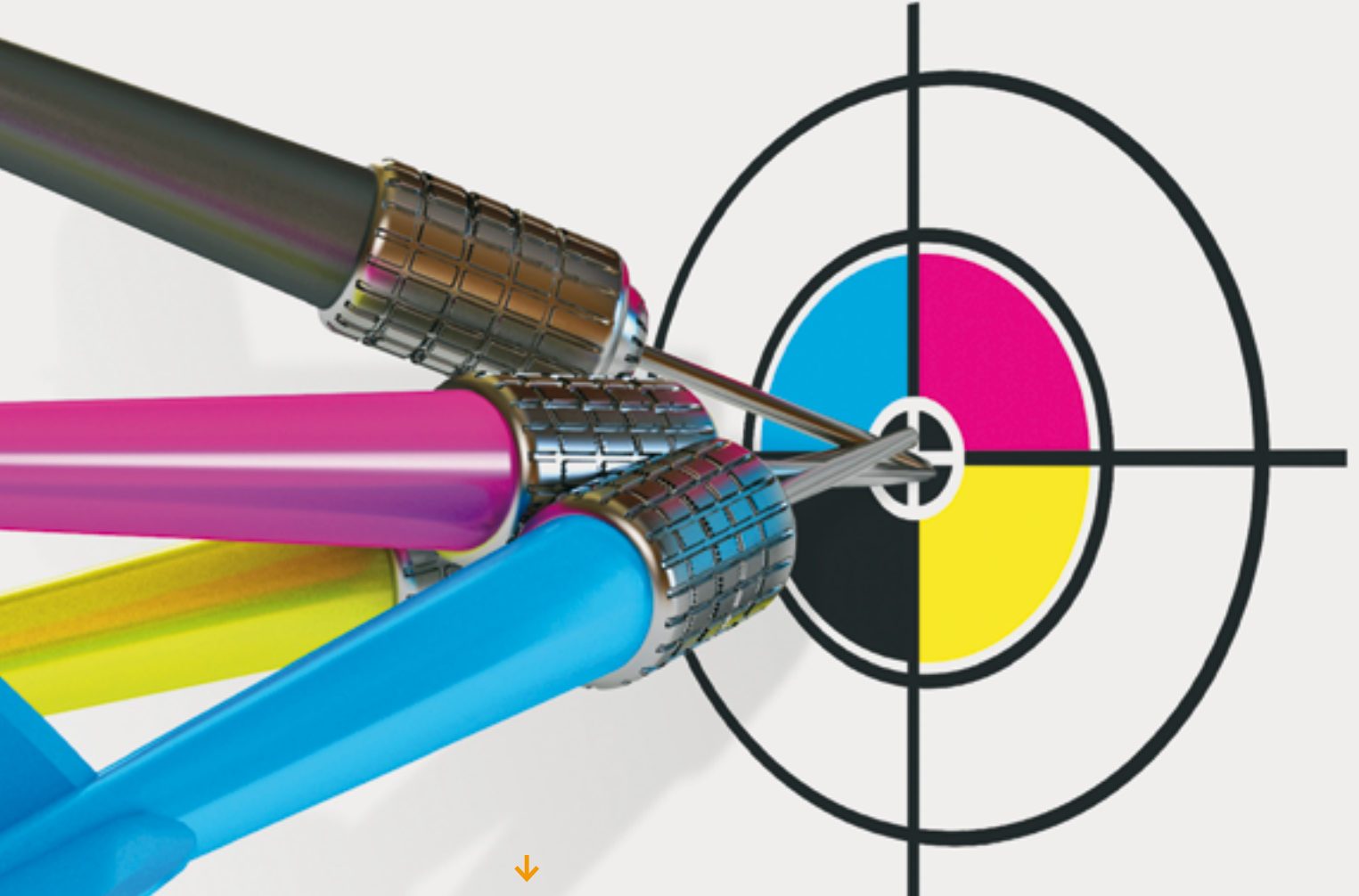




High Precision Motion Control

# Mehr Präzision für ein perfektes Druckbild

Druckmaschinen müssen immer höhere Geschwindigkeiten erreichen, um den Anforderungen des Marktes nach immer mehr Produktivität zu genügen. Dadurch nehmen Vibrationen überproportional zu. B&R hat moderne Regelungsfunktionen entwickelt, die diese Störungen kompensieren. Damit wird auch im Hochgeschwindigkeitsdruck ein perfektes Druckbild möglich.



Für eine hohe Druckqualität bei Flexodruckwerken ist entscheidend, dass die Materialbahn auf dem Gegendruckzylinder und das Klischee auf dem Druckzylinder perfekt synchronisiert sind. Die Positionierung am Druckspalt muss hochgenau umgesetzt werden. „Bei bisherigen, starren Druckwerken waren die Informationen des Motorgebers ausreichend, um den Druckprozess zu regeln“, erklärt Dr. Engelbert Grünbacher, Teamleiter Firmware-Entwicklung Motion bei B&R. Für moderne Druckmaschinen werden immer häufiger leichte Materialien und materialarme Konstruktionen eingesetzt. Bei den dadurch entstehenden elastischen Systemen ist die Motorposition im Betrieb nicht vollständig synchron mit der Zielposition am Druckspalt. Zudem wirken sich Störungen oder Vibrationen stärker auf das Druckbild aus. Um diese Fehlerquellen zu minimieren, bieten die Servoverstärker von B&R eine neue Art der Antriebsregelung: High Preci-

on Motion Control. „Darunter verstehen wir 3 Technologien: virtuelle Sensorik, modellbasierte Regelung und vorausschauende Störungsunterdrückung“, sagt Grünbacher. Jede dieser Funktionen kann unabhängig von den anderen eingesetzt und parametrieren werden. Der neue B&R-Servoverstärker ACOPDS P3 eignet sich ideal für High Precision Motion Control. Seine kurze Abtastzeit von 50  $\mu$ s ermöglicht die hochpräzise Umsetzung der fortschrittlichen Regelungsfunktionen.

#### **Störungen aktiv unterdrücken**

Da das Klischee den Druckzylinder nicht nahtlos umschließt, entsteht eine Lücke. Dieser sogenannte Zylinderkanal erzeugt ein positionsfestes Störmoment, das in einem Schleppfehler resultiert. Auch das Druckprofil selbst kann Störmomente erzeugen. „Durch ein optimales Parametrieren des Antriebsreglers können solche Schleppfehler zwar minimiert, aber die Störung nicht voll-

ständig vermieden werden“, sagt Grünbacher. Mit der Funktion Repetitive Control wird das Störmoment prädiktiv, also vorausschauend, kompensiert. Diese adaptive Methode zur aktiven Unterdrückung periodischer oder positionsfester Störungen steht in allen B&R-Servoverstärkern der Reihen ACOPOS P3 und ACOPOSmulti zur Verfügung. Das Störmoment wird aufgezeichnet, analysiert und anschließend über das Motormoment kompensiert. Die Kompensation erfolgt automatisch. Daher lässt sich ohne Parametrierungsaufwand und ohne mathematisches Modell der Schleppfehler minimieren. Das resultiert in einer stabileren Drehzahl und einem besseren Druckbild.

#### Zielposition virtuell messen

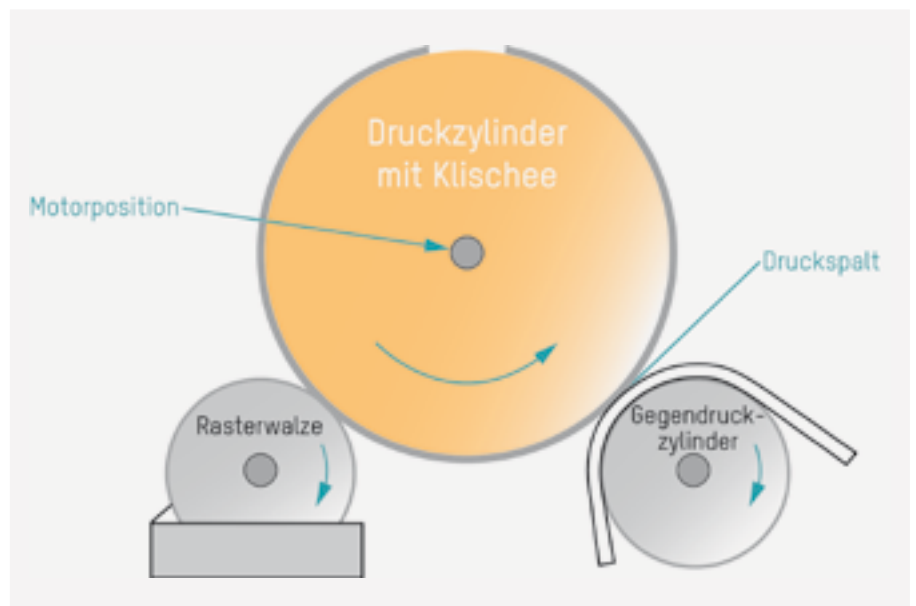
Die Unterdrückung periodischer Störungen setzt voraus, dass die Zielposition mit hoher Auflösung bestimmt werden kann. In flexiblen Systemen war das bisher nur mit einem zusätzlichen Sensor möglich. Durch virtuelle Sensorik ergeben sich nun neue Lösungsmöglichkeiten. Unter einem virtuellen Sensor wird die Berechnung schwer messbarer Systemgrößen aus leicht messbaren Systemgrößen unter Verwendung eines Systemmodells verstanden. „Im Fall eines direkt angetriebenen Druckzylinders kann vereinfacht von einem 2-Massen-System ausgegangen werden“, erklärt Grünbacher. „Dabei sind Motor und Druckzylinder über eine Welle miteinander gekoppelt. Für die Berechnung wird angenommen, dass die Welle flexibel und masselos ist. In der Welle wird ein drehwinkelproportionales Wellenmoment erzeugt.“ Motordrehzahl und Motorposition sind leicht messbar, zudem ist das Motormoment bekannt. Werden aus den bekannten Größen die schwer messbaren Zustandsgrößen (Lastdrehzahl und Lastposition) berechnet, so handelt es sich um einen virtuellen Lastpositions-Sensor.

#### Antrieb hochdynamisch regeln

Mit einem virtuellen Sensor wird die Zielposition ohne reale Messung ermittelt. Dadurch



Für hochdynamische und präzise Prozesse müssen Bewegungen sehr schnell und exakt gesteuert werden. Mit seiner kurzen Abtastzeit von 50 µs eignet sich der B&R-Servoverstärker ACOPOS P3 besonders gut für fortschrittliche Regelungsfunktionen wie High Precision Motion Control.



Für eine hohe Druckqualität bei Flexodruckwerken ist entscheidend, dass die Materialbahn auf dem Gegendruckzylinder und das Klischee auf dem Druckzylinder perfekt synchronisiert sind.

können periodische oder positionsfeste Störungen gut unterdrückt werden. Dies gilt jedoch nur für quasi-stationäre Vorgänge. Oftmals muss ein Antriebssystem in der Druckindustrie hochdynamischen Anforderungen genügen. „An dieser Stelle kommt die modellbasierte Regelung zum Einsatz“, erklärt Grünbacher. Eine hochdynamische Regelung für flexible Systeme setzt sich aus einem modellbasierten Feedforward- und einem Feedback-Teil zusammen. Diese können je nach Anwendungsgebiet unabhängig voneinander oder in Kombination verwendet werden. Die modellbasierte Regelung gliedert sich in den meist verwendeten kaskadierten Standardregelkreis ein. Der modellbasierte Feedbackregler beinhaltet einen virtuellen Sensor sowie einen Zustandsregler. Dieser berücksichtigt den gesamten Streckenzustand bestehend aus Motorposition, Motordrehzahl, Lastposition und Lastdrehzahl. Dadurch ist es möglich Torsionsschwingungen zu erkennen und aktiv zu unterdrücken. Die Schwingneigung eines flexiblen Systems wird dadurch wesentlich reduziert. „Die Beeinträchtigung der Druckqualität durch diese Störmomente wird minimiert“, sagt Grünbacher.

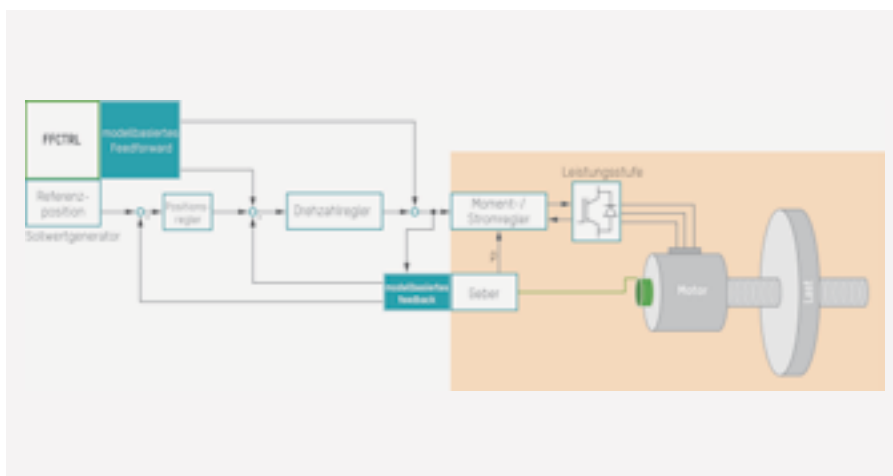
### Schwingungen verhindern

Schwingungen können nicht nur als Folge einer Störung am Umfang auftreten, sondern auch in Folge einer schnellen Änderung des Sollprofils. Auch dabei führt die modellbasierte Regelung zu wesentlichen Verbesserungen: Auf Basis des mathematischen Modells wird das Motormoment so geregelt, dass die Zielposition ohne Schwingung der Wunschposition folgt. Die Wunschvorgabe wird mit höchster Dynamik umgesetzt. Die B&R-Servoverstärker ACOPOS P3 und ACOPOSmulti bieten mit High Precision Motion Control ein breites Spektrum an Werkzeugen, mit denen hohe Performance auch bei flexiblen Antriebssystemen möglich wird. Dadurch können Druckmaschinen noch schneller und präziser arbeiten. ←

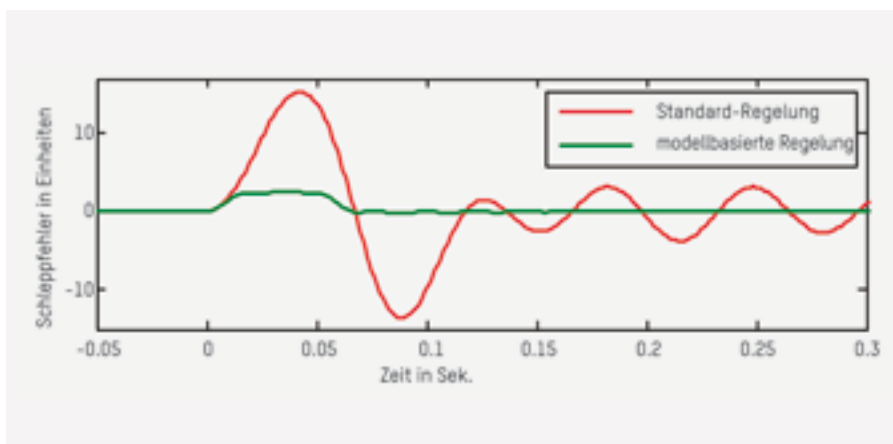


**Dr. Engelbert Grünbacher, Teamleiter  
Firmware-Entwicklung Motion, B&R**

„High Precision Motion Control ermöglicht ein perfektes Druckbild bei modernem Hochgeschwindigkeitsdruck.“



Die modellbasierte Regelung mit Feedforward- und Feedback Teil gliedert sich in den kaskadierten Standardregelkreis ein.



Durch modellpreditive Regelung wird die Schwingneigung eines flexiblen Systems wesentlich reduziert.