegeräten für die Materialversorgung ist, können gesamte Spritzgießanlagen inklusive Industrie 4.0 Datenverbunde angeboten werden.

Mehr Infos unter www.wittmann-group.com

über BUZEK PLASTIC POLAND SP Z O O



Buzek Plastic Poland mit dem Firmensitz in Warschau ist Teil der BUZEK-HUBER-GRUPPE. Das Unternehmen wurde 2005 gegründet und ist aktuell Weltmarktführer in der Spritzgießverarbeitung von wasserlöslichen Kunststoffen.

Der Ursprung des Unternehmens ist eine In-house-Produktion im polnischen Werk eines internationalen Chemiekonzerns. Gemeinsam mit diesem wurden Methoden zur Verarbeitung von wasserlöslichen Kunststoffen durch Spritzgießen entwickelt und patentiert und von Buzek Plastic exklusiv für dessen Teileproduktion eingesetzt. 2013 wurde zusätzlich zur In-house-Produktion ein neues Produktionswerk nach den Maßstäben von Industrie 4.0 in Plonsk in Betrieb genommen. Das zweite Geschäftsfeld der Buzek Plastic Poland über die Spritzgieß-Verarbeitung hinaus, ist die Entwicklung neuer Einsatzmöglichkeiten von wasserlöslichen Kunststoffen für andere Industrieenanwendungen.

Adresse:

Buzek Plastic Poland Sp. z o.o.
Plac Czesława Niemena 1 / 22
01-748 Warszawa
Phone: +48 734 167 801
E-Mail: andreas.huber@huber-holding.com
Internet: www.huber-holding.com

Abbildungen:



Abb.2: Das Produktionswerk der Buzek Plastic Poland in Plonsk, das nach den Prinzipien der Datenvernetzung nach einem Internet 4.0-Konzept realisiert wurde.



Foto: Autor

Abb.3: Buzek-Plastic Geschäftsführer Andreas Huber vor dem Bediendisplay für die Materialversorgung.



Foto: Autor

Abb.4: Zur Produktion werden Produktionszellen rund um eine Battenfeld MacroPower E 450/2100 eingesetzt. Deren schnelles Einspritz-Vermögen in Kombination mit hoher Positionspräzision bietet die notwendige Voraussetzung für die Spritzgieß-Verarbeitung von Polyvinylalkohol



Foto: Autor

Abb.5: Produziert wird mit 64-fach Heißkanal-Werkzeugen



Foto: Autor

Abb.6: Jeder Werkstückträger durchläuft eine Vision-Control-Station (im Bild unten links) zum automatischen 5-Seiten Scan jedes Formteils

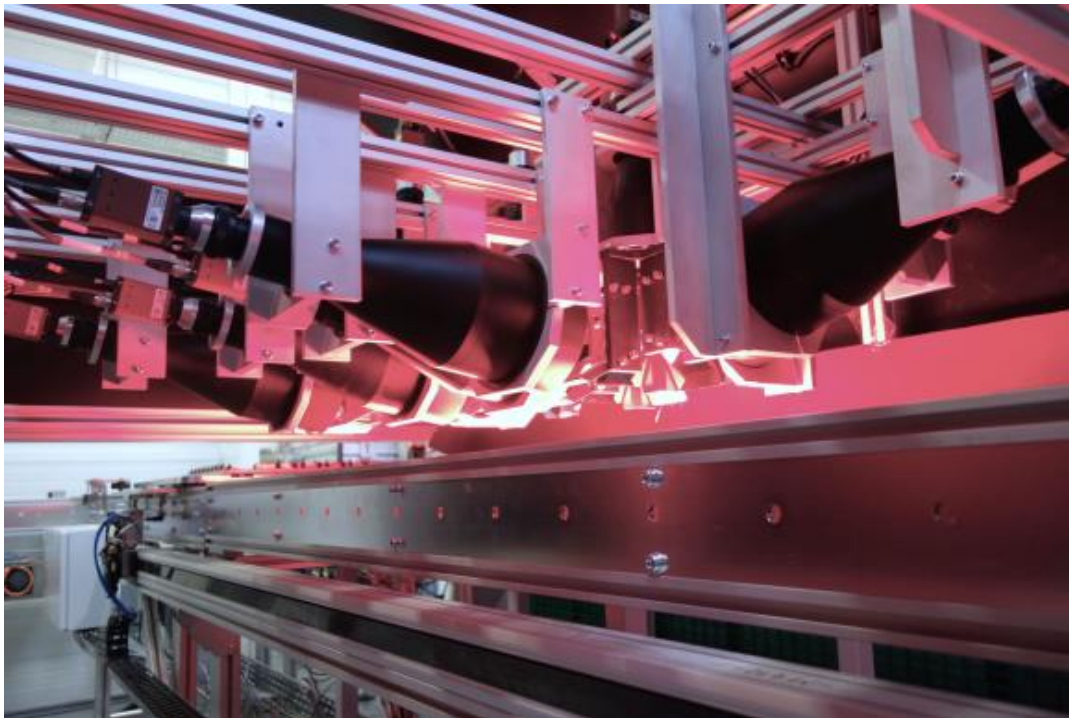


Foto: Autor

Abb.7: Das Qualitätskontrollsystem ist in der Lage, von jedem Formteil 5 Bilder zu erstellen und auszuwerten. Dazu werden 12 Kameras samt zusätzlichem Spiegelsystem eingesetzt. Das System ist in der Lage 64 x 5 Bilder innerhalb der Anlagenszykluszeit zu erstellen! Das damit vernetzte Auswertesystem ist auf die Identifizierung von 23 Fehlermöglichkeiten eingestellt.



Foto: Autor

Abb.8: Identifizierte Ausschuss-Teile werden anschließend von Pick&Place-Handlings separiert und durch Gut-Teile ersetzt (Gutteile-Puffer in der Bildmitte oberhalb des Manipulationsplatzes).



Foto: Autor

Abb.9: Von den Transfer-Paletten werden die Formteile in Transport-Trays in Speditions-Boxen abgesetzt und gehen an die Abfüllanlage des Waschmittel-Herstellers.