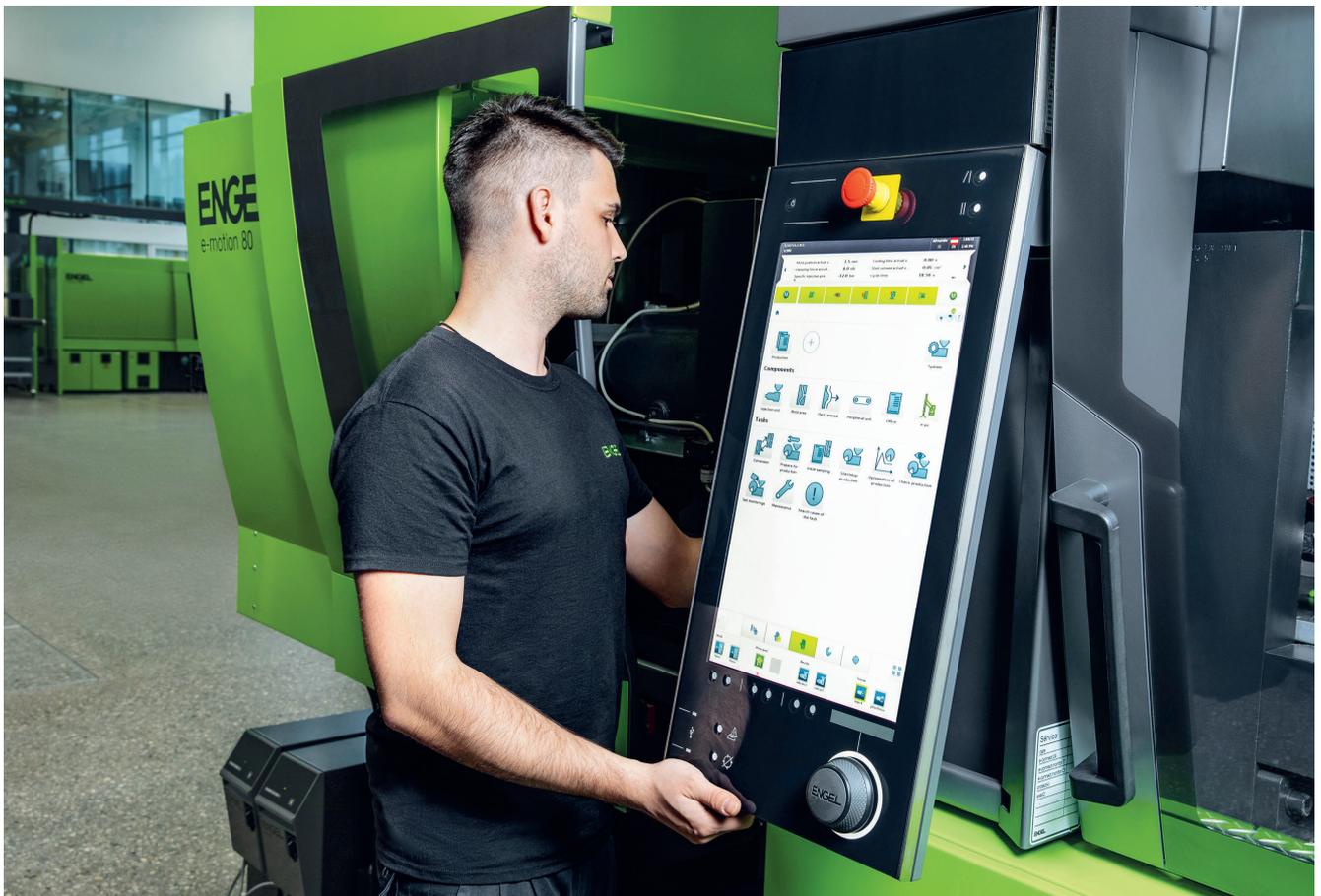


Prozessfenster und Qualität über Parameter-Limits einfach festlegen

Die Einstellparameter im Griff

Voraussetzung für einen stabilen Produktionsprozess und eine konstant hohe Produktqualität ist die richtige Einstellung sämtlicher Prozessparameter an der Spritzgießmaschine. Immer wieder passieren dabei aber auch Fehler. Das neue Feature *Parameter-Limits* von Engel schafft Abhilfe. Es unterstützt die Spritzgießer dabei, die Parameter innerhalb eines Prozessfensters konstant zu halten.



Mit dem neuen Feature *Parameter-Limits* können direkt in der Maschinensteuerung Toleranzbereiche für bis zu 150 Prozessparameter fest eingestellt werden. Eine Änderung der ausgewählten Sollwerte ist dann nur innerhalb des definierten Prozessfensters möglich. © Engel

Die Qualität der Bauteile entscheidet wesentlich über die Wettbewerbsfähigkeit eines Spritzgießerunternehmens. Dabei fordert eine moderne Interpretation des Qualitätsbegriffs einen ganzheitlichen Blick auf das Thema. Wichtig ist nicht nur die messbare Produktqualität des Bauteils, sondern zusätzlich eine integrierte Qualitätssicherung sowie ein umfassendes Qualitätsmanagement (Bild 1). Qualität steht für die Qualität aller Prozesse, die zur Herstellung des Bauteils führen, beginnend mit der Erhebung der Kundenanforderungen, der Bauteilent-

wicklung und Werkzeugkonstruktion über die Organisation der Produktionsprozesse bis zur kontinuierlichen Prozessoptimierung.

Der Zusammenhang zwischen Spritzgießprozess und Bauteilqualität ist physikalisch begründet. Die Komplexität dieses Prozesses erlaubt jedoch kaum einfache Korrelationen zwischen einzelnen Prozessparametern und den Qualitätskriterien des Bauteils. Zudem muss berücksichtigt werden, dass der laufende Spritzgießprozess von verschiedenen Faktoren beeinflusst wird. Hierzu gehö-

ren Schwankungen der Rohmaterial-eigenschaften, Verschleiß im Werkzeug und an der Spritzgießmaschine sowie Veränderungen der Umgebungsbedingungen [1]. Die Folgen sind Abweichungen, sowohl im Prozess als auch bei der Bauteilqualität. Dabei korrelieren in der Regel verschiedene Prozessparameter mit den Qualitätsdaten des Bauteils. Zum Beispiel wird der Verzug eines Bauteils unter anderem durch die Einspritzgeschwindigkeit, den Nachdruck, die Masstemperatur und die Werkzeugtemperatur bestimmt, und auch die Bauteil-

geometrie und das Material entscheiden darüber, wie stark sich die Prozesseinstellungen auf den Verzug des Bauteils auswirken.

Methoden, um eine konstant hohe Qualität sicherzustellen

Um beim Spritzgießen eine konstant hohe Qualität sicherzustellen, stehen verschiedene Methoden zur Verfügung. Die älteste ist die Kontrolle von definierten Qualitätskriterien am Bauteil. Für manche Anwendungen wird vom Kunden oder Gesetzgeber eine 100%-Kontrolle vorgeschrieben. Die Kontrolle des fertigen Bauteils ist zwar eine sehr zuverlässige Methode, hat aber zahlreiche Nachteile. So können nicht alle Aspekte der Bauteilqualität geprüft werden; zudem ist die Methode teuer, weil entweder eine aufwendige Automatisierung oder ein hoher Personalaufwand notwendig ist. Hinzu kommt, dass sich Qualitätsprobleme erst feststellen lassen, wenn bereits Schlechtheile produziert wurden, was sich nicht mit der Forderung nach einer nachhaltigen, energie- und ressourcenschonenden Produktion vereinbaren lässt.

Eine weitere Methode, die seit vielen Jahren eingesetzt wird, ist die Überwachung der Ist-Werte des Produktionsprozesses. Diese Methode ist kostengünstig, liefert schnell Informationen über die aktuelle Prozessqualität und ermöglicht es, die Zusammenhänge zwischen Spritzgießprozess und Bauteilqualität besser zu verstehen. Mit dem Prozessdatenprotokoll bietet zum Beispiel Engel hierfür eine seit vielen Jahren bewährte Möglichkeit. Ein Nachteil ist jedoch, dass sich auf diese Weise nur schwer ein quantitativer Bezug zwischen Prozess-Ist-Werten und Bauteilqualität herstellen lässt, da die Prozessparameter oftmals – und wenn, nicht linear – nicht mit der Bauteilqualität korrelieren [1, 2].

Zu den jüngeren Methoden zählt das aktive Ausgleichen von Prozessschwankungen durch die adaptive Regelung des Spritzgießprozesses. So bietet Engel mit dem Assistenzsystem *iQ weight control* die Möglichkeit, durch die Anpassung des Einspritzprofils, des Umschaltpunkts und des Nachdrucks das Schussgewicht von Zyklus zu Zyklus konstant zu halten. Auf diese Weise lassen sich Schwankungen der Rohmaterialeigen-

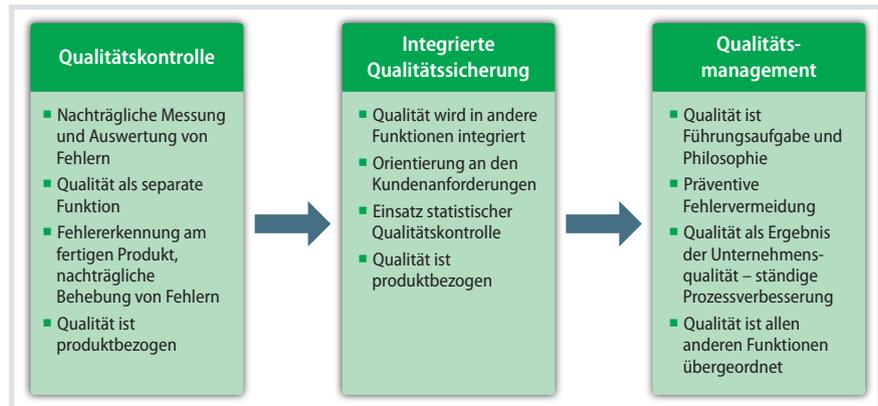


Bild 1. Entwicklung der Qualitätssicherung: Nach heutigem Qualitätsverständnis wird bereits im Produktionsprozess die Bauteilqualität abgesichert [3]. Quelle: Engel; Grafik: © Hanser

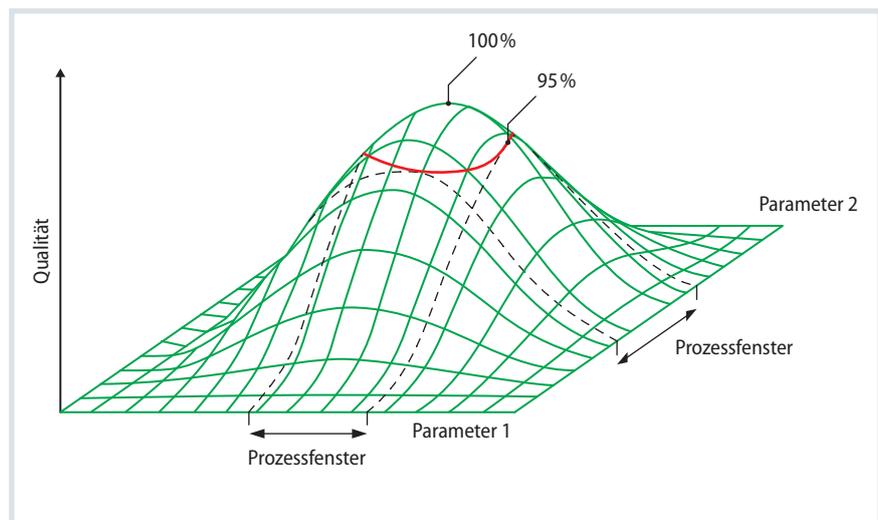


Bild 2. Die Grenzen, zwischen denen die Prozessparameter eingestellt werden, lassen sich aus den Qualitätsanforderungen des Bauteils ableiten. Quelle: [4]; Grafik: © Hanser

schaften und der Umgebungsbedingungen sowie Einflüsse durch den Werkzeug- und Maschinenverschleiß kompensieren [2].

Prozessausschuss zuverlässig vermeiden

Eine neue Methode zielt auf die Basis der Prozesseinstellung, die voreingestellten Sollwerte des Spritzgießprozesses. Sie stellt mithilfe des Features *Parameter-Limits* sicher, dass die Sollwerte zu jeder Zeit innerhalb eines definierten Prozessfensters liegen und damit auch die Qualitätskriterien des Bauteils die spezifizierten Grenzen nicht verlassen. Diese Methode kann einfach mit der Istwertüberwachung sowie der vollständigen Produktprüfung kombiniert werden.

Ein Prozessfenster beschreibt den Bereich, in dessen Grenzen der Prozess ablaufen muss, um die vom Kunden

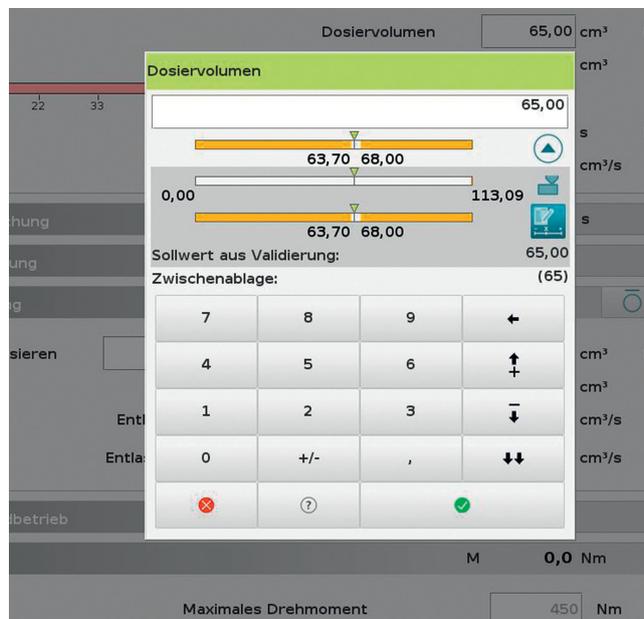
geforderte Bauteilqualität zu erzielen. Bei der Optimierung des Spritzgießprozesses werden die Sollwerte an der Spritzgießmaschine gesetzt, um möglichst nah an das Qualitätsoptimum (100%) zu gelangen (Bild 2). Die viel einfachere Methode wäre die Definition eines konkreten Prozesspunkts, jedoch hat sich dies als nicht praktikabel erwiesen. Durch kontinuierliche Veränderungen zum Beispiel im Rohmaterial und in den Umgebungsbedingungen müssen die Prozesswerte oftmals angepasst werden, um die Qualität sicherzustellen. Solange diese Anpassungen innerhalb eines Prozessfensters geschehen, können in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle die hohen Anforderungen an die Qualität gewährleistet werden.

Quantitativ kann der Zusammenhang zwischen Sollwerten und Bauteilqualität über eine statistische Versuchsplanung (DoE, Design of Experiment) »



Bild 3. Die ausgewählten Prozessparameter werden auf einer eigenen Seite in der CC300-Steuerung übersichtlich dargestellt. © Engel

Bild 4. Ist eine Änderung eines Sollwerts, zum Beispiel des Dosiervolumens, notwendig, wird dies dem Maschinenbediener über ein Dialogfenster angezeigt. © Engel



ermittelt werden. Dabei werden die Sollwerte einzelner Prozessparameter systematisch variiert und die resultierende Bauteilqualität erfasst. Über eine statistische Auswertung wird ermittelt, ab welchen Werten die Bauteilqualität nicht mehr der geforderten Spezifikation entspricht. In Bild 2 zum Beispiel ist dies der Fall, wenn die Qualitätskriterien unterhalb von 95% liegen. Das Prozessfenster ergibt sich dann aus dem unteren und oberen Sollwert eines Parameters, mit dem die geforderte Bauteilqualität noch erreicht wird.

Präzise Vermessung des Prozessfensters und der erlaubten Toleranz

In der Praxis wird bei der Konstruktion des Bauteils definiert, welche maßlichen Abweichungen tolerierbar sind, um die funktionalen und ästhetischen Anforderungen noch zu erfüllen. Darauf aufbauend wird das Spritzgießwerkzeug oftmals mit einer gewissen geometrie- und materialabhängigen Vorhaltung konstruiert, um den zu erwartenden Verzug auszugleichen. Ist der Verzug an einer Stelle des Bauteils ein kritisches Quali-

tätskriterium, wird in der DoE ermittelt, welche Parameter wie viel Einfluss darauf nehmen. Jene Parameter, die aufgrund der Erfahrung und des physikalischen Prozessverständnisses den größten Einfluss haben, werden systematisch variiert und die produzierten Bauteile vermessen. Daraus wird das Prozessfenster für die in der DoE betrachteten Parameter berechnet. Eine DoE ist das Herzstück einer Prozessvalidierung, wie sie zum Beispiel in der Medizintechnik vorgeschrieben ist und auch in anderen Branchen zunehmend gefordert wird.

Ist das Prozessfenster definiert, muss diese Information zum Produktionsstart an der Spritzgießmaschine verfügbar sein. Herkömmlicherweise liegen die Grenzwerte dem Bedienpersonal – wenn überhaupt – als Ausdruck oder in digitaler Form außerhalb der Steuerung der Spritzgießmaschine vor. Nicht immer ist es dem Maschinenbediener bewusst, wo die Grenzen des Prozessfensters aktuell liegen. So kann es trotz der aufwendigen Vorarbeit vorkommen, dass über längere Zeit unbemerkt Ausschuss produziert wird.

Engel hat als Lösung hierfür das Feature *Parameter-Limits* entwickelt, um das Prozessfenster direkt an der Spritzgießmaschine einzugeben und sicherzustellen, dass die Grenzwerte beim Bedienen der Maschine in der Produktion sicher eingehalten werden. Für bis zu 150 individuell auswählbare Prozessparameter kann mithilfe der Software im CC300-Bedienpanel der Engel-Spritzgießmaschinen ein Prozessfenster festgelegt werden. In Frage kommen alle numerischen Prozessparameter, deren Sollwerte der Maschinenbediener verändern kann.

Alle ausgewählten Parameter werden dem Maschinenbediener auf einer Übersichtsseite angezeigt (**Bild 3**). Sie sind analog zu den Phasen des Spritzgießprozesses in vier Gruppen gegliedert, wobei individuelle Gruppen hinzugefügt werden können. Zu jedem Parameter wird der aktuell eingestellte Sollwert angezeigt. Zudem wird der aus der Prozessoptimierung bzw. -validierung erhaltene Wert eingetragen, bei dem die bestmögliche Bauteilqualität erzielt wurde. Dieser Wert dient als Referenz für die erlaubten Abweichungen, die als absolute oder prozentuale Toleranz eingetragen werden. Alternativ lassen sich direkt ein

oberer und unterer Grenzwert eingeben, wonach die Toleranz automatisch berechnet wird. Somit hat der Bediener das gesamte Prozessfenster, die aktuell eingestellten Werte sowie den dazugehörigen Referenzwert im Blick.

Prozessfenster im Einstelldatensatz speichern

Das Feature lässt sich über das Setzen eines Häkchens leicht aktivieren. Die Prozessparameter können dann nicht mehr auf einen Wert außerhalb des Prozessfensters gesetzt werden. Alle getroffenen Einstellungen werden im Teiledatensatz gespeichert. So stehen die Prozessfenster beim erneuten Rüsten des Werkzeugs in der Spritzgießmaschinensteuerung sofort wieder zur Verfügung.

Parameter-Limits kann nur von autorisiertem Personal aktiviert bzw. deaktiviert werden. Damit verknüpft das Feature die Qualität der Produktionsorganisation mit der Qualität des Bauteils. Ist es aktiviert und die Änderung eines Soll-

werts notwendig, wird dem Maschinenbediener über ein Dialogfenster der Bereich angezeigt, in dem der Sollwert geändert werden kann (**Bild 4**). Änderungen des Prozessfensters sind ebenfalls nur durch autorisiertes Personal möglich.

Die Steuerungsfunktion überwacht die Einstellung von Sollwerten und reduziert das Risiko von Bedienfehlern. Damit trägt sie dazu bei, die Produktion von Ausschuss zu verhindern und energie- und ressourcenschonend zu arbeiten, insbesondere dann, wenn die Sicherstellung des Prozessfensters mit einer Istwert-Überwachung über das Prozessdatenprotokoll kombiniert wird.

Mit *Parameter-Limits* bietet Engel eine weitere Möglichkeit, die Bauteilqualität über die Prozessqualität abzusichern und mit der Qualität der Produktionsorganisation zu verbinden. Die Qualität des Spritzgießprozesses bildet einen Schwerpunkt der Entwicklungsarbeit von Engel, was auf der K 2022 im Oktober in Düsseldorf einmal mehr deutlich werden wird. ■

Info

Text

Dr. Ruth Markut-Kohl ist Teamleiterin in der Entwicklung smart production bei der Engel Austria GmbH in Schwertberg/Österreich; ruth.markut-kohl@engel.at

Dipl.-W.-Ing. (BA) Hannes Fritz leitet das Produktmanagement Steuerung bei Engel; hannes.fritz@engel.at

Dr. Johannes Kilian ist Bereichsleiter der Entwicklung Prozesstechnologien bei Engel; johannes.kilian@engel.at

Literatur & Digitalversion

Das Literaturverzeichnis und ein PDF des Artikels finden Sie unter

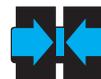
www.kunststoffe.de/onlinearchiv

English Version

Read the English version of the article in our magazine *Kunststoffe international* or at www.kunststoffe-international.com

» WORLD LEADING EXPERTISE IN POLYURETHANE AND A GLOBAL NETWORK 100% COMMITTED TO OUR CUSTOMERS

Hennecke
GROUP



» FASCINATION PUR
WORLDWIDE

Come and
meet us at

28 - 30 June 2022
FOAM EXPO
NORTH AMERICA
Michigan, USA



» METERING MACHINES
» SANDWICH PANEL LINES

» COMPOSITES & ADVANCED APPLICATIONS
» SLABSTOCK LINES

» RAW MATERIAL STORAGE & BLEND SYSTEMS
» TECHNICAL INSULATION LINES

» MOLDED FOAM LINES
» ROLL FORMING LINES
» 360° SERVICE