



Quelle: Baumer

Bild 1: Die drehende Codescheibe mit ihrem definierten Muster wird von einer LED beleuchtet, das Lichtmuster wird von Fotodioden erfasst – dies ermöglicht die exakte Bestimmung der Position der Geberwelle

Praktische Tipps für die richtige Auswahl von Encodern

Durchblick im Drehgeber-Dschungel

Die Vielfalt und der Variantenreichtum im Drehgeberbereich kann bei Anwendern leicht zu Verwirrung führen. Dieser Beitrag möchte Orientierung geben für die Beurteilung der wichtigsten Technologien. Er zeigt Möglichkeiten und Grenzen magnetischer und optischer Technologien und gibt mit Blick auf die Applikation praktische Tipps für die richtige Drehgeber-Wahl.

Sie sind robust, schockfest und sie werden immer präziser. Keine andere Drehbertechnologie hat sich in den vergangenen Jahren so rasant entwickelt wie die magnetischen Encoder. Mittlerweile arbeiten sie mit so hoher Präzision, dass sie in vielen Applikationen optische Encoder ersetzen können. Sind optische Drehgeber (Bild 1) also Auslaufmodelle, die auf absehbare Zeit von den magnetischen (Bild 2) verdrängt werden? In diesem Fachbeitrag wird aufgezeigt, welche Möglichkeiten sich durch die magnetische Revolution auftun, die auch Baumer seit den 1990er Jahren maßgeblich mit vorantreibt (Bild 3) und daher heute ma-

gnetische Drehgeber mit führender Genauigkeit sowie das umfassendste Magnetgeber-Portfolio bietet.

Dabei wird klar: Beide Technologien haben auch weiterhin ihre Daseinsberechtigung. Magnetische Drehgeber haben sich insbesondere durch die Steigerungen ihrer Genauigkeit inzwischen bestens etabliert. Doch es gibt zahlreiche Anwendungsfelder, in denen es ohne die unerreichte Präzision und Dynamik der optischen Encoder nicht geht. Auf die Applikation kommt es also an.

Ohne Drehgeber läuft (fast) nichts
Drehgeber liefern in der Fabrikautomation

und vielen anderen Anwendungsfeldern die entscheidenden Feedback-Signale für Position und Geschwindigkeit an eine Steuerung oder an einen Antrieb, häufig in Echtzeit. Ohne sie läuft im Wortsinn praktisch nichts. Ihre Signale sind unverzichtbar, um Antriebe, Förderbänder, Abfüllanlagen und natürlich Roboter punktgenau und energieeffizient zu überwachen, zu steuern und zu regeln.

Messprinzipien im Vergleich

In der Fabrikautomation herrschen zwei Messprinzipien (Bild 4) vor, die wir nachfolgend etwas näher betrachten wollen.

Prinzip der magnetischen Drehgeber

Das Messprinzip mit den zuletzt größten Entwicklungssprüngen. Ein viel genutzter Vorteil dieser Technologie ist ihre hohe Robustheit und die Möglichkeit der berührungslosen, lagerlosen Positionsermittlung. Magnetische Encoder ermitteln die Winkelposition mittels Magnetfeldsensoren: Auf der Geberwelle erzeugt ein Diametral- oder Multipol-Ringmagnet ein Magnetfeld, das mit der Wellenposition mitwandert und dessen Stärke von dem Sensor erfasst wird. Auf Basis der gemessenen Werte ermittelt der Encoder die Position.

Weil das Magnetfeld nichtmagnetische Werkstoffe wie Kunststoff oder Aluminium durchdringt, lassen sich neben konventionellen Bauformen mit Drehgeber-Welle und Eigenlagerung auch innovative lagerlose Systeme realisieren. Magnet und Sensor sind dabei separate Baugruppen und benötigen kein eigenes Kugellager. Der Messung an sich können Verschmutzungen, Flüssigkeiten und Staub nichts anhaben.

Prinzip der optischen Drehgeber

Der bewährte Klassiker unter den Encoder-Technologien. Optische Encoder erlauben eine sehr präzise und äußerst reaktions-schnelle Bestimmung von Position und Geschwindigkeit. Das liegt an ihrer Funktionsweise: Im Inneren dreht sich mit der Geberwelle eine Codescheibe mit einem definierten Muster von transparenten und lichtundurchlässigen Feldern mit höchster Auflösung und Genauigkeit. Von der einen



Quelle: Baumer

Bild 2: Magnetische Drehgeber haben sich insbesondere durch die Steigerungen ihrer Genauigkeit inzwischen breit etabliert – im Bild der Baumer Drehgeber EAM580

Seite wirft eine LED Licht in Richtung der Scheibe. Auf der Gegenseite entstehen so unterschiedliche Lichtmuster analog zu der Stellung der Codescheibe. Fotodioden erfassen diese Muster (optische Abtastung) und ermöglichen die exakte Bestimmung der Position der Geberwelle.

Je mehr unterschiedliche Felder auf einer Codescheibe rotieren, desto höher die Auflösung und Genauigkeit des optischen Drehgebers. Die Codescheiben optischer Encoder besitzen typischerweise eine hohe Grundauf-lösung, inkremental bis 10000 Striche bzw.

absolut bis 4096 Schritte / 12 Bit pro Umdrehung. Zur Erhöhung der Positionsauf-lösung ist meist keine oder nur eine geringe Signal-interpolation notwendig. Dies unterstützt bei bereits hoher Genauigkeit eine sehr schnelle Positionsbildung.

Vorteile und Grenzen der beiden Drehgeber-Varianten

Magnetische Geber für raue Umgebungen
Ihre große Stärke »Robustheit« und »Unempfindlichkeit gegenüber Verschmutzungen« können magnetische Drehgeber besonders in rauen Umgebungen ausspielen. Beispiel Textilmaschinen: Hier kommen optische Drehgeber, die mit einer gelagerten Welle arbeiten, schnell an ihre Grenzen. Baumwollfasern dringen in die Kugellager ein und zerstören diese in kürzester Zeit. Zudem verkürzen starke Schocks und Vibrationen die Lebensdauer dieser Encoder sehr. Die Lösung sind berührungslos arbeitende lagerlose Drehgeber mit magnetischem Messprinzip wie der »Baumer EAM580 Kit«. Ihr Aufbau ohne Kugellager und ihre hermetische Kapselung macht sie nahezu vollständig immun gegenüber Fasern und anderen Umwelteinflüssen.

Noch rauer geht es in Papiermaschinen und Stahlwerken zu, wo Encoder dauerhaft Papierabrieb, Metallstaub, Schlacke und starke Temperaturwechsel mit zum Teil hohen Temperaturen aushalten müssen. Hier sind zudem die Anforderungen an die Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit der Maschinen

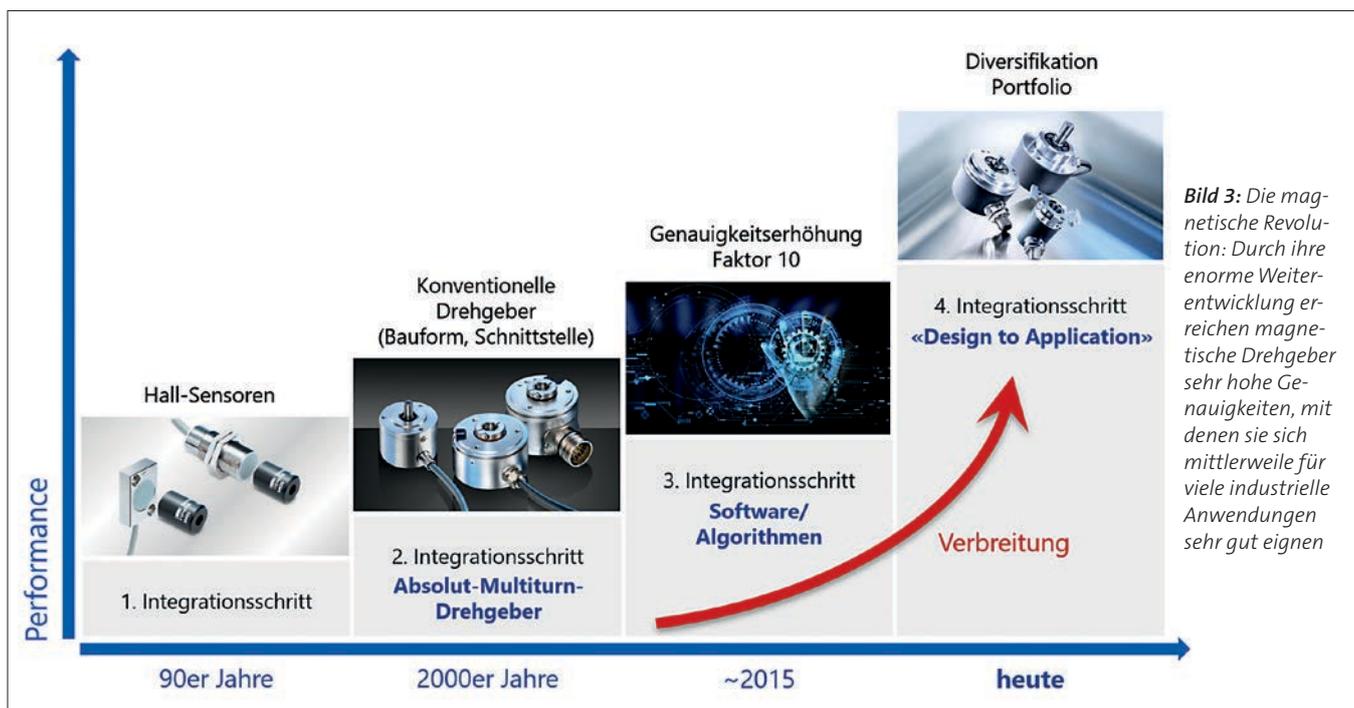


Bild 3: Die magnetische Revolution: Durch ihre enorme Weiterentwicklung erreichen magnetische Drehgeber sehr hohe Genauigkeiten, mit denen sie sich mittlerweile für viele industrielle Anwendungen sehr gut eignen

Quelle: Baumer

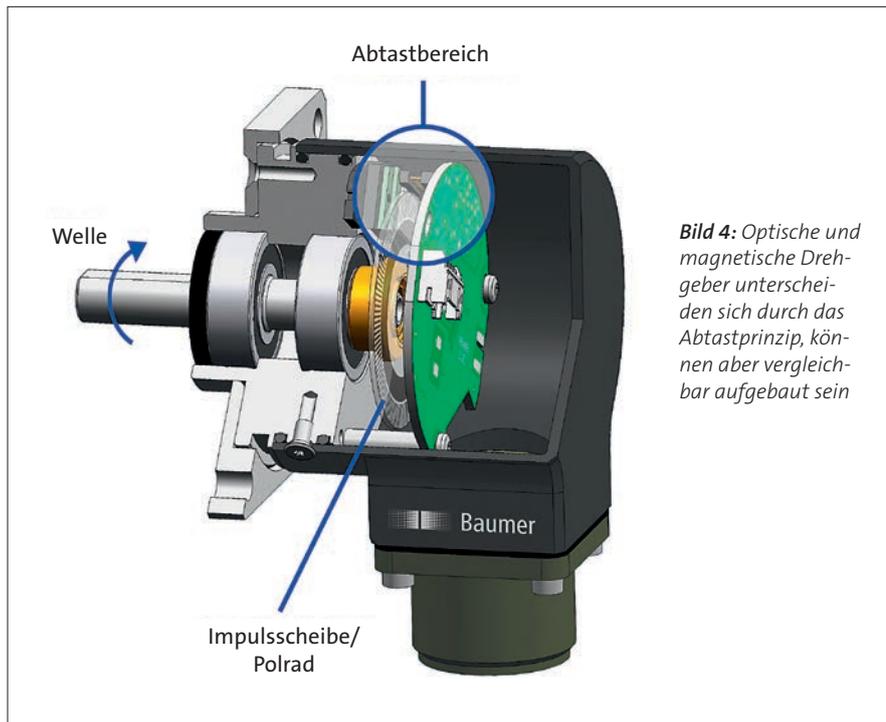


Bild 4: Optische und magnetische Drehgeber unterscheiden sich durch das Abtastprinzip, können aber vergleichbar aufgebaut sein

Magnetische Drehgeber erreichen derzeit eine deutliche langsamere Datenaktualität als optische Encoder, die Positionsdaten direkt von der Impulsscheibe und damit quasi in Echtzeit liefern. Dies ist oft entscheidend für die präzise Synchronisierung von Achsen.

Baumer hat magnetischen Drehgebern zu einer bemerkenswerten Präzision verholfen – dank eines optimierten Zusammenspiels aller Schlüsselkomponenten und dank innovativer Software-Algorithmen, die auf Basis einer großen Applikationserfahrung entwickelt wurden. Die von der heutigen Baumer EAM-Serie mit Diametralmagnet erreichte Genauigkeit von $0,15^\circ$ (500 Winkelsekunden) ist etwa 10-fach höher als die ihrer Vorgänger aus den 2000er Jahren. Dennoch: Der Graben zu den optischen Drehgebern ist trotz dieses beachtlichen Entwicklungssprungs immer noch breit. Die optischen Encoder wie der inkrementale »EIL580« und der absolute »EAL580« sind mit einer typischen Genauigkeit von $0,015^\circ$ (50 Winkelsekunden) immer noch etwa 10-fach genauer als die präzisesten EAM-Drehgeber.

Bei Encodern mit Ringmagnet hängt die erreichbare Genauigkeit und Auflösung von dem in der Applikation möglichen Ringdurchmesser ab. Bei einem größerem Ringdurchmesser lassen sich auf dem Umfang mehr Magnetpole unterbringen. Dies ermöglicht eine Erhöhung der Grundauflösung des Ring-Encoders, und bei entsprechender Magnetgüte auch eine erhöhte Genauigkeit.

Optische Drehgeber für hohe Präzision und Dynamik

Wo sehr hohe Präzision und Dynamik gefordert sind, führt an optischen Drehgebern

und Anlagen, und damit an die der Drehgeber, extrem hoch. Ein Ausfall kann hier leicht zum kompletten Verlust einer Produktionscharge oder sogar zu aufwendigen Instandsetzungen führen. Die neue absolute Referenz auf diesem Gebiet sind die Baumer Heavy-Duty-Modelle HMG10 / PMG10, die selbst diese Herausforderungen zuverlässig lösen. Mit ihrer optimierten magnetischen Abtastung stellen sie bezüglich Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit alles bisher Dagewesene in den Schatten.

Neben der hohen Robustheit gegenüber Schmutz und Schocks punkten die magnetischen Drehgeber mit weiteren Vorzügen: Das Messprinzip erlaubt sehr kompakte Bauformen, wie sie Baumer zuletzt mit dem berührungslosen, leistungsstarken EB360 Absolut-Multiturn-Kit-Drehgeber für raue Umgebungen vorgemacht hat. Seine geringe Einbautiefe maximiert die Konstruktionsfreiheit und ermöglicht neue Einsatzfelder.

Trotz seiner Stärken hat das magnetische Messprinzip gewisse Grenzen:

- Wenn Positionsdaten sehr dynamisch in Echtzeit benötigt werden
- wenn höchste Präzision und Auflösung gefordert ist
- bei starken magnetischen Störungen in der Applikation.

Magnetische Drehgeber sind dank stark gesteigener Rechenleistung in der Signalverarbeitung mittlerweile zwar sehr schnell, aber aufgrund der notwendigen Interpolation zur Erreichung einer geeigneten Positi-

onsauflösung sind sie aktuell immer noch langsamer als ihre optischen Pendanten. Denn die Grundauflösung bei magnetischen Drehgebern ist üblicherweise deutlich geringer als bei optischen Abtastungen. Mit einem Diametralmagnet werden im Magnetsensor typischerweise zwei Sin-Cos-Perioden pro Umdrehung erzeugt, bei einem Ringmagnet sind es typischerweise bis zu 64 Sin-Cos-Perioden. Für eine höhere Positionsauflösung von beispielsweise 12 Bit ist daher immer eine Filterung und Interpolation der Signale notwendig. Dies kann je nach Güte der Magnete und Ausführung der Signalverarbeitung zu Positionsrauschen und zu einer verzögerten Positionsbildung führen.



Bild 5: In Antrieben liefern Encoder Informationen für Drehzahl und Position

kein Weg vorbei. Denken wir an einen industriellen Flachbettdrucker: Für ein gleichmäßiges, schlierenfreies Druckbild sind hochgenaue Positionswerte unabdingbar, denn jeder Fehler in der Messkette verschlechtert das Ergebnis und führt schnell zu nicht verwertbaren Fehldrucken. Kurz gesagt entspricht die erreichbare Druckqualität direkt der Genauigkeit der Ausgangssignale des Drehgebers. Eigengelagerte optische Inkremental-Drehgeber wie der »EIL580« von Baumer gewährleisten unter allen Bedingungen, unabhängig vom Vorschub ein stets konstant präzises Druckbild, wie es mit magnetischen Encodern nicht möglich wäre.

Auch der Bereich Verpackungstechnik stellt teilweise höchste Anforderungen an die Genauigkeit von Drehgebern, beispielsweise in Getränke-Abfüllanlagen, bei denen die Öffnungen der Flaschen in einem Abfüllkarussell gegenüber den Abfülllanzen synchronisiert werden müssen. Positionsfehler sind nicht tolerierbar, da sie leicht zur Kollision bewegter Teile, beispielsweise der Einfülllanzen mit den Flaschen führen. Hier sind optische Drehgeber mit ihrer unübertroffenen Präzision die beste Wahl.

Bauartbedingt hat das optische Messprinzip folgende Begrenzungen:

- Lagerlose Bauform und Hochintegration nur in geschützter, staubfreier Umgebung
- leicht erhöhte Empfindlichkeit der optischen Komponenten gegenüber Schocks und Vibrationen
- hermetische Kapselung gegenüber Feuchtigkeit schwer möglich.

Welcher Drehgeber für welche Anforderung?

Die Wahl des richtigen Drehgebers hängt immer an den spezifischen Anforderungen. Daher kann es für die Auswahl keine pauschalen Empfehlungen geben, sondern nur eine grobe Orientierung.

Optische Drehgeber sind auch zukünftig unverzichtbar für eine Vielzahl von Applikationen mit folgenden Anforderungen:

- Hohe Signalgüte / Auflösung / Dynamik



Quelle: Baumer

Bild 6: Die vielen unterschiedlichen Anforderungen an Encoder, beispielsweise zu Genauigkeit, Bauform und Robustheit, erfordern eine breite Produkt- und Technologieauswahl – Baumer zeichnet sich nach eigenen Aussagen durch das weltweit grösste Drehgeber-Portfolio sowie durch sein fundiertes Applikations-Know-how aus

- Präzision in Echtzeit, inkremental und absolut
- einwandfreie Funktion auch bei starkem Magnetfeld gewährleistet
- konkrete Anwendungen sind beispielsweise anspruchsvolle Print-Lösungen, Leitgeberanwendungen und die präzise Synchronisation mehrerer Achsen.

Magnetische Drehgeber sind bestens geeignet für einen breiten Einsatz:

- Kleine bis mittlere Signalgüte/Auflösung/Dynamik
- Umgebung mit Staub, Schmutz, Schock und Vibration
- Antriebe (Bild 5) mit Getriebe
- lagerlose Bauformen & Hochintegration.

Im Grenzbereich lässt sich die ideale Drehgeberwahl nur mit Hilfe erfahrener Experten treffen, die technologieunabhängig aus einer breiten Produktpalette schöpfen können.

Fazit

Wie so oft in der Automatisierung gibt es auch im Bereich Drehgeber nicht die eine Technologie für alle Applikationen. Wichtig ist, die passende Technologie für die individuellen Anforderungen zu erkennen und im

Zweifel auf eigene Erfahrung oder externe Expertise zurückgreifen zu können. Baumer bietet als Sensor- und Encoder-Pionier mit breitem Portfolio (Bild 6) und Applikations-Know-how für viele verschiedene Herausforderungen die ideale Drehgeberlösung. ●

FÜR SCHNELLESER

Bei der Auswahl von Drehgebern kommt es entscheidend auf den Einsatzzweck an – sowohl optische als auch magnetische Drehgeber bieten hier Vorteile, es gibt aber auch Ausschlusskriterien

Seit etwa 25 Jahren haben magnetische Drehgeber gegenüber den optischen Drehgebern massiv an Qualität aufgeholt – dennoch können sie nicht das »Mädchen für alles« sein

Die Baumer GmbH bietet mit ihrer Expertise den Kunden Hilfestellung bei der Auswahl von Gebern an

Autoren:

Dr. Michael Schneider, Senior Product Manager und Stefan Forneck, Senior Strategic Product Manager, Baumer Group

