

Neue Software kann Regalbediengeräte optimal steuern

Leistungsstarke und sichere Fahrt

Sicherheit, Durchsatzleistung und Energieeffizienz sind zentrale Anforderungen an automatisierte Regalbediengeräte. Mit der neu entwickelten SEOS-Technologie können diese Aspekte weiter verbessert werden. Mithilfe der Software lässt sich die Bewegung des Regalbediengeräts genau vorausberechnen. Der Antriebsmotor wird so gesteuert, dass Schwingungen gar nicht erst entstehen. Die Software kann ohne großen Arbeitsaufwand in bestehende und neue Anlagen integriert werden.

■ Benjamin Berger

Regalbediengeräte (RBG) haben in den letzten zehn Jahren eine erstaunliche Entwicklung vollzogen. Laut VDMA, dem Branchenverband für Maschinen- und Anlagenbau, hat sich die Anzahl der in Deutschland produzierten RBG zwischen 2007 und 2012 mehr als verdoppelt [1]. Gleichzeitig herrscht ein steigender Konkurrenzdruck, bei dem es für die Anbieter zunehmend schwerer wird, sich einen technologischen Vorsprung zu erarbeiten. Dabei steht ein immer höherer Lagerdurchsatz bei gleichzeitig niedrigen Kosten im Mittelpunkt der Produktentwicklung. Im Zusammenhang mit „Green Logistics“ ist auch die Nachfrage nach energieeffizienten Anlagen erheblich gestiegen. Zusätzlich haben sich dabei die Sicherheitsanforderungen erhöht.

Ein großes Problem steht all diesen Entwicklungen im Weg: Selbst bei RBG mit niedriger Bauhöhe entstehen durch konventionelle Antriebssteuerungen Schwingungen am Mast. Je höher die Anlagen gebaut werden, umso schwieriger ist es, die Schwingungen zu reduzieren. Bisherige Lösungsansätze, wie Antipendelantrieb oder Schleichfahrten, sind entweder teuer oder langsam. Die Hersteller setzen daher auf sehr steife Maststrukturen, die sich wiederum negativ auf das Gewicht des RBG auswirken und höhere Kosten zur Folge haben. Eine alternative Methode zur Schwingungsreduktion ist die intelligente Antriebssteuerung SEOS der Berger Engineering GmbH aus Simbach. Damit können alle wesentlichen Anforderungen an das RBG – Durchsatzleistung, Sicherheit, Kosten, Energieeffizienz – weiter verbessert werden.

Berechnung optimaler Fahrkurven

SEOS steht für Speed and Energy Optimization System. Diese intelligente Software errechnet optimale Fahrkurven auf der Basis einer mathematischen Simulation und Optimierung der RBG-Dynamik. Grundlage der Simulation ist ein präzises RBG-Modell (Bild 1), das die Verformungen des Mastes, die aufgrund von Beschleunigung und Abbremsen entstehen, zum Inhalt hat. Dabei wird auch der Bewegungsverlauf des Lastaufnahmemittels (LAM) während der RBG-Fahrt mit berücksichtigt. So lässt sich das Schwingungsverhalten des gesamten Mastes mit einer Genauigkeit von 97 % am Computer voraussagen. Dank dieser Abbildung der Realität können die Fahrkurven so optimiert werden, dass während der gesamten Fahrt sowie bei der Zielpositionierung keine Schwingungen auftreten. Die Ziele bei der Optimierung der Fahrkurve lassen sich individuell festlegen: Je nach Anwendung kann eine möglichst schnelle Fahrt erreicht oder der Energieverbrauch minimal gehalten werden. Beide Faktoren lassen sich ebenso gleichermaßen berücksichtigen.

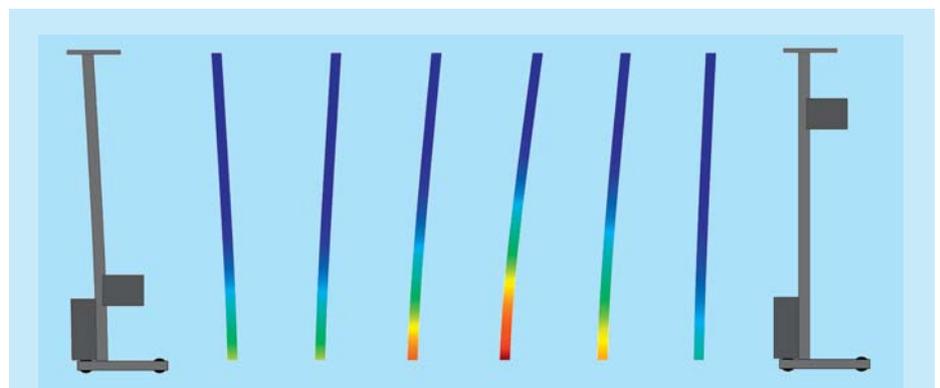
Das Simulationsmodell errechnet auch die mechanischen Belastungen, die während der Fahrt auftreten. Belastungsgrenzen können daher vorgegeben und bei der Optimierung berücksichtigt werden. Durch die Anpassung des Bewegungsablaufs lassen sich so z. B. Grenzwerte für die maximalen Raddruckkräfte und das maximale Biegemoment am Mastfuß festlegen. Damit werden Radbrüche und Haarrisse aufgrund von mechanischer Überbelastung verhindert. Bild 1 zeigt eine Visualisierung der Simulation zu mehreren Zeitpunkten während der Fahrt. Dargestellt sind die wesentlichen Modellbestand-

teile, die als Grundlage für die mathematische Berechnung dienen. Neben dem Fahrwerk und der Kopftraverse ist das höhenveränderliche Lastaufnahmemittel im Modell integriert. Zentraler Bestandteil ist die präzise Berechnung der Mastbewegung und -verformung, mit der schwingungslose Fahrten vorausgesagt werden können. Der Farbverlauf des Mastes stellt die auftretende mechanische Belastung (Biegemoment) dar. Zusammen mit den Raddrücken können sie zur Überprüfung und Einhaltung der Belastungsgrenzen herangezogen werden.

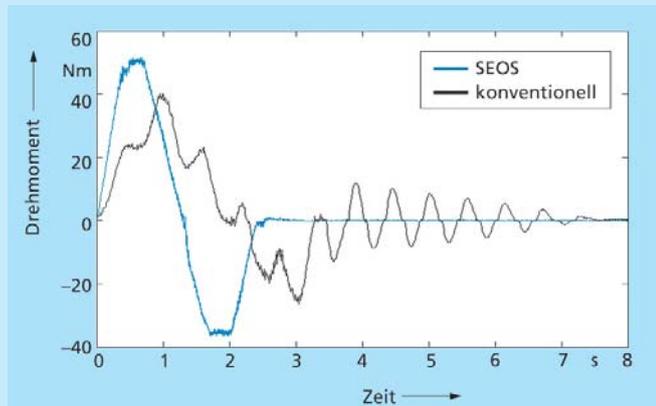
Um die Performance noch weiter zu steigern oder auf unvorhersehbare externe Einflüsse zu reagieren, wird die optimale Steuerung durch eine softwarebasierte Anti-Schwingungsregelung ergänzt. Dabei werden geringe auftretende Restschwingungen während der Fahrt aktiv gedämpft. Je nach Kundenanforderung kann das System bei sehr hohen dynamischen Anforderungen (Beschleunigungen über 4 m/s²) um eine sensorbasierte Regelung erweitert werden.

Deutliche Performance-Steigerung

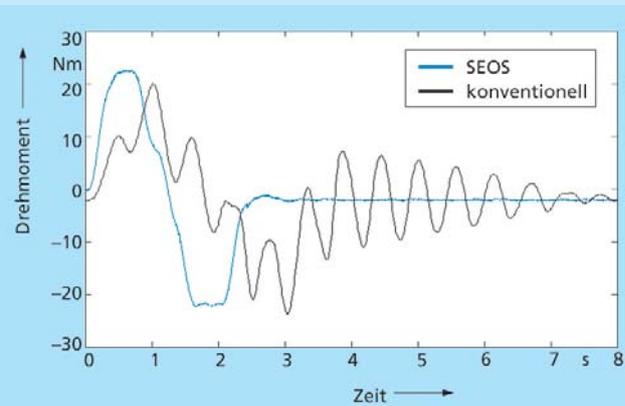
Aufgrund dieser Steuerung und Regelung steigt die Performance des Lager-systems in vielerlei Hinsicht. Ein reduzierter Schwingbeiwert (liegt mit SEOS bei 1,05) verringert die mechanischen Belastungen und ermöglicht so eine deutlich höhere Beschleunigung des RBG. Zudem wird die Fahrkurve abhängig vom LAM-Höhenverlauf gewählt, sodass eine gleichmäßige Belastung der Anlage möglich ist. Damit kann die Beschleunigung weiter erhöht werden. Die Summe aller dieser Maßnahmen ermöglichte bei konventionellen Anla-



1 Ein realistisches Maschinenmodell sorgt für präzise Simulationsergebnisse, die direkt für die Antriebssteuerung verwendet werden. Unbekannte Maschinenparameter können durch Lernfahrten ermittelt werden.



② Drehmomentverlauf des RBG-Fahrtriebs im Vergleich zwischen konventioneller Antriebssteuerung und SEOS



③ Auslenkung des RBG-Masts im Vergleich zwischen konventioneller Antriebssteuerung und SEOS (Bilder: Berger)

gen im Mittel um 65 % und in der Spitze um 115 % gesteigerte Beschleunigungswerte. Zusätzlich werden die Geräte-„Beruhigungszeiten“ nach Erreichen der Zielposition fast vollständig eliminiert. Die Wartezeiten von bestehenden Anlagen liegen bei durchschnittlich rd. 0,1 s. Infolge der höheren Beschleunigungswerte und der eliminierten Wartezeiten konnte die Durchsatzleistung so um 40 % gesteigert werden.

Die Bilder ② und ③ zeigen einen Vergleich zwischen konventioneller Antriebssteuerung und der neuen SEOS-Technologie. Bei beiden Fahrten wurden dieselben Start- und Zielpositionen angefahren. Im Bild ② wird der Verlauf des Antriebsdrehmoments und im Bild ③ der Verlauf der Mastauslenkung dargestellt. In beiden Grafiken ist erkennbar, dass die konventionelle Antriebssteuerung sowohl während der Fahrt als auch beim Abbremsen auf Stillstand zu Schwingungen neigt. Die Schwingungen während der Fahrt erhöhen die wechselnden Belastungen auf die Schweißnaht am Mastfuß sowie auf die Antriebskomponenten. Sie können so z. B. Haarrisse an Schweißnähten sowie ein Rattern des Getriebespiels und damit einen frühzeitigen Ausfall des Getriebes verursachen. Die Schwingungen beim Abbremsen auf Stillstand verursachen lange Wartezeiten, bis das LAM die Waren ein- oder auslagern kann. Während der gesamten Fahrzeit ist das Lagergut durch die Schwingungen hohen wechselnden Beschleunigungs- und Verzögerungskräften ausgesetzt. Diese können zum Verrutschen und im schlimmsten Fall zum Kippen des transportierten Gutes führen, d. h., dass Paletten umfallen und Güter sowie Tablare infolge der Vibration herauspringen können.

Mit SEOS hingegen verläuft die Fahrt während der gesamten Zeit ruhig und kontrolliert. Somit sind nicht nur eine deutlich kürzere Fahrzeit und eine höhere Durchsatzleistung erreichbar. Auch die Betriebssicherheit des Geräts wird signifikant erhöht und der mechanische Verschleiß wesentlich vermindert. Da keine Schwingungen mehr entstehen und die Materialbelastungen sinken, können die Maststeifigkeiten verringert werden. Damit ergibt sich schon bei niedrigen RBG-Bauhöhen ein Potenzial zur Gewichtsreduktion, das mit steigender Masthöhe zunimmt. Somit können sowohl die Kosten für die Mechanik als auch für die elektrischen Antriebskomponenten reduziert werden. Zudem lässt sich durch die Leichtbauweise der Energieverbrauch deutlich senken. Zusätzlich kann durch die optimale RBG-Steuerung die Energieeffizienz auf zwei Arten erhöht werden: Einerseits reduzieren sich durch das Vermeiden von Schwingungen die Spitzenströme des Antriebsmotors. Andererseits verringert sich durch die verkürzte Fahrzeit der gesamte Energieverbrauch pro Lagervorgang. Bei bestehenden Anlagen konnte der Energieverbrauch um 25 % reduziert werden.

Einfache Integration

Die SEOS-Software kann ohne großen Aufwand in neue Anlagen integriert oder auch zur Erweiterung und Verbesserung bestehender Regalbediengeräte eingesetzt und somit von RBG-Herstellern wie auch von Betreibern genutzt werden. Vor der Installation werden die Vorgaben und Ziele definiert und die Software entsprechend eingestellt. Ein großer Vorteil dabei ist, dass die Soft-

ware mit allen branchenüblichen Hardware-Anbietern kompatibel ist. Vorhandene Motoren und Umrichter können deshalb unverändert übernommen werden. Auch sämtliche bereits vorhandenen Sicherheitseinrichtungen werden nicht beeinflusst. Ist zudem schon eine SPS vorhanden, wird für den Betrieb der SEOS-Software keine zusätzliche Hardware benötigt. Sobald die Parameter festgelegt sind, kann SEOS integriert werden. Wurde eine neue SPS benötigt, wird diese an den Umrichter angeschlossen und das Bussystem in Betrieb genommen. Die zu Beginn der Inbetriebnahme noch unbekanntes Maschinenwerte, z. B. Steifigkeit des Mastes, Reibungs- oder Dämpfungswerte, werden durch Lernfahrten ermittelt. Das RBG wird mit der konventionellen Antriebssteuerung bewegt, wobei die Messwerte von Position, Geschwindigkeit und Drehmoment über den Umrichter aufgezeichnet werden. Diese Messungen dienen später der automatisierten Identifikation der Maschinenwerte. Sobald sich SEOS automatisch auf das angeschlossene RBG eingestellt hat, berechnet es die optimalen Fahrkurven und ist dann betriebsbereit. □

Literatur

- [1] URL: <http://foerd.vdma.org/article/-/articleview/2429566>.

