



Bild: Kellenberger

**01** Schnell rotierende Achsen – unter anderem Schleifspindeln – sind zum Schutz der Bediener oder Servicetechniker abzusichern. Als Alternative zu Drehgebern bieten sich sensorlose Sicherheitsfunktionen an

# Sicher bewegen auch ohne Drehgeber

Bei Bearbeitungszentren und Werkzeugmaschinen bestehen speziell im Fall von drehenden Achsen für den Bediener oder Servicetechniker Gefahren durch rotierende Werkzeuge. Um den sicheren Betrieb und den Schutz vor Verletzungen zu gewährleisten, hat der Gesetzgeber eine Maschinenrichtlinie erlassen, die für die Hersteller dieser Maschinen verbindlich ist (**Bild 1**). Zur sicheren Drehzahlüberwachung werden Spindeln und Motoren häufig mit Drehgebern ausgerüstet. Eine funktionale und kostengünstige Alternative sind sensorlose Sicherheitsfunktionen, wie sie Sieb & Meyer in sein Antriebssystem SD2 implementiert hat.

Text: Torsten Blankenburg

Bei klassischen Sicherheitslösungen müssen die Motoren bzw. Spindeln mit sicheren Drehzahlgebern ausgestattet sein, um gefährliche Betriebszustände erfassen bzw. vermeiden zu können. Diese Drehgeber werden wiederum von speziellen Sicherheitskomponenten ausgewertet. Sowohl der Drehgeber als auch die Überwachungsgeräte sind zusätzliche Bauteile in der Maschine bzw. im Schaltschrank, die Bauplätze einnehmen, ein Ausfallrisiko darstellen, gewartet und installiert und nicht zuletzt auch bezahlt werden müssen. Alternativ können Maschinenhersteller auch Abstriche hinsichtlich der Performance der Maschine hinnehmen – beispielsweise indem man anstatt einer Stillstand-Messung

einfach eine gewisse Zeit bis zur Türöffnung verstreichen lässt, um hier auf der sicheren Seite zu sein.

„Die Herausforderung für Maschinenhersteller besteht darin, die Aspekte Personensicherheit und Produktivität gleichzeitig optimal bzw. normkonform umzusetzen“, erläutert Markus Finselberger, Key Account Manager Antriebselektronik bei Sieb & Meyer [1]. Dafür hat der Antriebsspezialist aus Lüneburg mit dem Antriebssystem SD2 (**Bild 2**) eine universelle Antriebslösung für Hochgeschwindigkeits-Anwendungen bis  $360\,000\text{ min}^{-1}$  (6000 Hz) realisiert. Dank universeller Motorgeber-Auswertungen und vielfältiger Anbindungsmöglichkeiten zur übergeordneten

Steuerung lässt es sich einfach an wechselnde Systemanforderungen anpassen. Standardmäßig ist im SD2 die Sicherheitsfunktion „Safe Torque Off“ (STO) integriert. Optional sind die geberlosen Funktionen „Sicherer Stillstandsmonitor“ (SFM – Safe Frequency Monitor) und „Sicher begrenztes Drehfeld“ (SLOF – Safe Limited Output Frequency) verfügbar. Mit diesen Sicherheitsfunktionen kann man das Drehfeld sowie den Stillstand sensorlos überwachen.

Spindeln und Motoren müssen also zur sicheren Drehzahlüberwachung nicht mit Drehzahlgebern ausgestattet werden – das ist besonders relevant für die Einsatzbereiche Hochgeschwindigkeitsfräsen oder -schleifen, bei denen häufig aus platztechnischen oder finanziellen Gründen auf Drehgeber verzichtet wird.

### Verletzungsrisiko für Bediener verringern

Die Sicherheitsfunktionen SFM und SLOF sind vom TÜV Nord nach DIN EN 61508 [2] zertifiziert und erfüllen die Anforderungen eines Sicherheits-Integritätslevels von SIL3. Das Besondere an diesen Funktionen ist, dass diese keine zusätzlichen Drehgeber an den Spindeln benötigen.

Mit der Sicherheitsfunktion SFM erkennt der SD2 sicher, ob eine geberlose Spindel nach dem Ausschalten den Stillstand erreicht bzw. eine sichere Drehzahlfrequenz unterschritten hat. Solange dies nicht geschehen ist, wird beispielsweise eine Schutztür nicht freigegeben. Diese Sicherheitsfunktion ist für rotierende Achsen – unter anderem Schleif- oder Frässpindeln – vorgesehen. SFM misst dazu das elektrische Drehfeld des Motors, worüber sich eine genaue Aussage über das mechanische Drehfeld machen lässt. Welche Drehzahlen bzw. Drehfeldfrequenzen als sicher definiert sind, ergibt sich aus der Risikobeurteilung der Maschine, die gemäß der Maschinenrichtlinie erfolgt.

Die SFM-Funktion basiert auf einer frequenzabhängigen, vom Motor induzierten Spannung bzw. der Restmagnetisierung. Diese Spannung ist sowohl bei Synchronmotoren als auch bei Asynchronmotoren an den Motorklemmen messbar. Der Antrieb ermittelt aus dieser Spannung die aktuelle Drehfeldfrequenz und vergleicht diese mit dem parametrisierten Grenzwert. Erreicht die Drehfeldfrequenz den parametrisierten Bereich, generiert der Antrieb das Statussignal „Standstill“ (sicherer Stillstand).

### Jenseits von kritischen Drehzahlen

Mit der Sicherheitsfunktion SLOF lässt sich sicherstellen, dass eine kritische Drehzahl nicht überschritten wird – zum Beispiel, weil ein Werkzeug durch eine Überdrehzahl bersten könnte und dadurch Personen gefährdet werden. Dafür ermittelt die Funktion die aktuell vom Umrichter erzeugte Drehfeldfrequenz und vergleicht sie mit dem parametrisierten Grenzwert. Bei einer Überschreitung des Grenzwerts wird die Endstufe mittels internen STO freigeschaltet, das System erzeugt kein weiteres Drehmoment und somit keine weitere Beschleunigung und die Spindel trudelt aus.

Die Funktion SLOF ermöglicht somit die sichere Begrenzung des Drehfeldes einer Spindel. Sie verhindert, dass die angeschlossene Spindel aktiv durch den Antrieb auf eine zu hohe Frequenz beschleunigt wird. Eine Überschreitung der Frequenz durch eine aktive, externe Beschleunigung lässt



Bild: Sieb & Meyer

02 Der Antriebsverstärker SD2 hat die Sicherheitsfunktion STO sowie optional SFM und SLOF

sich dabei jedoch nicht verhindern (z. B. Generatorbetrieb). Bei einer Überschreitung der sicher parametrisierten maximalen Drehfeldfrequenz, beispielsweise durch eine Fehleingabe, wird die Endstufe mittels der Funktion STO freigeschaltet.

### Lastindikator inklusive

Nicht zuletzt ist in allen Frequenzumrichtern und Servoverstärkern der Serien SD2x und SD4x ein Lastindikator integriert. Dieser wertet den drehmomentbildenden Strom des Motors aus und kann so akustische Körperschallsensoren ersetzen. Laständerungen des Motors werden so mit großer Genauigkeit festgestellt. Daraus lassen sich Rückschlüsse auf einen möglichen Werkzeugbruch bzw. den Verschleiß der Werkzeuge ziehen. Der Lastindikator kann ebenso das Berühren von Werkzeug mit Werkstück („Anfunken“) erkennen. Nicht zuletzt lassen sich mithilfe des Lastindikators Bearbeitungsvorschübe flexibel anpassen.

„Generell stellen die Sicherheitsfunktionen für Hersteller von Bearbeitungszentren Werkzeugmaschinen einen echten Mehrwert dar“, so M. Finselberger abschließend. „Sie bewähren sich zum Beispiel in den Rundtakt- oder Schleifmaschinen vieler unserer Kunden.“ Das digitale Antriebssystem SD2, das speziell für Mehrachssysteme – also Maschinen, in denen mehrere Bearbeitungsspindeln zum Einsatz kommen – konzipiert ist, leistet dabei einen wesentlichen Beitrag – und die Bediener werden dank der sensorlosen Sicherheitsfunktionen bestens geschützt. (no)

### Literatur

- [1] Sieb & Meyer AG, Lüneburg: [www.sieb-meyer.de](http://www.sieb-meyer.de)
- [2] DIN EN 61508-1 (VDE 0803-1):2011-02 Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme – Teil 1: Allgemeine Anforderungen. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG

### Autor

**Torsten Blankenburg** ist Vorstand Technik bei der Sieb & Meyer AG in Lüneburg.  
[info@sieb-meyer.de](mailto:info@sieb-meyer.de)