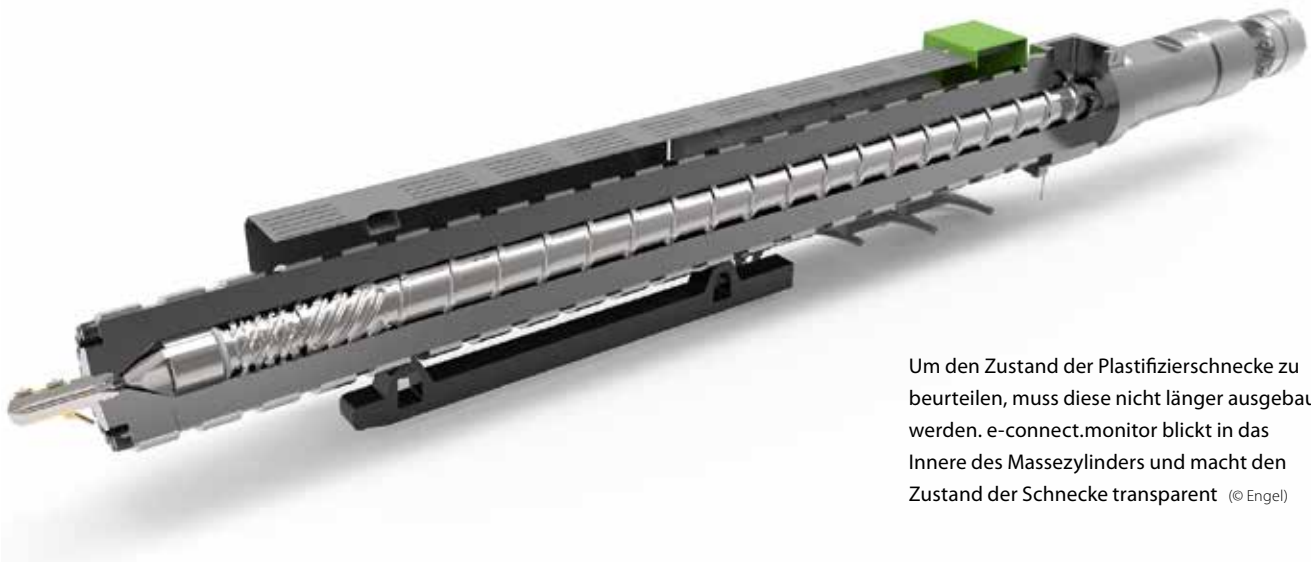


Ungeplante Stillstände vermeiden

Zustandsbasierte prädiktive Instandhaltung an Spritzgießmaschinen

Instandhalter müssen täglich eine hohe Verfügbarkeit der Fertigungsanlagen garantieren und gleichzeitig die Kosten für Wartungsarbeiten und das Einlagern von Ersatzteilen reduzieren. Mit der zunehmenden Vernetzung von Produktionssystemen und der systematischen Nutzung von Maschinendaten eröffnet ihnen Industrie 4.0 neue Chancen. Für Spritzgießmaschinen hat Engel auf der K2016 eine erste Lösung für die zustandsbasierte, prädiktive Instandhaltung einzelner Maschinenkomponenten vorgestellt.



Um den Zustand der Plastifizierschnecke zu beurteilen, muss diese nicht länger ausgebaut werden. e-connect.monitor blickt in das Innere des Massezylinders und macht den Zustand der Schnecke transparent (© Engel)

Spritzgießmaschinen gleichen im laufenden Betrieb bislang einer Black Box. Der Zustand der prozess- und qualitätskritischen Maschinenkomponenten ist dem Maschinenbediener unbekannt. Um böse Überraschungen zu vermeiden, werden in einigen Betrieben verschleißanfällige Komponenten turnusmäßig ausgetauscht. Auf diese Weise lassen sich ungeplante Anlagenstillstände vermeiden, die für den Austausch notwendige Stillstandszeit minimieren und Kollateralschäden an umliegenden Maschinenteilen ausschließen. Hierfür nimmt der Anlagenbetreiber aber große Nachteile in Kauf. Da der Austausch früher als tatsächlich notwendig erfolgt, steigen die Instandhaltungskosten und die Verfügbarkeit sinkt.

Die neue von der Engel Austria GmbH mit Stammsitz in Schwertberg/Österreich entwickelte Lösung e-connect.monitor

macht es dagegen möglich, die Lebensdauer der Maschinenkomponenten vollständig auszunutzen und dennoch Stillstandszeiten exakt zu planen. Dafür prüft das System den Zustand der prozesskritischen Komponenten im laufenden Betrieb und ermittelt eine verlässliche Restlebensdauer. Als Folge steigt die Verfügbarkeit der Anlage und die Instandhaltungskosten sinken. Mit der neuen Lösung erweitert Engel sein „inject 4.0“-Programm im Bereich smart service und setzt auf dem Weg zur intelligenten Fabrik einen weiteren Meilenstein. Das System ist derzeit das einzige im Markt, das die zustandsbasierte, prädiktive Instandhaltung von Spritzgießmaschinenkomponenten erlaubt. In einem ersten Schritt hat Engel auf der K2016 zwei Module der neuen Lösung vorgestellt: eines für die Überwachung von

Plastifizierschnecken und eines für die Online-Überwachung von Kugelgewindetrieben.

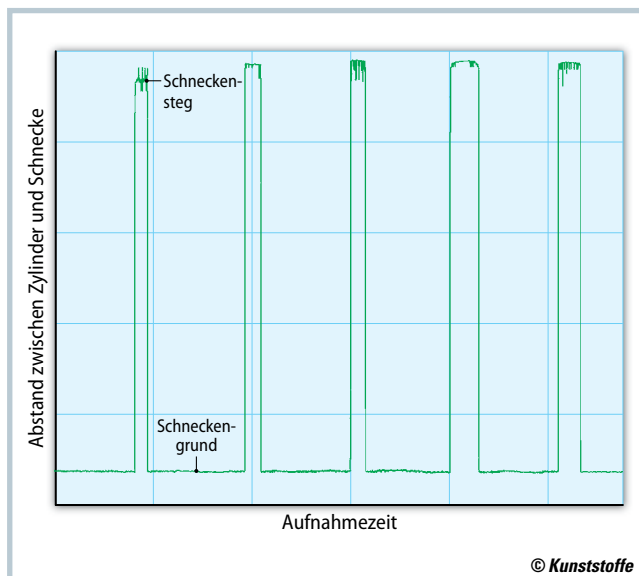
Lebensdauer von Schnecken maximal ausnutzen

Plastifizierschnecken in Spritzgießmaschinen werden mechanisch stark beansprucht. Obwohl Werkstoff, Oberflächenbehandlung und Geometrie der Schnecken exakt auf die zu verarbeitenden Kunststoffe abgestimmt werden, unterliegen sie Verschleiß und haben eine kürzere Lebensdauer als die Maschine. Um ihren Zustand zu beurteilen, müssen sie bislang in einem langwierigen Prozess ausgebaut werden. Das heißt, die Produktion wird unterbrochen, die Maschine abgekühlt, der Flansch demontiert und die Schnecke gezogen. Bei großen Spritz- ➤

Bild 1. Das neue Messsystem lässt sich sehr einfach außen am Massezylinder installieren, wie hier bei Praher Plastics Austria an einer Holmlosmaschine mit 5000 kN Schließkraft (© Engel)



Bild 2. Per Ultraschall wird der Abstand zwischen der Schnecke und dem Massezylinder (Zylinderwand: oben) gemessen. Die periodischen Einbrüche im Diagramm entsprechen dem Schneckenprofil. Zu erkennen sind die Schneckenstege und der Schneckengrund (Quelle: Engel)



gießmaschinen erfordert diese Prozedur eine Produktionsunterbrechung von bis zu zwei kompletten Arbeitstagen.

Um diesen Aufwand einzusparen, hat Engel auf Basis modernster Sensortechnik ein Messsystem entwickelt, das sich sehr einfach außen am Massezylinder installieren lässt (**Bild 1**). Es arbeitet mit Ultraschall und benötigt deshalb keinen direkten Kontakt mit der Schnecke. Die Schallwellen und deren Reflexionen können die Zylinderwand und die Kunststoffschmelze ungestört passieren. Gemessen wird der Abstand zwischen dem Schneckensteg und der Innenwand des Massezylinders, der mit zunehmender Fertigungsdauer größer wird und einen bestimmten Wert nicht überschreiten darf (**Bild 2**). Der Toleranzwert hängt von den Anforderungen des Spritzgussteils, dem verwendeten Material und auch der Oberflächenausführung der Schnecke ab. Generell gilt, dass der Abrieb am Schneckensteg die

Verschleißart ist, die die Qualität des Spritzgießprozesses am meisten beeinträchtigt.

Die Messung wird von einem Engel-Servicetechniker durchgeführt, der unmittelbar vor Ort die Qualität der Messsignale beurteilt und die Messung gezielt



Bild 3. Das Erheben der Daten – hier bei Schöfer an einer Engel duo 16050/1700 mit einer 135-mm-Schnecke – dauert nur wenige Minuten. Die Messergebnisse werden automatisch ausgewertet (© Engel)

beendet, sobald valide Daten vorliegen (**Bild 3**). Insgesamt dauert das Erheben der Daten nur wenige Minuten. Die Messergebnisse werden über eine sichere Datenverbindung zu Engel übertragen und dort mithilfe eigens dafür entwickelter mathematischer Modelle automatisch ausgewertet und interpretiert. Zukünftig werden die Ergebnisse der Auswertung dem Verarbeiter über das Kundenportal e-connect online zur Verfügung stehen. Wird der Zustand der Schnecke in regelmäßigen Abständen überprüft, kann das System anhand des Abriebs innerhalb eines definierten Zeitraums die Restlebensdauer der Schnecke berechnen.

In welchem Zeitintervall gemessen wird, hängt von der Art der Anwendung ab. Ausschlaggebend ist vor allem das zu verarbeitende Material. Glasfasergefüllte Typen zum Beispiel führen in der Regel deutlich schneller zu Verschleiß als etwa ein Standard-Polypropylen und erfordern deshalb kürzere Intervalle. Zu den weiteren Faktoren, die den Verschleiß beeinflussen, zählt unter anderem die Zykluszeit.

Die Prognose der Restlebensdauer erlaubt es dem Maschinenbetreiber, die Schnecke zum optimalen Zeitpunkt zu tauschen. Er kann die neue Schnecke rechtzeitig bestellen und genau zum geplanten Austauschtermin liefern lassen. Auf diese Weise verkürzt e-connect.monitor die Stillstandszeit und macht ein hausinternes Ersatzteillager überflüssig. Langfristig unterstützt die regelmäßige Zustandsüberwachung sogar die Prozessoptimierung, weil über die Auswertung der Verschleißparameter kritische Prozesseinstellungen, die den Verschleiß bestimmter Komponenten beschleunigen,



Bild 4. Die Sechs-Wege-Rückspülventile aus ABS werden bei Praher in hohen Stückzahlen produziert, weshalb der Zustand der Schnecke regelmäßig kontrolliert wird (© Engel)

erkannt und durch entsprechende Prozessanpassungen vermieden werden können.

Schon vor der Markteinführung in der Praxis bewährt

Wie viele Produkte und Lösungen von Engel basiert auch e-connect.monitor auf der engen Zusammenarbeit des Systemlieferanten mit seinen Kunden. Schon lange vor der Markteinführung hat Engel das System im Praxiseinsatz getestet und weiter optimiert. Zu den Entwicklungspartnern gehören die Praher Plastics Austria GmbH und die Schöfer GmbH, die beide in unmittelbarer Nähe zum Engel-Stammwerk in Schwertberg/Österreich ihren Hauptsitz haben.

Ein bedeutender Geschäftsbereich von Praher ist die Herstellung von anspruchsvollen Armaturen, Schwimmbadventilen und Fittings aus ABS, PVC, PP, PP-GF und PVDF. Das Schnecken-Modul des prädiktiven Wartungssystems wurde auf verschiedenen Engel-Maschinen installiert, darunter eine 5000-kN-Holmlosmaschine mit einer 90-mm-Schnecke, auf der Sechs-Wege-Rückspülventile aus ABS für Sandfilteranlagen in Schwimmbädern und Schmutzwasseraufbereitungsanlagen produziert werden (Bild 4). Die Ventile müssen unter sehr rauen Bedingungen zuverlässig funktionieren. Zudem stellt das Bauteil aufgrund der wechselnden Wanddicken hohe Anforderungen an die Präzision der Spritzgießmaschinen.

Die Ventile werden in hohen Stückzahlen produziert, weshalb der Zustand der Schnecke regelmäßig kontrolliert wird. „Früher mussten wir die Schnecke mit großem Zeitaufwand und Maschinenstehzeit ausbauen“, berichtet Wilhelm Raber, Leiter Spritzgießtechnik und Fertigung bei Praher (Bild 5). „Jetzt dauert die Messung nur 15 Minuten und wir müssen die Maschine nicht herunterfahren. Das heißt, wir können öfter einen Blick auf die Schnecke werfen und haben mehr Sicherheit.“ Im Rahmen der Entwicklungskooperation mit Engel wurde zunächst über ein Jahr lang alle acht Wochen der Schneckenzustand erfasst. „Bei Problemen im Prozess können wir jetzt aufgrund der engen Kontrollintervalle Verschleiß als Ursache ausschließen“, so Raber. „Das kann die Fehlersuche deutlich beschleunigen.“

Mit Fokus auf die Automobilindustrie hat sich Schöfer auf besonders hochwertige Oberflächen spezialisiert und verarbeitet dabei ein breites Materialspektrum von ABS über PP und PA bis zu PMMA und PC. „Wir sind nur wenige Autominuten von Engel entfernt und genießen deshalb einen besonders schnellen Ersatzteilservice“, so Josef Fröschl, Betriebsleiter bei Schöfer (Bild 6). Kritisch für die Anlagenverfügbarkeit ist bei Schöfer vor allem, dass sehr individuelle Schneckengeometrien benötigt werden. „Bei speziellen Dimensionen kommt es vor, dass die Schnecke eigens produziert werden muss. Wenn wir mit e-connect.monitor jetzt die Restle- »



Bild 5. „Bei Problemen im Prozess können wir aufgrund der regelmäßigen Schneckenkontrolle Verschleiß als Ursache rasch ausschließen“, sagt Wilhelm Raber, Leiter Spritzgießtechnik und Fertigung von Praher Plastics Austria (© Praher)



Bild 6. „Wenn wir mit e-connect.monitor die Restlebensdauer unserer Schnecken prognostizieren können, ergibt sich für Engel und uns eine Win-Win-Situation“, sagt Josef Fröschl, Betriebsleiter bei Schöfer (© Schöfer)

bensdauer unserer Schnecken prognostizieren können, ergibt sich also eine Win-Win-Situation. Sowohl Engel als auch wir können besser planen. Außerdem ersparen wir uns Stresssituationen durch ungeplante Anlagenstillstände.“

Die beiden Testanwender Praher und Schöfer haben angekündigt, auch nach Abschluss der Testreihen den Zustand der Schnecken mithilfe des e-connect.monitor-Moduls regelmäßig überprüfen zu wollen. Sie werden für die neue Lösung auch weiterhin als Entwicklungspartner mit Engel zusammenarbeiten.

Zustand von Spindeln online im Auge behalten

Das prädiktive Wartungssystem eignet sich nicht nur für Verschleißteile, sondern kann auch die Überwachung anderer kritischer Kernkomponenten einer Spritzgießmaschine unterstützen. Neben dem Modul für Schnecken wurde auf der K ein Modul für Kugelgewindtriebe (Spindeln) vorgestellt, die das Herz einer elektrischen Spitzgießmaschine bilden. Die Spindeln setzen axiale in radiale Bewegungen um und umgekehrt. Da pro Maschine mehrere Spindeln arbeiten und der Ausfall einer einzigen die komplette Anlage stilllegt, wird der Zustand der Kugelgewindtriebe im Gegensatz zu den Plastifizierschnecken kontinuierlich überwacht.

Hierfür stehen verschiedene Methoden zur Verfügung. Unter anderem werden Temperaturen, Frequenzen und Leistungsdaten ermittelt und analysiert. Diese Daten werden über einen Fusionie-

rungsalgorithmus zu einem Schädigungsindikator miteinander verknüpft (**Bild 7**), um eine belastbare Aussage über den Zustand der Spindeln zu erhalten. Der Schädigungsindikator verhält sich invers proportional zur Restlebensdauer. Je höher der Indikatorwert, desto geringer ist die Restlebensdauer der Spindel. Durch die Anbindung an das Kundenportal e-connect kann das System den Anwender in Zukunft direkt benachrichtigen, sollte eine Spindel einen kritischen Zustand erreichen. Auf Wunsch wird sich die Software so programmieren lassen, dass die Alarmmeldung automatisch eine Ersatzteilbestellung auslöst und einen Servicetechniker bucht.

Smarte Prozesse für mehr Produktivität, Effizienz und Qualität

Ziel von Industrie 4.0 ist die intelligente Fabrik, in der alle Fertigungsmaschinen und deren Komponenten miteinander kommunizieren und sich kontinuierlich selbst optimieren. In der Folge steigen die Produktivität, Effizienz, Qualität und Flexibilität der Fertigung deutlich an. Drei Bereiche stehen dabei im Fokus: Maschine, Produktion und Service. Für alle drei Bereiche hat Engel unter dem Namen inject 4.0 bereits heute ein breites Spektrum an Produkten und Lösungen im Programm und entwickelt diese kontinuierlich weiter. Im Bereich „smart service“ bietet Engel mit e-connect.monitor ab sofort einen nachhaltigen Mehrwert für seine Kunden. Beide auf der K vorgestellten Module sind zum Patent angemeldet. Weitere Module sind in Planung. ■

Die Autoren

Dipl.-Ing. Dr. Gerhard Dimmler ist Leiter Forschung und Entwicklung Produkte bei der Engel Austria GmbH, Schwertberg/Österreich; gerhard.dimmler@engel.at

Paul Kapeller, BSc MSc, ist Produktmanager inject 4.0 bei Engel; paul.kapeller@engel.at

Dipl.-Ing. Dr. Johannes Kilian leitet die Entwicklung der Simulation und Regelungstechnik bei Engel; johannes.kilian@engel.at

Dipl.-Ing. Dr. Reimar Pfeil arbeitet in der Entwicklung Regelungstechnik bei Engel; reimar.pfeil@engel.at

Dipl.-Ing. (FH) Christoph Schönegger leitet die „inject 4.0“-Entwicklung bei Engel; christoph.schoenegger@engel.at

Service

Digitalversion

➤ Ein PDF des Artikels finden Sie unter www.kunststoffe.de/1980013

English Version

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

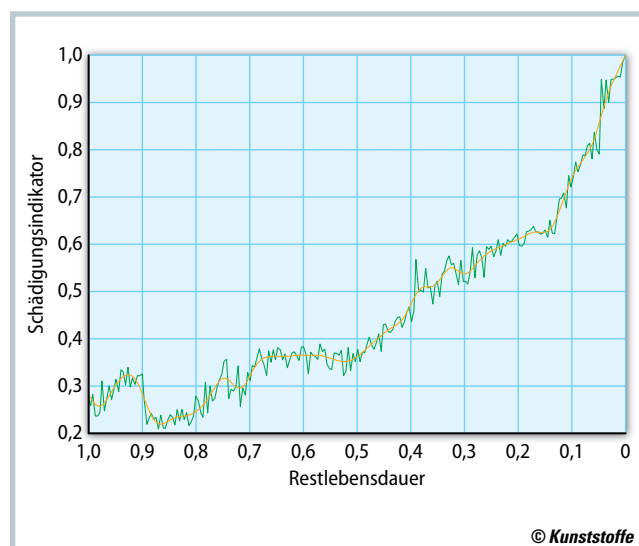


Bild 7. Mithilfe mathematischer Modelle ermittelt e-connect.monitor auf Basis bestimmter Schädigungsindikatoren die Restlebensdauer der Spindel

(Quelle: Engel)