

# **WHITEPAPER**

## DREHGEBER

# INHALTSVERZEICHNIS

1 Einleitung .....	3
2 Absolutwertgeber und Inkrementalgeber.....	3
2.1 Funktionsprinzip optischer und magnetischer Drehgeber .....	4
2.2 Ein-, zwei- und dreikanalige Inkrementalgeber.....	5
3. Parametrierbare Drehgeber .....	5
3.1 Freie Wahl der Signalhöhe.....	5
3.2 Weitere Konfigurationsmöglichkeiten .....	6
3.3 Zeitersparnis bei Inbetriebnahme .....	6
4 Magnetische Drehgeber .....	6
5 Magnetische Wegmesssysteme .....	7
6 Applikationsbeispiel .....	8
6.1 Eigener Sondermaschinenbau.....	8
6.2 Filigrane Formen mit Ultraschall .....	9
6.3 Magnetische Wegmesssystem statt Seilzug .....	9
6.4 Exakter Vortrieb durch hohe Auflösung .....	10
6.5 Eindeutige Visualisierung der aktuellen Maße .....	11
6.6 Etablierter Standard.....	11

## **1 EINLEITUNG**

So verschieden die Bezeichnungen, so vielfältig die Einsatzbereiche. Encoder, Drehwinkelgeber, Drehimpulsgeber oder Winkelmesser etc. werden in vielen Industriebereichen für unterschiedlichste Aufgaben eingesetzt und finden Anwendung z. B. in Werkzeugmaschinen, CNC-Maschinen, Anlagen der Holzindustrie und Lagertechnik, Biegemaschinen, Bandanlagen, Mess- und Prüfeinrichtungen, Motoren, und, und, und. Ob Drehzahl, -winkel, -richtung, Länge, Weg oder Geschwindigkeit, das Einsatzspektrum von Drehgebern und Co. ist überaus breitgefächert. Angesichts der großen Auswahl an potenziellen Lösungen für unterschiedlichste Applikationen, beschäftigt sich dieses Whitepaper im Sinne einer Orientierungshilfe mit einigen ausgewählten Technologien zu Drehgebern, deren Funktionsweise und einsatzspezifischen Vorteile. In diesem Zusammenhang wird jedoch nicht der Anspruch auf Vollständigkeit erhoben, da eine detaillierte Beschreibung der gesamten Thematik den Umfang eines Whitepapers überschreiten würde.

ipf electronic verfügt über ein breitgefächertes Portfolio an Drehgebern für unterschiedliche Einsatzbereiche. Zum Angebot zählen zudem sogenannte magnetische Wegmesssysteme, deren Funktionsweise und Einsatzbereiche in diesem Whitepaper ebenfalls vorgestellt werden sollen. Die Systeme sind ursprünglich für die Erfassung linearer Bewegungen (Lageänderung) entwickelt worden, lassen sich aber mithilfe eines Messrads auch zur Messung rotatorischer Bewegungsabläufe (Winkeländerungen) einsetzen.

## **2 ABSOLUTWERTGEBER UND INKREMENTALGEBER**

Drehgeber können generell in Absolutwertgeber und Inkrementalgeber eingeteilt werden. Absolutwertgeber (optisch oder magnetisch) haben eine eindeutige Einteilung (eindeutige Strichteilung bzw. Abfolge von Nord- und Südpol-Blöcken) und benötigen nach dem Einschalten keine anfängliche Referenzierung. Sie liefern somit einen absoluten Messwert, wobei die Position bzw. Lageinformation in Form eines digitalen Zahlenwertes ausgegeben wird, der über den gesamten Auflösungsbereich des Gerätes eindeutig ist.

Im Zusammenhang mit Absolutwertgebern und einer eindeutigen Einteilung wird oftmals auf den sogenannten Gray-Code verwiesen. Dies ist ein stetiger Binär-Code, bei dem sich die benachbarten Codes in einer einzigen Ziffer unterscheiden. Der Gray-Code dient als Verfahren zur zuverlässigen Übertragung digitaler Größen über analoge Signalwege. Die Abfolge eines Standard-Gray-Codes lässt sich anhand einer einfachen Regel erzeugen: Beginnend mit 0 sind alle Bits zunächst 0. Daraufhin wird jeweils das niederwertigste Bit geändert, welches sich ändern lässt (von 0 auf 1 oder von 1 auf 0), ohne dass eine Abfolge entsteht, die bereits existiert. Zur Veranschaulichung folgendes Beispiel von einem 4-Bit-Gray-Code, wobei die rote Ziffer das jeweils veränderte Bit darstellt.

```
0000
0001
0011
0010
0110
0111
0101
0100
1100
1101
1111
1110
1010
1011
1001
1000
```

Abfolge eine 4-Bit-Gray-Codes

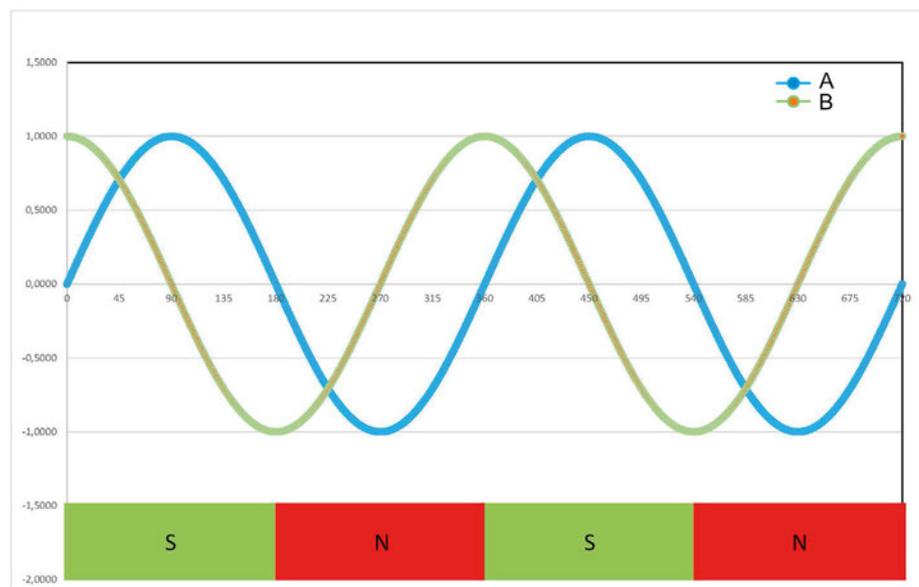
Inkrementalgeber (optisch oder magnetisch) verfügen indes über sich wiederholende periodische Einteilungen (Strichteilung oder stetige Abfolge von Nord- und Südpolen mit fester Breite). Inkrementale Drehgeber müssen daher nach dem Einschalten referenziert werden, weil sie keine eindeutige Lageinformation bzw. keinen eindeutigen Messwert zur Positionsbestimmung liefern.

### 2.1 FUNKTIONSPRINZIP OPTISCHER UND MAGNETISCHER DREHGEBER

Drehgeber bzw. Drehwinkelgeber erfassen Rotationsbewegungen und wandeln diese in auswertbare digitale Ausgangssignale zur Verarbeitung in einer Steuerung (SPS). Drehgeber von ipf electronic arbeiten nach dem Prinzip der optischen Abtastung. Sie verfügen hierzu über eine Impulsscheibe, auf der sich je nach Drehgeber eine eindeutige (absolute) oder sich wiederholende (inkrementale) Strichteilung befindet. Diese wird von einem optischen System abgetastet und durch eine integrierte Elektronik in geberspezifische Ausgangssignale (Multiturn, RS422, etc.) umgesetzt.

Die Funktionsweise von magnetischen Drehgebern ist mit optischen Systemen vergleichbar. Anstelle einer Impulsscheibe besteht ein magnetischer Drehgeber jedoch aus einer magnetisierten Scheibe, auf der sich je nach Gerät eine Einteilung mit sich wiederholenden Nord- und Südpolen (inkremental) mit fester Breite befindet oder eine eindeutige Einteilung (absolut), die gewissermaßen aus Nord- und Südpol-„Blöcken“ besteht. Inkrementale magnetische Drehgeber erfassen bei einer Drehbewegung der Scheibe die Feldstärke und die Feldrichtung, aus der sich wiederum analoge Sinus- bzw. Cosinus-Signale ergeben, die von den Schaltkreisen der Signalaufbereitung in zwei um 90° versetzte Rechtecksignale gewandelt werden.

Die Funktionsweise von inkrementalen magnetischen Systemen ist unabhängig davon, ob es sich um eine Lösung zur Erfassung von linearen oder rotatorischen Bewegungen handelt. Daher wird in Abb. 1 als Beispiel ein Wegmesssystem mit sich abwechselnden Nord- und Südpolen auf einem Magnetband gezeigt, wobei die Sensoren für beide Anwendungsfelder gleich sind. In diesem Zusammenhang existieren sowohl Lösungen mit Sensorelementen, die beide Signale erzeugen und auch Systeme mit zwei Einzelsensoren.



Ausgangssignale der Sensorelemente bei einem inkrementalen magnetischen Wegmesssystem, mit einer Einteilung des Magnetbandes aus sich wiederholenden Nord- und Südpolen mit fester Breite. Aus der Erfassung von Feldstärke (A) und Feldrichtung (B) ergeben sich Sinus- bzw. Cosinussignale, die in zwei um 90° versetzte Rechtecksignale gewandelt werden.

## 2.2 EIN-, ZWEI- UND DREIKANALIGE INKREMENTALGEBER

Unter den inkrementalen Drehgebern gibt es ein-, zwei- und dreikanalige Lösungen. Einkanalige Drehgeber arbeiten mit einem einzigen Ausgangssignal „A“. Sie werden in der Regel für Längen- und Drehzahlmessungen eingesetzt, also in Applikationen, in denen keine Erfassung der Drehrichtung erforderlich ist. Zweikanalige Drehgeber liefern zwei um 90° zueinander versetzte „A“- und „B“-Signale, deren Phasenbeziehung über eine Elektronik ausgewertet wird. Auf diese Weise lässt sich die Drehrichtung, bspw. zur Überwachung von Motoren, anhand einer steigenden oder fallenden Flanke bestimmen. Zusätzlich zum „A“- und „B“-Signal, liefern dreikanalige Drehgeber einen sogenannten Nullimpuls („Z“-Signal). Dieses Signal besteht aus einem einzigen, ab Werk vorgegebenen Impuls, der bei jeder Drehung eines Inkrementalgebers auf exakt der gleichen Position der Impulsscheibe ausgegeben wird. Der Nullimpuls ist daher eine Art fester Bezugspunkt, der u.a. für eine Referenzfahrt erforderlich sein kann, um z. B. die Ausgangsposition einer Antriebswelle zu erhalten.

## 3 PARAMETRIERBARE DREHGEBER

Allen inkrementalen Drehgebern ist eines gemein: Sie müssen bereits ab Werk auf die für eine spätere Applikation erforderliche Anzahl an Impulsen mit einer entsprechend vorgegebenen Strichteilung ausgelegt werden. Somit ergibt sich für jede Anzahl an Strichteilungen ein gesonderter inkrementaler Drehgeber. Industriebereiche mit einem hohen Bedarf an Encodern für unterschiedliche Aufgaben, für die mitunter verschiedene Auflösungen notwendig sind, benötigen daher für jedes Einsatzfeld ein separates Gerät mit entsprechender Bevorratung aller erforderlicher Varianten. Die inkrementalen Drehgeber der Reihe **VD58982x** von ipf electronic können indes direkt vor Ort mit einem PC parametrierbar und daher flexibel auf die jeweils erforderliche Anzahl an Impulsen (zwischen 1 und 65536 Impulsen) pro Umdrehung eingestellt werden.

### 3.1 FREIE WAHL DER SIGNALHÖHE

Über die Parametriersoftware zu den Drehgebern lässt sich zudem die Signalhöhe zur Auswertung auf einer Industriesteuerung (HTL-Pegel) oder einem PC (TTL-Pegel) auswählen. Eine hohe Spannung wird als High-Pegel definiert, während eine niedrige Spannung als Low-Pegel bezeichnet wird. Beim HTL-Pegel entspricht der Signalpegel der angelegten Versorgungsspannung von 8 bis 30V. Spannungen <8V werden hingegen als „Low“ identifiziert. Beim TTL-Pegel gilt ein Signal <0,8V als „Low“ und ein Signal >2V als „High“. TTL-Pegel haben ihren Ursprung in der Computertechnologie, da Microcontroller in der Regel mit einer Versorgungsspannung von 5V arbeiten, während klassische Industriesteuerungen eine Versorgungsspannung von 24V (HTL-Pegel) benötigen.

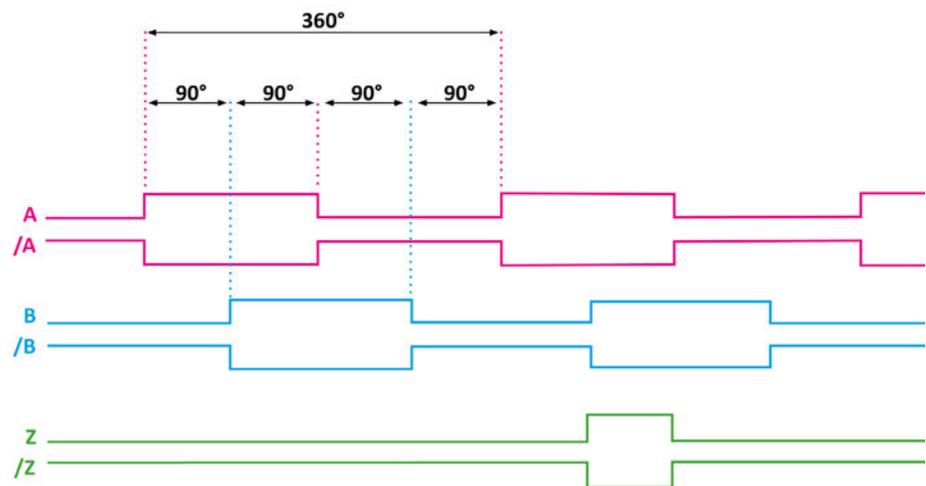


Parametrierbare inkrementale Drehgeber: **VD589820** mit 6mm-Vollwelle, **VD589821** mit 10mm-Vollwelle und **VD589822** mit 12mm-Hohlwelle (von links).

### 3.2 WEITERE KONFIGURATIONSMÖGLICHKEITEN

Zusätzlich zur Drehrichtung (CW=Clockwise/CCW=Counterclockwise), also der Wahl der Richtung, in der die Positiv Zählung erfolgen soll, lässt sich bei den parametrierbaren Drehgebern auch die Position eines Referenzsignals (Nullimpuls) im Bereich von 0° bis 360° auf der Impulsscheibe frei vorgeben. Anwender bleiben somit im Vergleich zu konventionellen Encodern auch hier völlig flexibel bei der Konfiguration. Selbst die Breite des Referenzsignals ist einstellbar, wobei das Z-Signal entweder für eine viertel Umdrehung (Z 90°) oder eine halbe Umdrehung (Z 180°) ansteht und somit „High“ ist. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, bei parametrierbaren Drehgebern die Ausgangssignale zu invertieren (Komplementärsignal) (A-nA / B-nB / Z-nZ). Hierbei erfolgt eine Signalumkehrung von A, B und Z, sodass z. B. eine steigende Flanke A (High) zu einer fallenden Flanke A (Low) wird. Das gleiche gilt für B und Z.

Mithilfe invertierter Signale können bspw. Plausibilitätstests durchgeführt werden, um Störungen auf Signalleitungen zu identifizieren. Generell dienen solche Komplementärsignale aber dazu, die Auflösung und somit die Messgenauigkeit eines inkrementalen Drehgebers zu erhöhen, weil dann eine sogenannte 4-fach-Auswertung möglich ist, bei der sowohl die steigenden als auch fallenden Flanken gezählt werden.



Invertierte Signale eines parametrierbaren Drehgebers. Durch eine 4-fach-Auswertung der A- und B- sowie deren Komplementärsignale wird die Auflösung und somit die Messgenauigkeit erhöht.

### 3.3 ZEITERSPARNIS BEI INBETRIEBNAHME

Alle zuvor eingestellten Parameter der Drehgeber **VD58982x** lassen sich zudem abspeichern und bei Austausch eines Gerätes auf den neuen Encoder übertragen. Hierdurch ist eine erneute Parametrierung nicht mehr notwendig, wodurch erhebliche Zeit bei der Inbetriebnahme eingespart wird. Vor allem Maschinenbauer und Systemintegratoren können von den Lösungen profitieren, da sie für unterschiedliche Aufgaben nicht mehr eine Vielfalt an unterschiedlichen Drehgebern bevorraten müssen.

### 4 MAGNETISCHE DREHGEBER

Die magnetischen Drehgeber (Winkelsensoren) **MD420020** und **MD420021** von ipf electronic bestehen als zweiteilige Systeme aus einem Geber (Magnet) und einem Sensor. Je nachdem, wie der Geber in einer Applikation gedreht wird, verändert sich, bezogen auf den Sensor, die Richtung der magnetischen Feldlinien. Der stationär installierte Sensor erfasst diese Richtungsänderungen im Feldlinienverlauf, wodurch die genaue Position des Gebers zum Sensor ermittelt werden kann. Der Analogausgang liefert hierzu im Drehwinkelbereich von 0° bis 360° ein winkelproportionales Signal von 4...20mA oder 1...10V. Die kompakten, verschleißfrei arbeitenden Winkelsensoren sind ideal für die Integration in bestehende Maschinenbaugruppen, um Drehwinkel aufzunehmen. Durch die getrennte Montage von Geber und Sensor eröffnen sich

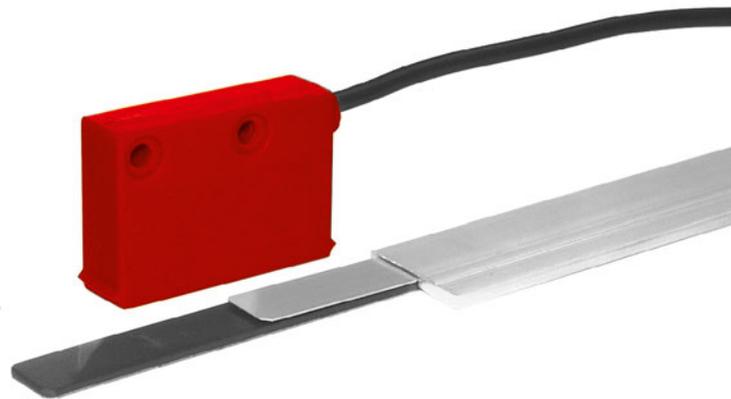
hierbei viele variable Montagemöglichkeiten. Die Winkelsensoren von ipf electronic in IP67 sind sehr robust, unempfindlich gegenüber Verschmutzungen und für einen Einsatztemperaturbereich von -40°C bis +85°C ausgelegt. Die Systeme arbeiten daher selbst unter widrigsten Umgebungsbedingung stets zuverlässig. Weiterer entscheidender Vorteil: Da der **MD420020** und **MD420021** absolut messende Systeme sind, müssen sie vor der Inbetriebnahme weder kalibriert noch referenziert werden und sind daher sofort einsatzbereit.



Magnetische Drehgeber (hier der **MD420020**) sind Absolutwertgeber und müssen daher nach der Inbetriebnahme nicht referenziert werden.

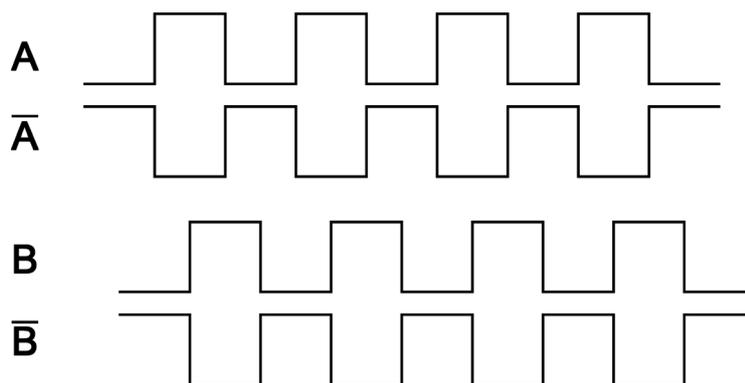
#### **5 MAGNETISCHE WEGMESSSYSTEME**

Wegsensoren (Inkrementalgeber) von ipf electronic erfassen Wegstrecken und -richtungen bzw. Drehrichtungen und Winkelveränderungen. Da es sich hier streng genommen nicht um Drehgeber im klassischen Sinne handelt, sind diese Lösungen im Produktselektor von ipf electronic unter „Wegmesssysteme“ subsumiert. Ein Wegmesssystem besteht aus einem Tastkopf (Sensor) und einem Magnetband. Der Sensor verfährt berührungslos über das Magnetband, auf dem sich in Längsrichtung Nord- und Südpole mit exakt definierter Polbreite abwechseln.



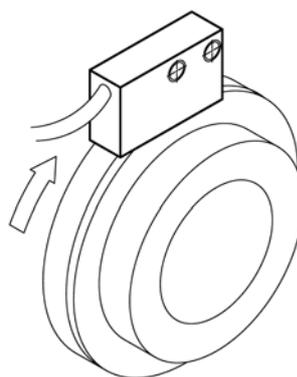
Magnetische Wegsensoren wie der **MW100400** verfahren für die Wegmessung berührungslos über ein Magnetband.

Beim Abtasten der verschiedenen Magnetpole werden zwei sinusförmige Signale erzeugt und von der Elektronik des Sensors in digitale Rechtecksignale bzw. -impulse umgewandelt, um hochauflösende Weginformationen zur Weiterverarbeitung über einen Zähler oder eine Steuerung zu erhalten. Magnetische Wegmesssysteme lassen sich sehr einfach montieren, ermöglichen aufgrund der verfügbaren Magnetbänder in Längen bis 75 Meter eine flexible Auslegung auf die jeweilige Applikation, widerstehen bei Bedarf einer hohen Anfangsbeschleunigung und sind absolut verschleißfrei bei hoher Genauigkeit (Auflösung linear 0,1mm bei 4-fach-Auswertung).



Signalbilder eines magnetischen Wegmesssystems mit invertierten Signalen für eine 4-fach-Auswertung.

Mithilfe von Messrädern bzw. Magnetringen werden die Lösungen von ipf electronic außerdem zu sehr robusten, offenen magnetischen Drehgebersystemen, z. B. mit dem **AM000051** (Ø 50mm), das maximal 2048 Impulse pro Umdrehung bei einer 4-fach Auswertung liefert. Darüber hinaus sind mit den Lösungen auch einfache Winkelmessungen realisierbar. Die Genauigkeit eines Systems beträgt unter Berücksichtigung der jeweiligen Magnetbandlänge „L“ in Metern  $\pm(0,1 + 0,01 \times L)$ mm.



Mit Messrädern bzw. Magnetringen werden die magnetischen Wegmesser zu robusten, offenen Drehgebersystemen.

Müssen höhere Anforderungen erfüllt werden, bietet sich ein Messsystem der Reihe **MW11** (Auflösung 10µm, Genauigkeit 50µm) mit einem Magnetband **AM000059** an. Wie die magnetischen Sensoren sind die magnetischen Wegsensoren bzw. die mit einem Magnetring realisierten Drehgebersysteme unempfindlich gegenüber Verschmutzung, Ölen, Feuchtigkeit und Erschütterungen. Sie sind daher nicht nur für ein breites Einsatzfeld geeignet, sondern empfehlen sich aufgrund der leichten, flexiblen Handhabung u.a. für die einfache Nachrüstung von bestehenden Maschinen und Anlagen.

## 6 APPLIKATIONSBEISPIEL

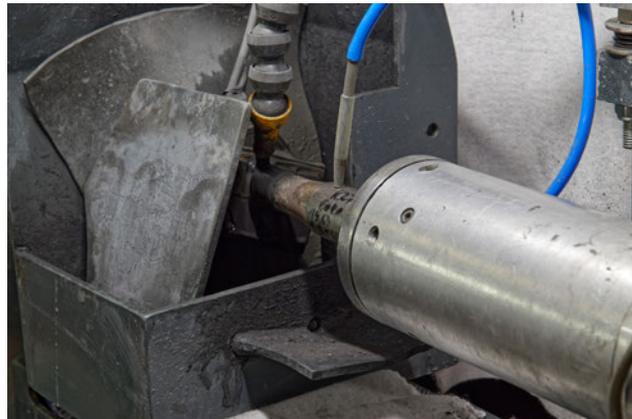
Anhand eines konkreten Applikationsbeispiels soll gezeigt werden, wie vielseitig magnetische Wegmesssysteme von ipf electronic einsetzbar sind, z. B. in Sondermaschinen zur Bearbeitung von Edel- und Halbedelsteinen sowie synthetischen Steinen.

### 6.1 EIGENER SONDERMASCHINENBAU

Die Edelsteinmanufaktur Herbert Stephan KG mit Sitz in Frauenberg unweit von Idar-Oberstein gehört zu einem der größten Betriebe der Region für die Bearbeitung von Edel- und Halbedelsteinen sowie synthetischen Steinen und bezeichnet sich selbst als High-Tech-Manufaktur. Aus gutem Grund, denn für die maschinelle Edelsteinbearbeitung gibt es im Grunde keine Standardlösungen. Daher entwickelt die Herbert Stephan KG ihre Maschinen bis hin zur hauseigenen Softwareprogrammierung für die Steuerungen selbst. Mittlerweile sind das weit über 100 Sondermaschinen.

### **6.2 FILIGRANE FORMEN MIT ULTRASCHALL**

Eine der Kernkompetenzen der Herbert Stepan KG ist das Gravieren von Formen, Motiven oder Muster mittels Ultraschalltechnologie und Negativmatrizen in synthetischen und echten Edelsteinen. Die eigens für diesen Zweck entwickelte Lösung ermöglicht eine maschinelle Fertigung in größeren Stückzahlen zu wettbewerbsfähigen Preisen. Mittlerweile sind mehr als 50 solcher Ultraschall-Maschinen im Einsatz. Das Produktionsverfahren: Auf einen Ultraschallkopf wird eine Negativmatrize gelötet und dann mit diesem Werkzeug mittels hoher Schwingungen und Borcarbit als abrasive Emulsion die entsprechende Form in einen Stein eingearbeitet. Auf diese Weise können bspw. Motive hergestellt werden, die sich normalerweise nicht schleifen lassen. Darüber hinaus wird das Verfahren auch genutzt, um u.a. Vertiefungen in Steine für Goldinlays einzupressen.



Mit dem Ultraschallkopf und einer aufgelöteten Negativmatrize wird die entsprechende Form mittels hoher Schwingungen und Borcarbit in einen Stein eingearbeitet.

Ein entscheidender Parameter während der Bearbeitung ist ein möglichst präziser und positioniergenauer Vortrieb des Werkzeugs zum Werkstück. In der Vergangenheit wurde hierfür ein Seilzugsystem verwendet, das aber sowohl aufgrund der prozessbedingten Schwingungen im Bereich von 22kHz als auch durch das bei der Bearbeitung verwendete Borcarbit immer wieder für Probleme sorgte. Das System war nicht nur anfällig gegenüber Verschleiß und Verschmutzung, sondern darüber hinaus auch ungenau, da sich immer wieder die vordefinierten Parameter, z. B. die Nullstellung des Werkzeugvortriebs, verstellten. Daher musste das Seilzugsystem häufiger neu kalibriert werden, mitunter auch während der Fertigung einer Produktionscharge. Auf der Suche nach einer Alternative wandte sich das Unternehmen an ipf electronic, weil man mit dem Sensorspezialisten aus dem Sauerland in einigen Bereichen schon länger zusammenarbeitete. Mit einem inkrementell arbeitenden magnetischen Wegmesssystem hatte ipf electronic schließlich eine Lösung, die vor allem in Punkto Präzision und Zuverlässigkeit die entscheidenden Anforderungen erfüllte.

### **6.3 MAGNETISCHES WEGMESSSYSTEM STATT SEILZUG**

Im Wesentlichen besteht das Wegmesssystem aus einem Sensor **MW110430** als Tastkopf mit einer sehr hohen Auflösung von 10µm und dem Impulswächter **WY050100**. Wie bereits weiter oben beschrieben, verfährt bei magnetischen Wegmesssystemen der Sensor in der Regel berührungslos über ein Magnetband. An der Sondermaschine der Edelsteinmanufaktur ist der Sensor jedoch fest an der Maschine montiert, während sich das am Werkzeugvortrieb befestigte und durch ein zusätzliches Edelstahlband geschütztes Magnetband über den Sensor hinwegbewegt.



Der Sensor ist fest an der Maschine montiert, während sich das am Werkzeugvortrieb befestigte und durch ein zusätzliches Edelstahlband geschütztes Magnetband über dem Sensor hinwegbewegt. Somit unterliegt das Sensor-Anschlusskabel keinem Verschleiß.

Diese Lösung stellt sicher, dass das Anschlusskabel für den Sensor durch die Bewegungen des Werkzeugschlittens keinem Verschleiß unterliegt. Auf dem Magnetband befinden sich im Wechsel Nord- und Südpole mit einer exakt angeordneten Polbreite von 5mm, die beim Abtasten im Sensor eine Sinus-/Cosinusschwingung generieren. Diese Schwingungen wandelt der Sensor in zwei um 90 Grad versetzte Rechteckimpulse. Mit den hieraus resultierenden vier Signalflanken lässt sich über den Impulswächter die zurückgelegte Wegstrecke des Werkzeugvortriebs bzw. die gewünschte Tiefe der Negativmatrize sowie deren Bewegungsrichtung bestimmen und visualisieren.

#### **6.4 EXAKTER VORTRIEB DURCH HOHE AUFLÖSUNG**

Da die Steine mitunter nur zwei bis drei Millimeter dick sind und sich die Bearbeitungstiefen teilweise im Hundertstellbereich bewegen, muss der Vortrieb äußerst exakt arbeiten. Die hohe Auflösung des Sensors mit 0,01mm liefert diese Präzision. Weil der Vortrieb darüber hinaus sehr langsam erfolgt und der Prozess gleichzeitig starke Vibrationen erzeugt, ist es außerdem erforderlich, die Rechteckimpulse mit einer möglichst hohen Abtastrate zu erfassen. Auch hier ist man aufgrund der Eingangsfrequenz bzw. Abtastrate des Impulswächters von 250kHz im Vergleich zur Ultraschallfrequenz des Werkzeuges von 22kHz auf jeden Fall auf der sicheren Seite, zumal das System die Impulse aufgrund der hohen Auflösung auch beim manuellen Zurückziehen des Werkzeugschlittens sehr sauber verarbeitet.

Vor Beginn der Bearbeitung muss der Werkzeugvortrieb genau in Nullposition stehen, um exakt die Voreinstellungen für das Gravieren einzuhalten. Nach der Bearbeitung, aber zum Teil auch zur Kontrolle während der Erstbearbeitung, wird der Werkzeugschlitten mit der Matrize per Hand zurückgezogen. Das Wegmesssystem gewährleistet hierbei, dass sich die Matrize beim anschließenden erneuten Anfahren oder zu Beginn einer neuen Produktion wieder genau in Null- bzw. Startposition befindet. Beim Seilzugsystem konnte diese Position indes beim schnellen Zurückziehen des Werkzeugschlittens verloren gehen, sodass eine Nachjustierung erforderlich war.

## 6.5 EINDEUTIGE VISUALISIERUNG DER AKTUELLEN MASSE



Der Impulswächter visualisiert das jeweils aktuelle Maß für den Vortrieb mit grünen Ziffern. Die Anzeige wechselt auf Rot, wenn der Sollwert für die Tiefe der Matrize erreicht ist.

Der als Fronttafelgerät ausgeführte Impulswächter wird über das integrierte Touchpanel parametrierbar. Er ist so voreingestellt, dass die Anzeige die jeweils aktuellen Maße grün visualisiert, während die Maschine in Betrieb ist. Nach Erreichen des Sollwertes schaltet die Maschine ab und die Anzeige wechselt auf Rot, sodass der für die Maschine verantwortliche Mitarbeiter sofort sieht, wann die Bearbeitung eines Steines abgeschlossen ist.



Die Sondermaschinen ermöglichen äußerst filigrane Arbeiten, wie diese Schildkröte aus Jade. (Foto: Herbert Stephan KG)

## 6.6 ETABLIERTER STANDARD

Nach Ansicht des Instandhaltungsleiters der Herbert Stephan KG für elektrische Anlagen ist die Lösung von ipf electronic konventionellen Wegmesssystemen überlegen, da sie nicht nur die geforderten hohen Genauigkeiten erfüllt, sondern zudem berührungslos arbeitet und somit unempfindlich gegenüber mechanischen Belastungen und Vibrationen ist. Selbst Verschmutzungen durch das Borcarbit beeinträchtigen nun nicht mehr den Produktionsablauf. Mittlerweile hat sich das inkrementelle Wegmesssystem von ipf electronic als Standard für die Ultraschall-Maschinen der Edelsteinmanufaktur etabliert, wobei sämtliche Maschinen sukzessive mit der Lösung ausgestattet wurden.

© ipf electronic gmbh: Dieses White Paper ist urheberrechtlich geschützt. Die Verwendung des Textes (auch in Auszügen) sowie der Bildmaterialien in diesem Dokument ist nur mit schriftlicher Genehmigung der ipf electronic gmbh gestattet.

**ipf electronic gmbh**  
info@ipf.de • www.ipf.de

Änderungen vorbehalten! Stand: Januar 2022