HeavyDuty-Absolutgeber für Antriebe mit großen Wellendurchmessern

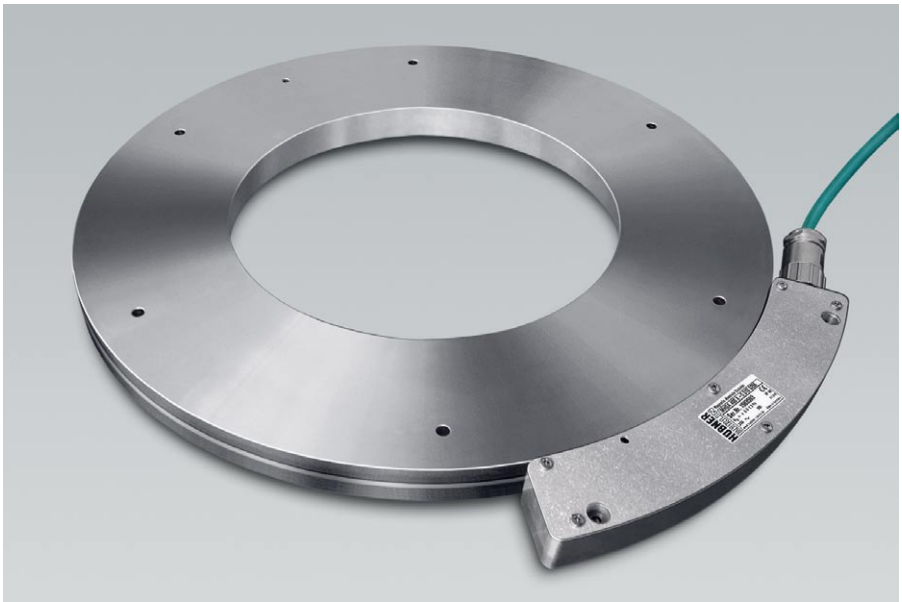
Ralf Schenk, Bernhard Hiller

Antriebe mit großen Hohlwellen, wie Torque-Motoren, sind zum Erfassen der Rotorposition bisher oft mit seitlich angebauten Gebern ausgestattet, die über Zahnriemen angetrieben werden. Diese Konstruktion ist jedoch wartungsintensiv und wenig robust. Eine auch rauen Umgebungsbedingungen trotzende, wartungsfreie Lösung bieten Absolutgeber, die man direkt auf der Antriebswelle anbringt. Ihre Vorzüge werden am Beispiel eines in einer Hochleistungs-Zerkleinerungsanlage eingesetzten Gebers näher erläutert.

Die für ein Recycling erforderliche Zerkleinerung von Reststoffen und Abfällen ist eine High-Tech-Aufgabe und stellt hohe Anforderungen an die Robustheit sämtlicher in der Anlage eingesetzter Antriebskomponenten. Um nachvollziehen zu können, welchen Belastungen die hier eingesetzten Drehgeber standhalten müssen, sei zunächst Arbeitsweise und Antriebskonzept verschiedener auf dem Markt befindlicher Systeme erläutert [1].

Das Kernstück einer Zerkleinerungsanlage bildet in der Regel eine in Vollstahl ausgeführte Rotorwelle mit großem Durchmesser, die bis zu mehreren Tonnen wiegen kann. Der Rotorkörper ist mit auswechselbaren Werkzeugen bestückt, die in Form, Größe und Anzahl auf das zu zerkleinernde Gut abgestimmt sind. Angetrieben wird die Welle meistens über einen elektromechanischen Antrieb, bestehend aus einem Asynchron-Drehstrommotor, einer Turbokupplung und einem Riementrieb oder einer Gelenkwelle und einem Getriebe. Größere Systeme werden in der Regel elektrohydraulisch angetrieben. Beide Konzepte weisen jedoch Nachteile auf. Die hydraulische Lösung ist wegen der benötigten Komponenten recht teuer: sie erfordert einen Elektromotor, der die Hydraulikpumpe antreibt, einen Hydraulikmotor zum Antrieb der eigentlichen Anlage sowie Rohr- beziehungsweise Schlauchleitungen für Hydrauliköl und Kühlwasserzufuhr. Darüber hinaus ist Hydraulik wartungsintensiv und hat einen schlechten Wirkungsgrad.
Auch die in größeren Stückzahlen eingesetzten mit Asynchronmotoren und nachgeschaltetem Getriebe versehenen Einheiten haben Schwächen. Dies hat damit zu tun, dass sich im zu schreddernden

Die Autoren:
Ralf Schenk ist Leiter Marketing, Bernhard Hiller Entwicklungsleiter bei der Baumer Hübner GmbH, Berlin



1: Geberrad und Abtastkopf

Material immer wieder massive Störkörper befinden, die sich nur schwer zerkleinern lassen. Sie bringen den Zerkleinerungsrotor - selbst bei ausreichender Auslegung des Antriebsmotors - regelmäßig abrupt zum Stillstand. Zwar löst eine in der Maschinensteuerung implementierte Reversierautomatik diese Blockade, indem sie die Welle mehrfach vor- und zurücklaufen lässt, bis die entsprechenden Problemteile tatsächlich zerkleinert sind. Wie man sich jedoch leicht vorstellen kann, werden die Antriebskomponenten (Motor, Getriebe und Kupplungen) dabei enormen Schockbelastungen ausgesetzt, weil schnell drehende Teile - um Maschinenschäden zu vermeiden - zunächst schlagartig abgebremst werden müssen. Und auch das durch die Reversierautomatik gesteuerte so genannte Freifahren belastet die Komponenten stark.

Neues Antriebskonzept für Zerkleinerungsanlagen

Ein neues Antriebskonzept wird bei der im **Titelbild** gezeigten Anlage realisiert. Zum Verständnis des Bildes sei zunächst erläutert: Die Zufuhr der Abfallstoffe erfolgt über ein Förderband von oben, das sie auf zwei separate Zerkleinerungseinheiten verteilt. Die Abfuhr des geschredderten Guts übernehmen seitlich angebrachte Transportbänder. Neu bei dieser Maschine: hier kommen speziell entwickelte Torque-Motoren (Drehmoment bis 15000 Nm) zum Einsatz, die das über den gesamten Drehzahlbereich erforderliche Moment direkt auf die Antriebswellen aufbringen. Dadurch entfällt das Getriebe, will heißen: es entfällt ein wesentliches Verschleißteil. Weil das Magnetfeld zwischen Läufer und Gehäuse des Torque-Antriebs keine formschlüssige mechanische Verbindung darstellt, können auch keine Schocks mehr in den Antrieb übertragen werden. Mit dem dynamischen Torque-Motor lässt sich die Zerkleinerungsanlage wesentlich effizienter fahren, jedoch benötigt der hochpolige permanenterregte Synchronantrieb für die Kommutierung zu jedem Zeitpunkt die genaue absolute Positionsinformation. Und damit ergibt sich eine neue Herausforderung - nämlich die, die Position einer mit einem Durchgang von bis zu 300 mm versehenen Motorhohlwelle zuverlässig zu erfassen. Darauf soll im folgenden näher eingegangen werden.

Antriebe mit großen Hohlwellen werden zum Erfassen der Rotorposition bisher oft mit seitlich angebauten Absolut- oder Inkrementalgebern ausgestattet, die über Zahnriemen angetrieben werden. Diese Lösung bringt allerdings etliche Nachteile mit sich. Der Riemen ist - gerade unter rauen Betriebsbedingungen - hohem Verschleiß unterworfen. Er muss also in regelmäßigen Abständen erneuert werden, was zu Ausfallzeiten der Anlage führt. Bei Wartungseinsätzen ist zudem geeignetes Spannwerkzeug mitzuführen. Die für die Kommutierung erforderliche Positionsinformation geht zunächst verloren und muss vor Wiederinbetriebnahme mit Hilfe von speziellem Gerät neu ermittelt werden, wodurch der Wartungseinsatz noch aufwendiger wird. Nicht unbegründet sind Bedenken, wonach enorme Schockbelastungen im Extremfall sogar dazu führen könnten, dass ganze Ritzel des Zahnriemens übersprungen werden. Und auch die Kugellager des Gebers, auf dessen Welle die Drehbewegung übertragen wird, sind überdurchschnittlichem Verschleiß unterworfen, weil sie - bedingt durch die Vorspannung des Riemens - hohe radiale Kräfte aufnehmen müssen.

Innovative Sensorlösung

Eine deutlich robustere und wartungsfreie Lösung bieten die von Baumer Hübner entwickelten Absolutgeber mit großer Hohlwelle und magnetischer Abtastung. Sie bestehen aus einem direkt auf der Antriebswelle zu montierenden Geberrad und einem separaten Abtastkopf, der fest mit dem Motorgehäuse verschraubt wird (**Bild 1**). Auf der Außenseite des Geberrads befinden sich zwei Spuren (Elastomerbänder) mit magnetischen Maßverkörperungen. Diese werden durch im Kopf platzierte Sensoren abgetastet. **Bild 2** zeigt den in der Zerkleinerungsanlage eingebauten Geber. Mittels einer integrierten Signalverarbeitung wird einerseits die Absolut-Information ermittelt, gleichzeitig werden inkrementale sin/cos-Signale zur dynamischen Regelung der Anlage generiert. Bei Bedarf überzieht man die Elastomerbänder mit einer speziellen, stabilisierenden Bandage, die sie zusätzlich schützt.

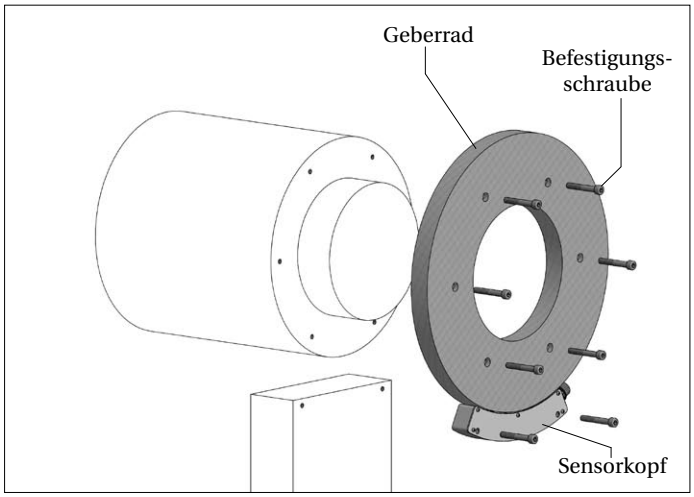
Viel Know-how eingeflossen

Obwohl der Aufbau der Geber recht einfach ist, so war doch einiges an Entwicklungsarbeit erforderlich, um Materialen (Geberrad, Elastomerband) und Magnetisierungsverfahren so aufeinander abzustimmen, dass nicht nur die nötige mechanische Robustheit sichergestellt, sondern auch ein großer Abstand zwischen Geberrad und Abtastkopf ermöglicht werden konnte. Bei dem an der Zerkleinerungsanlage eingesetzten Geber ist beispielsweise eine radialer Abstand von 1 mm zulässig sowie eine axiale Verschiebung von +/- 1 mm. Das ist deutlich mehr als bei anderen auf dem Markt befindlichen Magnetgebern, hier aber zwingend erforderlich, um die beim

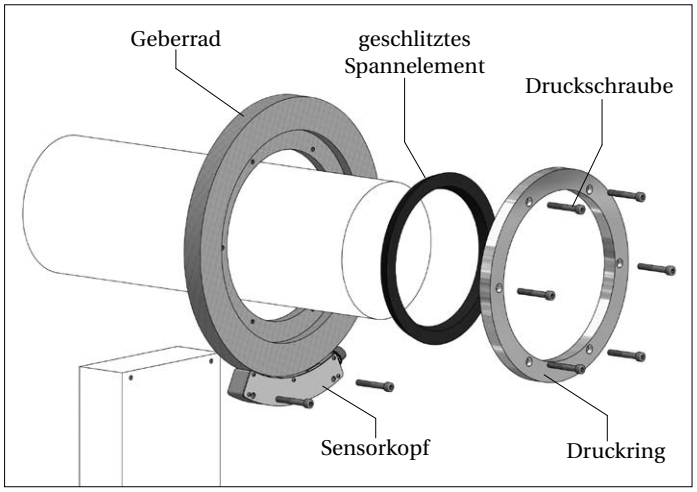
2: HeavyDuty-Absolutgeber am Torque-Motor der Zerkleinerungsanlage

Betrieb entstehenden Wärmedehnungen und Lagerbewegungen aufzufangen. Schließlich darf es weder zu einen Crash zwischen Geberrad und Abtastkopf kommen, noch darf die Messwert-Erfassung abbrechen, wenn Geberkomponenten ein Stück aus der Spur laufen. Anfängliche Befürchtungen über eine mögliche Schwachstelle haben sich als faktisch unbegründet erwiesen: magnetische Fremdfelder stellen in der Praxis scheinbar keine Gefahr dar. Denn obwohl die Geber mittlerweile an einer Vielzahl von großen Torque-Motoren im Einsatz und dabei stets nahe am Motorschild montiert sind, ist kein Fall bekannt, bei dem die Messwert-Erfassung durch das Motor-Magnetfeld gestört oder der Messwert verfälscht worden wäre. Lediglich bei Anwesenheit ferromagnetischer Metallpartikel empfiehlt es sich, eine Schutzverkleidung anzubringen, um zu verhindern, dass sich die Partikel sich auf der Außenseite des Geberrads ablagern.

3: Direkte, stirnseitige Verschraubung des Geberrads am Wellenbund



4: Fixierung des Geberrads mittels Spannsatz



Verschiedene Montagemöglichkeiten

Das Geberrad kann auf verschiedene Art auf der Welle montiert werden. Im vorliegenden Fall wird es mit Schrauben an der Stirnseite der Rotorwelle befestigt (**Bild 3**). Alternativ stehen Klemmringe oder Spannsätze (**Bild 4**) zur Verfügung. Weiterhin kann das Rad aufgeschrumpft werden. In jedem Fall ergeben sich so - trotz der großen Durchmesser - äußerst kompakte, kurzbauende Geberanordnungen. Der Abtastkopf enthält keine beweglichen Teile, die Verschleiß unterworfen wären, er ist zudem mit einer speziellen Vergussmasse ausgekleidet. Damit trotzt er nicht nur stärksten Schwingungs- und Schockbelastungen, sondern bietet auch eine hohe Schutzart von bis zu IP 68. Mittels einer im Lieferumfang enthaltenen Abstandslehre lässt sich der Abtastkopf dennoch einfach und schnell fixieren und mit Schrauben montieren. Beim hier gezeigten Torque-Antrieb treten übrigens so starke Vibrationen auf, dass sich der Abtastkopf während des Betriebs zunächst immer wieder leicht verschob - und das, obwohl er bereits mit kräftigen Schrauben am Motorschild befestigt war. Dieses anfängliche Problem wurde beseitigt, indem man zusätzlich Passstifte eingeführt hat.

Außer in Zerkleinerungsanlagen sind die hier vorgestellten Absolutgeber beispielsweise auch an Prüfständen und Spritzgussmaschinen in Einsatz. Darüber hinaus sind sie prädestiniert für Antriebsmaschinen mit Hohlwellen, die große Durchführungen, zum Beispiel für Werkzeug-Spannvorrichtungen oder Stangen, zwingend erfordern.

Features der magnetischen Absolutgeber auf einen Blick:

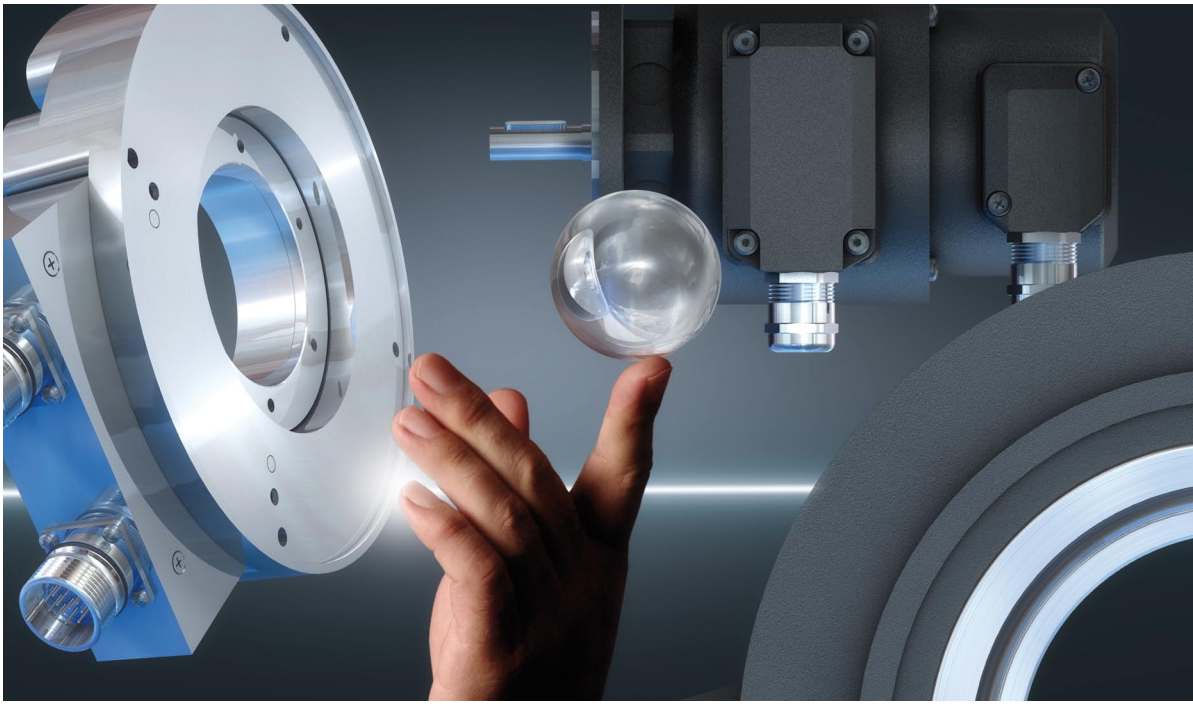
- geeignet für sehr große Wellendurchmesser
- kompakte Abmessung, axial sehr kurzbauend
- sehr robust und verschleißfrei, weil ohne eigene Lagerung und mit komplett vergossener Elektronik im Abtastkopf
- höchste Schwingungs- und Schockfestigkeit
- verschmutzungsunempfindlich, hohe Schutzart bis IP 68
- weiter Einsatztemperaturbereich
- großer zulässiger Abstand zwischen Geberrad und Abtastkopf
- einfache und schnelle Montage
- leichte Adaption an bestehende Aufbauten

Literatur:
[1] Wolfgang Lipowski, Johannes Oswald: „Effizient zerkleinern - Torque-Motoren optimieren Zerkleinerungsmaschinen“ erschienen in: A & D Fachzeitschrift für industrielle Automation, Februar 2006

Erweiterter Sonderdruck aus
antriebstechnik
Oktober 2006

HeavyDuty-Sensoren für die Antriebstechnik

Motion Control



Sensoren von Baumer Hübner haben ihren festen Platz, wo Bewegungsabläufe geregelt werden. Besonders im rauen Betrieb, bei extremen Umgebungsbedingungen beweisen sich die Stärken von Messwertaufnehmern, die von vornherein für den harten industriellen Einsatz konzipiert wurden. HeavyDuty-Technik von Baumer Hübner trägt wesentlich zur Qualität und Zuverlässigkeit von Maschinen und Anlagen bei – und das weltweit, seit Jahrzehnten. Sprechen wir über *Ihre* Antriebsaufgabe.

2006 Absolutgeber ohne Getriebe und ohne Batterie, programmierbare digitale Drehzahlschalter

2005 Prüfgerät für Drehgeber

2004 Präzisions-Interpolatoren

2002 Magnetische Geber mit Hohlwelle bis Ø 690 mm

2001 Absolutgeber in HeavyDuty-Technik

1998 Ferraris-Beschleunigungssensoren: linear/rotativ in patentierter Technik

1995 Sinusgeber: Sinussignale mit besonders geringem Oberwellenanteil – der Maßstab an Präzision

1989 Geräte in Ex-Schutz: Kennzeichen »II 2 G EEx de IIC T6 bzw. T5« (ATEX 95)

1982 Kombinationen: Drehimpulsgeber, Analog-Tachos, und/oder Drehzahlschalter in einem einzigen Gerät mit gemeinsamer Welle

1978 Drehimpulsgeber in HeavyDuty-Technik: robuste elektrische und mechanische Konstruktion

1970 Drehzahlschalter: mechanisch (Fliehkraft) oder elektronisch mit eigener oder fremder Spannungsversorgung

1955 Analog-Tachos: Die robuste Konstruktion legt die Basis für die HeavyDuty-Technik

1934 Gründung des Unternehmens in Berlin

BaumerHübner

Baumer Hübner GmbH · Planufer 92 b, D-10967 Berlin, Germany · Postfach 61 02 71, D-10924 Berlin
Telefon: +49 (0)30/69003-0 · Fax: +49 (0)30/69003-104 · info@baumerhuebner.com · www.baumerhuebner.com