

# Linearroboter mit Hirn

## Neue Software von Engel kompensiert externe Einflüsse beim Spritzgießhandling

In der smarten Fabrik der Zukunft optimieren sich die einzelnen Komponenten der Fertigungszellen kontinuierlich selbst; die dezentrale Intelligenz ist ein Kernmerkmal von „Industrie 4.0“. In der Spritzgießverarbeitung stehen dabei nicht nur die einzelnen Spritzgießmaschinen im Fokus, sondern die gesamten Produktionszellen inklusive Automatisierungseinrichtungen. So kann eine neue Generation von Linearrobotern Störungen, die von außen einwirken, in Echtzeit kompensieren.



Wenn auch von außen nicht zu erkennen, haben die Linearroboter der Baureihe Engel viper einen deutlichen Leistungssprung vollzogen. Der Schlüssel: ausgeklügelte Software und Sensorik (© Engel)

Mit der Markteinführung der Linearrobotergeneration Engel viper (**Titelbild**) vor sieben Jahren hat der Spritzgießmaschinenbauer Engel Austria GmbH, Schwertberg/Österreich, bereits die Weichen in Richtung smarter Fabrik gestellt. Mechanisch und antriebstechnisch optimiert, mit Feldbuskommunikation bis zu den Sensoren am Übernahmekopf und einem integrierten Datenmanagement für Roboter und Spritzgießmaschine bringen sie die optimalen Voraussetzungen für die Integration intelligenter Software mit. Ziel ist es, das Potenzial der Fertigungsze-

len auszuschöpfen und den Nutzwert für den Anwender weiter zu erhöhen.

### *Schneller positionieren für kürzere Zykluszeiten*

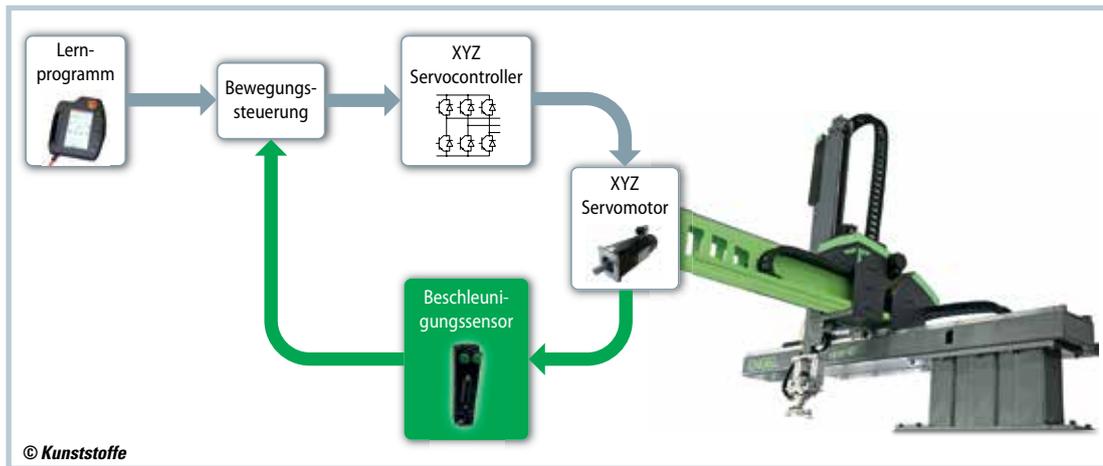
Drei Software-Module machten 2009 den Anfang. Sie sorgen dafür, dass die Roboter auch bei langen Achsmaßen ihre Bewegungen und Dynamikwerte im Sinne einer maximalen Gesamteffizienz optimieren. Das Modul „vibration control“ berechnet die für die jeweilige Traglast und die jeweilige Handlingaufgabe zu erwar-

tende Eigenschwingung und kompensiert diese in Echtzeit.

Mit der Neuentwicklung „active vibration control“ geht Engel noch einen Schritt weiter. Die Steuerung kann damit auch Schwingungen eliminieren, die aus äußeren Einflüssen resultieren. Im Ergebnis erreicht der Roboter deutlich schneller eine stabile Endposition, was in vielen Anwendungen die Zykluszeit verkürzt. Besonders groß ist der Zykluszeitgewinn, wenn Inserts platziert oder Vorspritzlinge umgesetzt werden. In beiden Fällen hat die aktive Schwingungskompensation direkten Einfluss auf die Zykluszeit.

Aufgrund seiner Leichtbauweise und seiner hohen Traglastfähigkeit ist jeder Roboter des Typs Engel viper ein fast ungedämpftes System. Wird die Mechanik in Schwingung versetzt, klingt diese nur sehr langsam ab. Je nach Baugröße kann dies einige Sekunden dauern. Gründe dafür sind externe Kräfte, die von Auswerferbewegungen oder über die Befestigung des Roboters von anderen Komponenten in der Fertigungszelle übertragen werden. Zusätzlich versetzen auch Bewegungen der Handachse oder der pneumatischen Zylinder den Roboter in Schwingung. Bei einfachen „Pick and place“-Anwendungen mit kleineren Robotern ist aufgrund der starren und robusten Bauweise in der Regel keine Schwingungskompensation erforderlich. Bei großen Traglasten und langen Achsen ist das Optimierungspotenzial jedoch beträchtlich.

Der Schlüssel, um auch externe, nicht durch die Roboterbewegung verursachte Schwingungen effizient zu dämpfen,



**Bild 1.** Closed Loop Control: Ein 3D-Beschleunigungssensor erfasst die Dynamik des Vertikalarms und führt die Messwerte in die Steuerung zurück (Quelle: Engel)

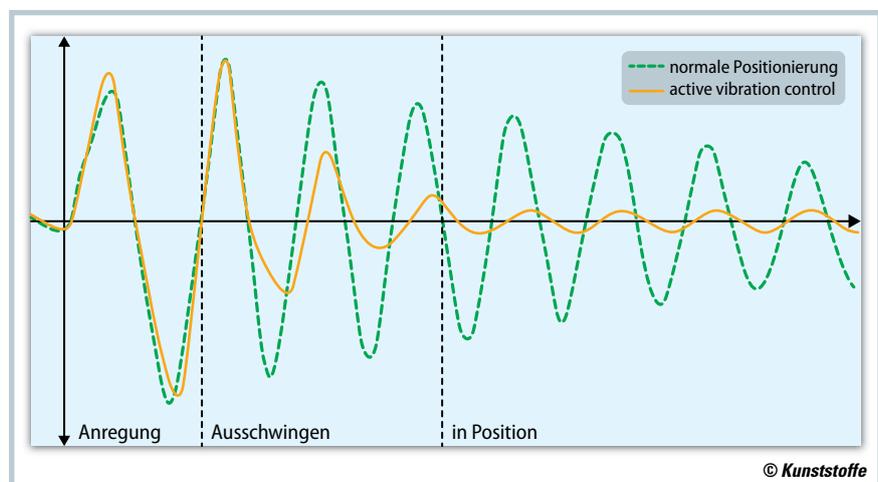
liegt im Einsatz von 3D-Beschleunigungssensoren. Diese erfassen die Dynamik des Vertikalarms und führen die Messwerte in die Steuerung des Linearroboters zurück (**Bild 1**). Dort werden die Bewegungen neu berechnet, um in einem geschlossenen Regelkreis die Schwingungen des Endpunkts durch eine dämpfende Gegenbewegung zu minimieren.

### 3D-Beschleunigungssensoren ermöglichen effiziente Dämpfung

Rund 90% aller durch externe Einflüsse verursachten Auslenkungen werden dank „active vibration control“ innerhalb von nur einer Eigenschwingung eliminiert (**Bild 2**). Je nach Anwendung und Größe des Roboters benötigt das System dafür lediglich einen Sekundenbruchteil. Ohne diese Funktion dauert dieser Prozess um mindestens den Faktor 10 länger. Da die Eigenfrequenz des Roboters von der vertikalen Position des Greifers abhängt und sich nicht linear verhält, ist es wichtig, dass die Schwingungskompensation über die gesamte dynamische Phase aktiv ist.

Für die Integration der Sensortechnik entwickelte Engel einen Sensor mit Feldbus-Anbindung, der am Ende der vertikalen Achse montiert ist. Der Sensor enthält zwei einzelne Beschleunigungssensoren mit unterschiedlichen Orientierungen. Diese Redundanz verhindert Ausfälle und steigert die Verfügbarkeit des Roboters.

Auf der Fakuma 2015 stellte Engel das neue Modul erstmals vor. Die Greifer eines Engel viper 40 Doppelroboters hielten eine Hülse und einen dazu passenden Kern. Mehrfach hintereinander haben die beiden Roboter auf einer gemeinsamen Z-Achse die beiden Teile inei-



**Bild 2.** Durch „active vibration control“ können nahezu beliebige Anregungen innerhalb kürzester Zeit – sowohl im Stillstand als auch in der Bewegung – gedämpft werden. Ein Bruchteil einer Sekunde reicht bei Großgeräten aus, um die Schwingung bis auf eine kaum wahrnehmbare Restbewegung zu eliminieren (Quelle: Engel)

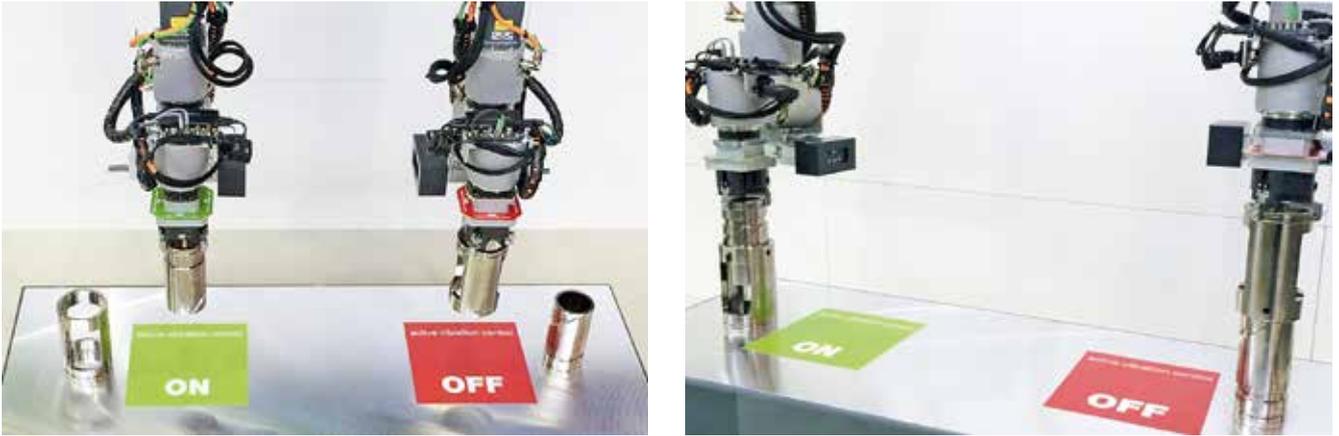
einander gedreht und wieder voneinander getrennt. Dabei war nur an einem der Roboter die Schwingungskompensation aktiv, um die Leistungssteigerung durch das neue Software-Modul deutlich zu machen. Der mit „active vibration control“ arbeitende Roboter erreichte schneller eine stabile Endposition und verkürzte damit die Zykluszeit deutlich (**Bild 3**).

Während das Messexponat das sichere Handling zweier sich nicht berührender Teile demonstrierte, kommt es in der Praxis häufig zur Berührung – zum Beispiel beim Einlegen, Aufnehmen und Ablegen. Für den Roboter bedeutet dies, dass während des Kontakts in eine bestimmte Richtung keinerlei Überspringen möglich ist. Mit aktiviertem Vibrationschutz erkennt der Handlingroboter selbstständig solche Situationen und schützt damit seine eigene Mechanik sowie das Werkzeug und die Peripherie.

### Zu erwartende Zykluszeit vorab kalkulieren

Mit der Überarbeitung seiner Linearroboterbaureihe hat Engel nicht nur die Positioniergeschwindigkeit erhöht, sondern insgesamt die Leistung und Effizienz gesteigert. Die Roboter können jetzt ihre Dynamik noch besser automatisch an die reale Gewichtsbelastung anpassen. Die Funktion „efficiency control“ berücksichtigt zudem den Zyklus des Spritzgießprozesses. Das Bewegungsprofil wird bereits im ersten Zyklus vollautomatisch angepasst, im Laufe des nachfolgenden Zyklus werden die Einstellungen verfeinert. Bereits nach dem zweiten Zyklus erreichen die Roboter die für den Spritzgießprozess jeweils optimale Dynamik.

Dabei ergibt sich die absolute Geschwindigkeit nicht nur aus der tatsächlichen Traglast; auch die Hublänge, die »



**Bild 3.** Auf der Fakuma 2015 wurde das neue Modul zum ersten Mal präsentiert. Der Roboter mit „active vibration control“ erreichte wesentlich früher eine stabile Endposition und konnte seine Handlingaufgabe – das Aufnehmen der außen platzierten Hülse – in kürzerer Zeit erledigen als der Roboter mit deaktivierter Schwingungskompensation (© Engel)

## Die Autoren

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

**Dipl.-Ing. Wolfgang Höglinger** leitet die Produktentwicklung Roboter bei Engel Austria in Dietach/Österreich; wolfgang.hoeglinger@engel.at

**Dipl.-Ing. Dr. Johannes Kilian** ist Entwicklungsleiter Simulation und Regelungstechnik bei Engel Austria in Schwertberg; johannes.kilian@engel.at

## Service

### Digitalversion

» Ein PDF des Artikels finden Sie unter [www.kunststoffe.de/1327541](http://www.kunststoffe.de/1327541)

### English Version

» Read the English version of the article in our magazine *Kunststoffe international* or at [www.kunststoffe-international.com](http://www.kunststoffe-international.com)

Motortemperatur und der Zeitpunkt innerhalb der Ablaufsequenz werden berücksichtigt. Das Entformen erfolgt immer in Maximalgeschwindigkeit, weil dieser Prozess unmittelbar zykluszeitbestimmend ist. Bei langen Kühlzeiten aber verlangsamt der Roboter die Bewegungen, die außerhalb des Werkzeugraums stattfinden.

Letzten Endes zählt für den Anwender nur die Zykluszeit und nicht die Geschwindigkeit und Dynamik des Roboters. Mithilfe des Zykluszeitkalkulators der CC300-Steuerung der Engel-Spritzgießmaschinen lässt sich für jede Anwendung bereits im Vorfeld sehr genau die zu erwartende Gesamtzykluszeit berechnen. Dies ist möglich, weil die RC300-Steuerung der Engel-viper-Linearroboter als ein Teilsystem vollständig in die Steuerung CC300 integriert ist.

Die automatische Optimierung der Roboterdynamik erzielt nicht nur minimale Zykluszeiten, sondern sie erhöht gleichzeitig die Energieeffizienz und schont die mechanischen Roboterkomponenten, sodass insgesamt längere Standzeiten erreicht werden. Im Rahmen einer vorausschauenden Instandhaltung lassen sich die Wartungsintervalle verlängern und die Verfügbarkeit erhöhen.

Auf der Fakuma 2015 fiel der Startschuss für die neue aktive Schwingungskompensation. Seither wird „active vibration control“ sukzessive für die Baugrößen 20 bis 120 ausgerollt. Bis 2017 werden auch die größten Roboter der Baureihe Engel viper mit maximalen Traglasten von 120 kg mit dieser Funktion verfügbar sein. Das Softwaremodul konfiguriert sich jeweils selbst und passt sich neuen Gegebenheiten, wie veränderten Traglasten, automatisch an, was die Bedienung des Gesamtprozesses wesentlich vereinfacht.

### *Einsatz von Sensoren bereitet weiteren intelligenten Features den Weg*

Die Sensorik eröffnet für die weitere Roboterentwicklung neue Möglichkeiten. Wird der Roboter-Endpunkt regelungstechnisch stabil gehalten, lassen sich in Zukunft noch größere Roboter bauen und noch höhere Traglasten bewegen, selbst wenn die Roboter schlanker und leichter konstruiert werden. Den größten Nutzen aber bietet eine intelligent ausgelegte Sensorik. Sie bereitet durch vielfältige Vernetzungs- und Steuerungsoptionen der smarten Fabrik den Weg. ■