

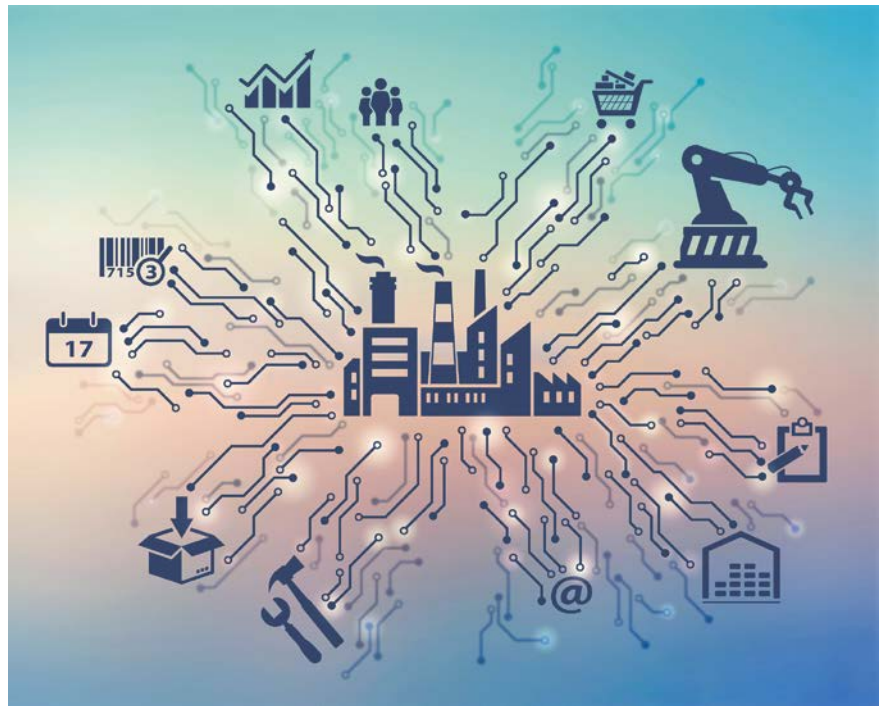
Zukunftsmusik aus Daten, Daten und nochmals Daten

Die VDI-Jahrestagung „Spritzgießen 2019“ fordert die menschliche Intelligenz heraus

Die jährliche Spritzgießertagung in Baden-Baden ist seit jeher eine Veranstaltung, bei der neben der Kontaktpflege und Netzworkebildung die Tipps von Praktikern für Praktiker im Mittelpunkt stehen. Diesmal ließen sich die Veranstalter von den Schlagworten „Künstliche Intelligenz“ und „Digitalisierung“ leiten. Keine leichte Kost, aber manchmal kann sich die Zukunft sehr schnell einstellen.

Welche Plattform kann sich zwischen uns und unsere Kunden setzen?“ Diese Frage stellten sich die Verantwortlichen der Phoenix Contact GmbH & Co. KG, Blomberg, vor Jahren. Die Strategie, die daraus erwuchs, um sich im Zeitalter der Plattformökonomie kein Geschäft wegnehmen zu lassen, mündete in die Gründung von Protiq. Geschäftsführer Dr.-Ing. Ralf Gärtner erzählte die Geschichte dazu, wie der anfängliche Webshop rasant zum Marktplatz für den industriellen 3D-Druck wurde – und das Unternehmen damit zum Vorbild dafür, wie sich digitale (neue) Geschäftsmodelle etablieren lassen. Oft genug gehen solche Ambitionen nicht über das Stadium politischer Sonntagsreden hinaus, hier setzte der durchschlagende Erfolg Standards.

Alle Systeme vom Frontend bis zum ERP sind durchgängig voll vernetzt. Der Kunde lädt die 3D-Daten seines Bauteils auf den Marktplatz hoch. Diese werden automatisch geprüft und für den 3D-Druck optimiert, dann geht der Auftrag an einen Marketplace-Partner nach Wahl. Nach kurzer Zeit ist das Produkt lieferbar, sei es ein Prototyp für ein Kunststoffteil, ein zykluszeitsparendes konturnah temperiertes Werkzeug oder eine Induktionsspule aus Kupfer zur Werkzeugbeheizung (Bild 1), die man bis dato mühsam biegen und löten musste. Interessant wird das Ganze, wenn nicht mehr Geometriedaten über das Design entscheiden, sondern durch Simulation die Topologie für den jeweiligen Lastfall optimiert wird. Gärtner nannte hier Beispiele für Spritz-



Vollständige Vernetzung zwischen Kunde und Auftragnehmer, zwischen Warenwirtschaftssystem und Produktion: die Fabrik der Zukunft (© Fotolia.com/j-mel)

gießwerkzeuge mit 70 % Gewichts- und 30 % Zykluszeitersparnis.

Doch zunächst hatte in Baden-Baden vor gut 180 Tagungsteilnehmern die Forschung das Wort.

Anomalien erkennen und beseitigen

Moderne Spritzgießmaschinen können Abweichungen vom Sollprozess heute schon sehr gut erkennen. Damit eine Maschine daraus gleichwertige Abhilfemaß-

nahmen wie ein erfahrener Einsteller ableiten kann, sind aber eine Unmenge von Daten und Verknüpfungen nötig – Machine Learning heißt das Zauberwort. Prof. Frank Ehrig und Prof. Guido Schuster (IWK und ICOM, beides Institute an der Hochschule für Technik in Rapperswil/Schweiz) verbanden in ihrem Referat die Sichtweisen des Fachmanns für Kunststoffverarbeitung und des Spezialisten für Kommunikationssysteme. Die Beschaffung von Prozessdaten bedeutet einen immen-

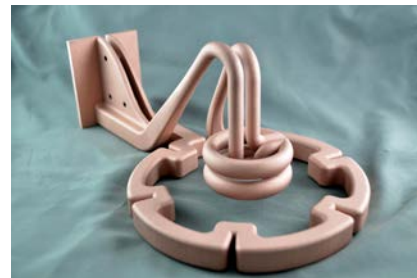
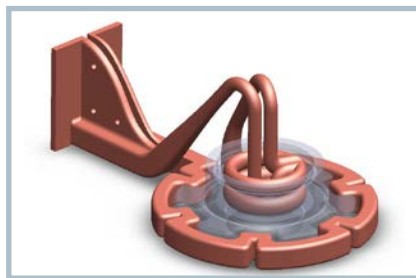
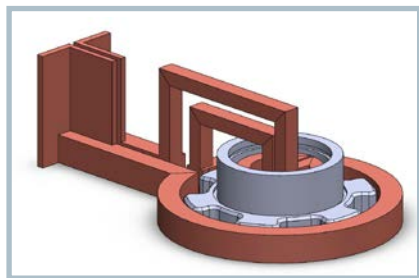


Bild 1. Ja, 3D-Druck ist auch mit Kupfer möglich: konventioneller (links) und designoptimierter (Mitte/rechts) Induktor für die dynamische Temperierung (© Protiq)

sen Aufwand und ist nicht bezahlbar, wenn Daten durch Experimente auf einem Spritzaggregat erzeugt werden müssen. Eine denkbare Abhilfe wäre es, die Daten in einem virtuellen Prozess mithilfe einer Software zu ermitteln. Bei einem Vorversuch wurden, das um die Datenmenge in etwa zu veranschaulichen, 45 s lang 40 Signale mit 200 Samples abgetastet, um Gewicht, Länge und Breite eines Bauteils vorherzusagen. Das sind 300 000 Werte pro Bauteil und Schuss.

Auch für Prof. Reinhard Schiffers (Institut für Produkt Engineering, Universität Duisburg-Essen) ist es eine Grundvoraussetzung, dass alle für eine Digitalisierung nötigen Informationen vorhanden sind. Daraus sind Kennzahlen oder Merkmale abzuleiten, die dann als Istwerte für ein Lernverfahren dienen. Künstliche Intelligenz ist ein hochkomplexes Themengebiet, will sie doch Algorithmen menschenähnlicher Intelligenz nachbilden.

Die smarte Fabrik

Gelernt werden muss der funktionale Zusammenhang zwischen Eingabe- und Ausgabedaten. Und die Gründe dafür müssen erkannt werden, wenn sich Abweichungen ergeben sollten. Dabei muss man beim heutigen Stand der Technik allerdings auf ein Expertensystem mit Bedienerwissen zurückgreifen. Für jede Merkmalgruppe muss ein rechenintensives Modell erstellt werden. Um die heute schon unbestritten hohe Beherrschung des Spritzgießprozesses weiter zu steigern, kann in naher Zukunft eventuell auf Verfahren der künstlichen Intelligenz und der lernenden Maschine zugegriffen werden. Der Benefit: Durch Qualitätsprognose und -regelung lässt sich die Produktqualität steigern.

Digitalisiert wird schon seit vielen Jahren. Für viele KMU wird es laut Prof. Georg

Steinbichler (Johannes Kepler Universität, Linz/Österreich) zur Überlebensfrage werden, wie schnell sie daraus einen Anwendungsnutzen generieren und damit Geld verdienen können. Heute steht die digitale Transformation im Fokus. Darunter ist die Vernetzung von digitaler und realer Welt zu verstehen (Bild 2). Den Spritzgießprozess können wir längst simulieren und die Ergebnisse in bunten Farben darstellen. Das hilft beim Festlegen von Anspritzpunkten und Kühlkanälen. Aber vom Wunschtraum, der modernen Spritzgießmaschine, die sich die Daten aus dem Speicher holt, sich selbst einstellt und optimiert und idealerweise Störungen erkennt und diese auch gleich eliminiert, davon sind wir noch meilenweit entfernt.

KI ist ein Werkzeug mit dem Rohstoff Daten und kann riesige Datenmengen (Big Data) zur Entscheidungsfindung ziehen. Diese Datenfülle wird aber in der Regel durch Filtersysteme wieder zu „Smart Data“ reduziert werden. Damit sind wir zumindest bei der Formulierung nicht mehr weit weg von der smarten Fabrik, die im Juni 2019 als LIT (Linz Institute of Technology) eröffnet wird. Dort sollen Industrie 4.0, lernende Maschinen und KI nach und nach in die Praxis umgesetzt und allen Interessenten präsentiert werden.

Bescheidene Datenbasis für Materialkennwerte

FEM-Simulationen sind nach Meinung von Dr.-Ing Gerd Telljohann (Dynatec GmbH, Braunschweig) um den Faktor 10 besser als noch vor wenigen Jahren. Das liegt an den inzwischen deutlich genaueren Datenmodellen. Der Kunde will wissen, ob sein Bauteil hält, wie stark es sich verbiegt und ob es die geplante Einsatzdauer überlebt. Auch faserverstärkte Materialien können inzwischen berechnet werden. Aber Kunststoff ist halt ein Werk-

stoff mit sehr vielfältigen Eigenschaften. Erinnerung sei an den Feuchtegehalt bei PA, mit dem sich Kennwerte signifikant ändern können. Deshalb müssen die Bedingungen des Umfelds berücksichtigt werden.

Die Datenbasis für Kunststoffe ist immer noch relativ bescheiden. Ermüdung lässt sich aus keinem Datenblatt ablesen. Damit bleiben die Berechnungen manchmal schöne Bilder, aussagefähig sind nur Versuche. Und die müssen sich aus Kostengründen auf definierte Betriebspunkte beschränken. Bei Verbundwerkstoffen kann zur Steifigkeitsbestimmung der Ansys-Materialdesigner eingesetzt werden. Ein Bauteilausschnitt wird dabei aus unterschiedlichen Materialien aufgebaut und vernetzt. Der Einsatz der Software beschränkt sich aber auf Werkstücke, die nur eine kleine Anzahl Werkstoffvarianten aufweisen.

Künstliche Intelligenz ist in den Augen von Dr. Martin Jührisch (Symate GmbH, Dresden) ein Hype-Thema. Nur ganz wenige Firmen haben reale Erfahrungen damit. Selbstregelnde Prozesse sind ebenfalls die Ausnahme. Gründe sind der hohe Investitionsbedarf, fehlende Fachleute und die nur schwer nachweisbare Rentabilität. Aber alle Hersteller von Maschinen und Peripheriegeräten haben ihre Produkte mit zahlreichen Sensoren ausgestattet, die unüberschaubare Datenmengen liefern. Mit dem System „Detact“, einer Art KI-Dashboard, können die verfügbaren Prozessdaten, Umweltbedingungen und Qualitätseigenschaften eines Bauteils erfasst und in vorkonfigurierten Apps für Analysen, Diagnosen und Optimierungen verwendet werden. Schon kleine Effekte rentieren sich: So stieg die Anlagenverfügbarkeit bei einem Verpackungshersteller laut Jührisch binnen Jahresfrist von 80 auf 81 %, auch wenn er damit nur 5 % des realisierbaren Potenzials erschloss. »

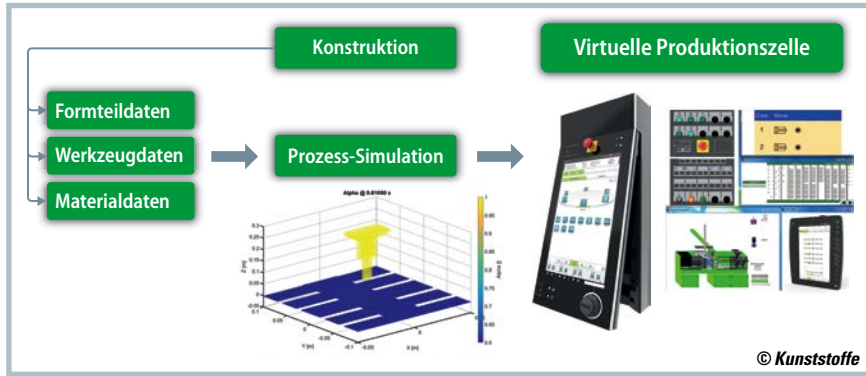


Bild 2. Wenn zukünftig die Datendurchgängigkeit von der Konstruktion bis zur virtuellen Produktionszelle hergestellt ist, lässt sich die Maschine direkt mit dem generierten Voreinstellensatz anfahren (© JKU Linz, Engel)

Stefan Vogler (M.Tec Ingenieurgesellschaft für kunststofftechnische Produktentwicklung mbH, Herzogenrath/Aachen) definiert einen digitalen Zwilling als Abbild aller physikalischen Zusammenhänge eines realen Teils. Diesem Abbild der Realität kann man im Produktentstehungsprozess dieselben Fragen stellen wie einem realen Teil. Soll heißen: Man kann daran auch Belastungen simulieren. Demonstriert wurde eine Verzugsberechnung, denn der Verzug ist auch deshalb ein wichtiges Thema, weil das menschliche Auge sehr kleine Spalte von 0,1 mm und weniger optisch und in der Funktion wahrnimmt.

Man kann berechnen, welcher Parameter welchen Einfluss hat. Es ist aber nicht zu schaffen, alle Einflussgrößen zu parametrisieren. Der Verzug ist eine Funktion von Material, Maschine, Werkzeug, Prozess und Bauteilgeometrie, und alle Funktionen haben wieder Unterfunktionen – beim Werkzeug z.B. Kühlkanäle, Düsendurchmesser, Angussystem und die Werkzeugwandtemperatur. So ergeben 20 Parameter drei Mal variiert in Summe 3,5 Milliarden Kombinationsmöglich-

keiten. Eine Lösung liegt darin, sich auf Parameter zu beschränken, die aus Erfahrung relevant sind, sowie auf mathematische Verfahren, die eine Vielzahl von Parametern gleichzeitig variieren.

Schnittstellen sind nicht agil

Jede Firma will ihre Produktentwicklung flexibel, effizient und agil gestalten. Diese Attribute ordnet Dr. Stephanie Lambertz (Freudenberg Technology Innovation SE & Co. KG, Weinheim) dem Vorgehen mit Scrum zu. Der Prozess wird empirisch gesteuert und ruht auf den Säulen Transparenz, Überprüfung und Adaption. Signifikant sind Entwicklungszyklen in kurzen Abständen, die Sprints genannt werden. Nach Erfahrung der Referentin sollte das Team aus mindestens drei, maximal sieben Personen bestehen. Bei größeren Teams steigt der Kommunikationsaufwand unverhältnismäßig an.

Wünschenswert ist, dass ein Team in einem Raum zusammensitzt. Es gibt die Rollen Produktowner, Entwicklungsteam und Scrum Master, der das Team coacht. Ganz wichtig ist das täglich Scrum, das etwa eine Viertelstunde dauert. Dabei synchronisiert sich das Team mit den Fragen: Welche Erfolge hatte ich gestern bei der Erreichung des Sprintziels, und welche Aufgaben muss ich heute abarbeiten? Dabei werden auch die Hindernisse angesprochen, die der heutigen Zielerreichung im Wege stehen könnten.

Zeit ist nach Aussage von Michael Maurer (Continental Mechanical Components Germany GmbH, Roding) die wertvollste Ressource im Entwicklungsprozess. Vor allem in Großfirmen verbringen die Mitarbeiter häufig mehr als den halben

Tag in Besprechungen. Probleme, und davon gleich eine ganze Menge, gibt es eigentlich immer an den Schnittstellen. Erwähnt seien die Schwierigkeiten im Prozess, in den Details und im Verborgenen (in Tools oder bei fehlender Transparenz). Die Probleme nehmen überhand, wenn Abteilungsgrenzen überschritten werden müssen. Dann gehen Übersicht und Transparenz am schnellsten verloren.

Um das zu verhindern, hat man sich eine genial einfache Visualisierung unter der Bezeichnung „Mission Control mit Gemba 2.0“ ausgedacht. Auf einem Tisch werden Becher in der Reihenfolge der Prozessschritte aufgestellt. Die Prozessnummer steht auf dem Becherboden, und unter dem Becher wird die Dauer des geplanten Prozessschritts notiert. Die Gesamtdurchlaufzeit ergibt sich durch Addition. Durch Rückrechnung erhält man die nötige Startzeit des Projekts. Die tägliche Viertelstunde am Visualisierungstisch für alle Beteiligten gibt es auch hier. In einer Variante und Erweiterung können mit weißen, schwarzen und roten Spielsteinen die Prozessqualität und die Ausschussrate dargestellt werden. Die Methode ersetzt viel Reporting. Jeder Betroffene kann auf einen Blick sogar im Vorübergehen die aktuelle Situation erkennen und muss niemand durch Rückfragen von der Arbeit abhalten.

Folge der Erfolgsspur

Zum Abschluss ein Blick in die Datenbeschaffung aus dem Bereich der Bionik, also darauf, wie die Natur es macht. Prof. Michael Herdy (inpro Innovationsgesellschaft für fortgeschrittene Produktionssysteme in der Fahrzeugindustrie mbH, Berlin) will Innovation in die Produktionsabläufe bringen und dabei von der Natur lernen. Die Daten für den kürzesten Weg vom Nest zur Futterstelle lernen Ameisen beispielsweise beim gleichnamigen Algorithmus mithilfe einer Pheromonspur. Für die schnellste Strecke benötigen die fleißigen Krabbeltiere am wenigsten Zeit, begehen die Route deshalb häufiger und verstärken so die hinterlassene Duftstoffmarkierung. Der Pfad mit der stärksten Pheromonkonzentration wird zur Ameisenstraße. Die Übertragung in die Welt der Technik fehlt noch, z.B. für die Intra-logistik in komplexen Fertigungsprozessen, aber der Fantasie sind (auch hier) keine Grenzen gesetzt. ■

Der Autor

Dipl.-Ing. Wolfgang Kircher ist freier Journalist und lebt in der Nähe von Stuttgart.

Service

Digitalversion

» Ein PDF des Artikels finden Sie unter www.kunststoffe.de/8078450