

Längenmessgeräte

Winkelmessgeräte

Drehgeber

3D-Tastsysteme

Positionsanzeigen

Steuerungen

Gekapselte Längenmessgeräte mit Einfeld-Abtastung

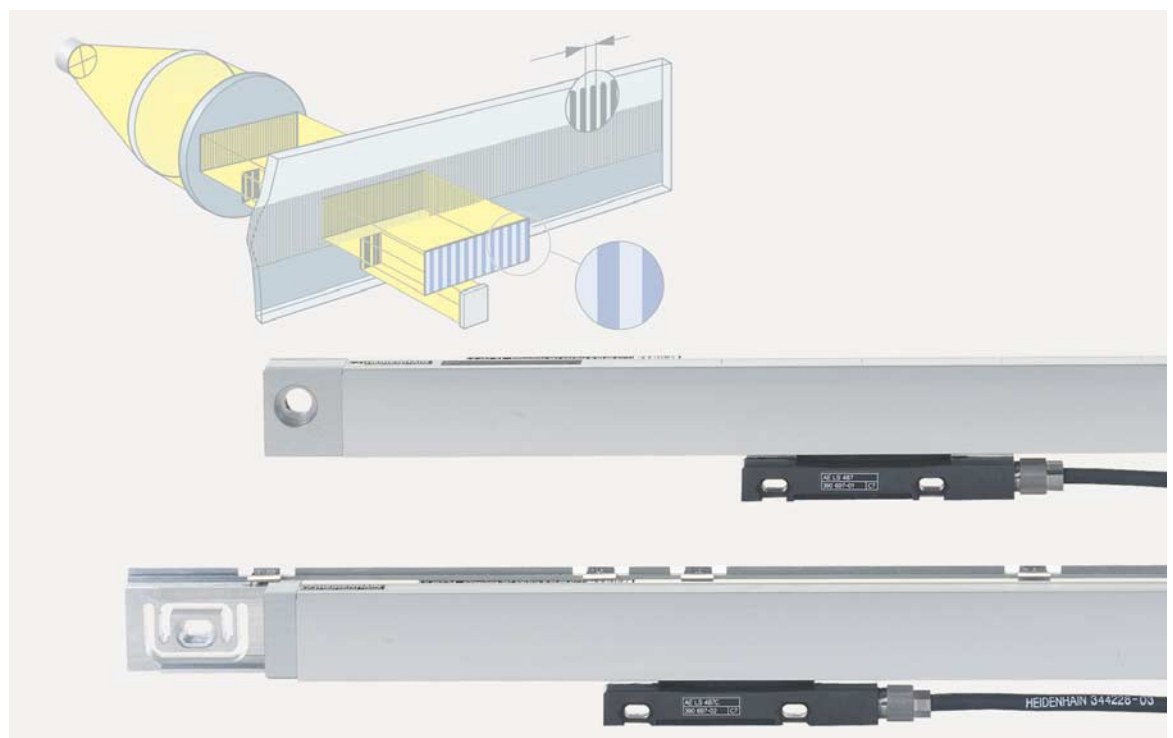
Längenmessgeräte von HEIDENHAIN werden als lineare Wegmessgeräte an Werkzeugmaschinen, in der Handhabungs- und Automatisierungstechnik ebenso eingesetzt wie an Mess- und Prüfeinrichtungen. Die gekapselten Längenmessgeräte sind vor Staub, Spänen und Spritzwasser geschützt und eignen sich daher bevorzugt für Maschinen und Anlagen mit rauen Umgebungsbedingungen bezüglich Verschmutzung. Aufgrund ihrer kompakten Bauweise finden sie auch An-

wendung an Direktantrieben und in der Montageautomation. Mit diesen zusätzlichen Einsatzgebieten werden auch erweiterte Anforderungen an die gekapselten Längenmessgeräte gestellt. So erfordern z. B. Linearmotoren hohe Verfahrgeschwindigkeiten. Hohe Positioniergenauigkeiten sind an Präzisionsmaschinen gefordert und insbesondere für Bearbeitungszentren erhöht eine verbesserte Verschmutzungsunempfindlichkeit die Maschinenverfügbarkeit.

Mit einer grundlegenden Überarbeitung der inkrementalen Längenmessgeräte trägt HEIDENHAIN diesen Forderungen Rechnung – vorerst bei den kleinprofiligen Versionen. Hier kommt in gekapselten Längenmessgeräten ein Abtastprinzip zum Einsatz, das sich gleichermaßen durch deutlich reduzierte Verschmutzungsempfindlichkeit und höhere Qualität der Ausgangssignale auszeichnet.

Die Vorteile auf einen Blick:

- höhere **Positioniergenauigkeit** und höhere **Verfahrgeschwindigkeit** durch verbesserte Signalgüte
- unempfindlicher gegen **Verschmutzung**



Abtastprinzip

Photoelektrische Abtastung

Die Längenmessgeräte arbeiten wie die meisten HEIDENHAIN-Messgeräte nach dem Prinzip der photoelektrischen Abtastung einer regelmäßig strukturierten Maßverkörperung.

Die Art der Abtastung ist entscheidend für die Güte der Ausgangssignale und damit sowohl für die Positioniergenauigkeit als auch für die Verfahrensgeschwindigkeit.

Naturgemäß reagieren optische Systeme empfindlich auf Verschmutzungen aller Art. Mit dem neuen Abtastprinzip der Einfeldabtastung, das HEIDENHAIN erstmalig bei einem gekapselten Längenmessgerät einsetzt, gelingt es, beide Punkte entscheidend zu verbessern. Zur Verdeutlichung wird es der bisherigen 4-Feld-Abtastung gegenübergestellt.

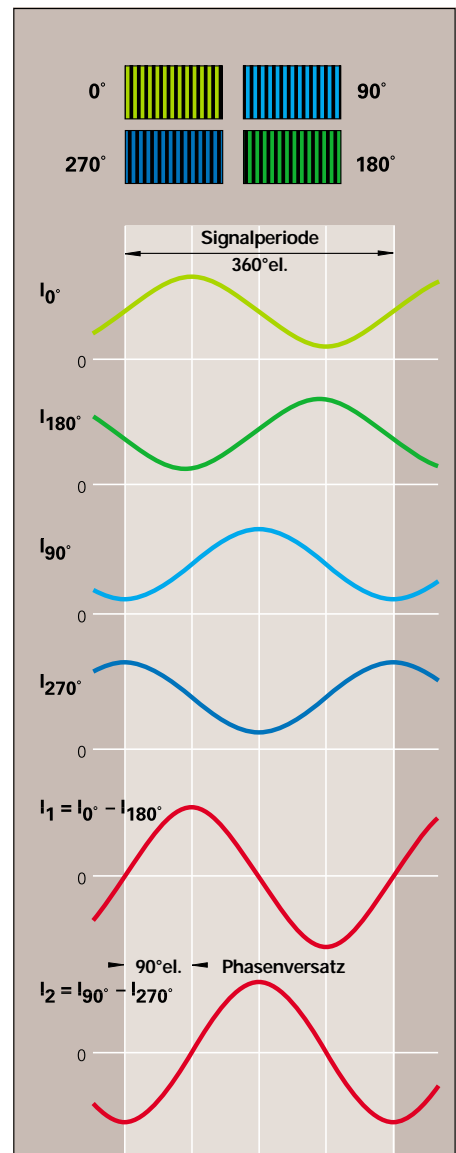
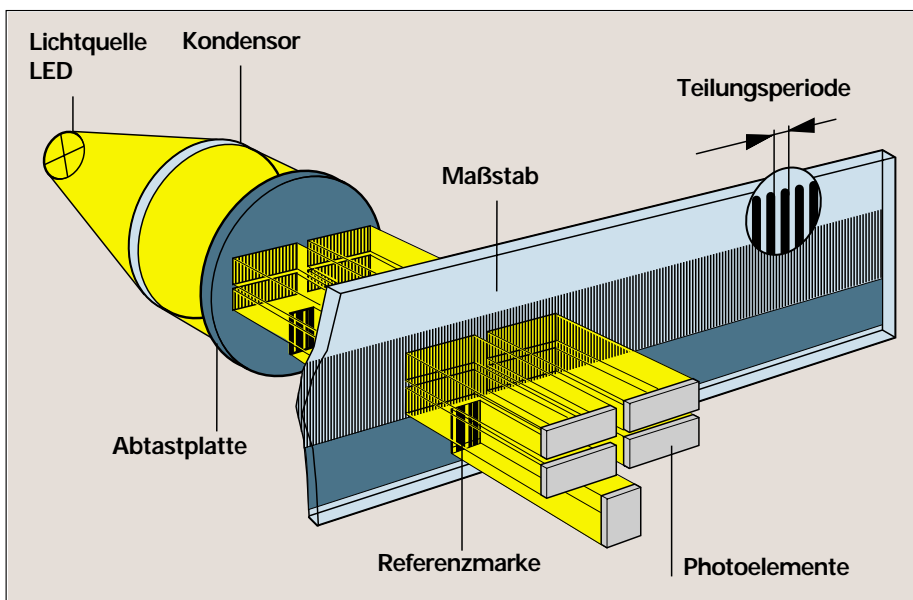


Das abbildende Messprinzip

Beim abbildenden Messprinzip, wie es z. B. in den gekapselten Längenmessgeräten LS verwendet wird, bewegt sich ein strukturierter Maßstab relativ zu einem Gegengitter – das Abtastgitter – mit gleicher oder ähnlicher Struktur. Das durchfallende Licht wird moduliert: stehen die Lücken übereinander, fällt Licht durch, befinden sich die Striche über den Lücken, herrscht Schatten. Photoelemente wandeln diese Lichtänderungen in elektrische Signale um.

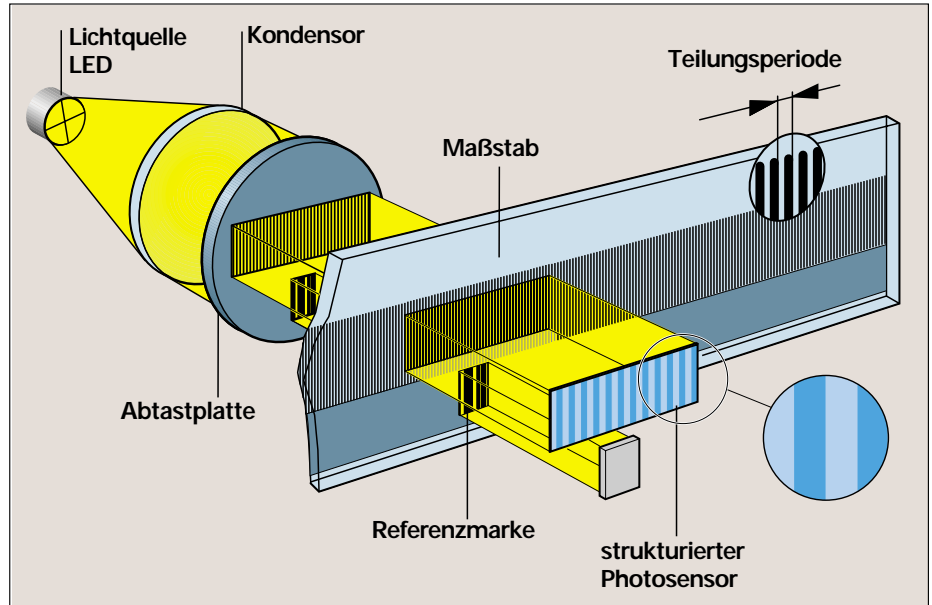
Signalgewinnung bei 4-Feld-Abtastung

Auf der Abtastplatte befinden sich Abtastfelder, deren Strichgitter jeweils eine Viertel Teilungsperiode zueinander versetzt sind. Die zugeordneten Photoelemente generieren sinusförmige Abtastsignale, die um 90°el. zueinander phasenversetzt sind. Diese Abtastsignale sind zunächst nicht symmetrisch zur Nulllinie. Die Photoelemente sind daher antiparallel geschaltet, so dass zwei um 90°el. versetzte, um die Nulllinie symmetrische Ausgangssignale I_1 und I_2 entstehen.



Signalgewinnung bei Einfeld-Abtastung

Die Abtastplatte trägt ein großflächiges Gitter, dessen Teilungsperiode sich geringfügig von der Teilungsperiode des Maßstabs unterscheidet. Dadurch entsteht eine optische Schwebung über die Länge des Abtastfeldes: An manchen Stellen überlagern sich die Striche, es fällt Licht durch. An anderen Stellen liegen Striche und Lücken übereinander, hier herrscht Schatten. Dazwischen werden die Lücken nur teilweise verdeckt. Dies bewirkt eine optische Filterung, die homogene Signale mit sehr guter Sinusform erlaubt. Anstelle einzelner Photoelemente generiert ein großflächiger, speziell strukturierter Photosensor die vier um 90°el. zueinander phasenversetzten Abtastsignale.



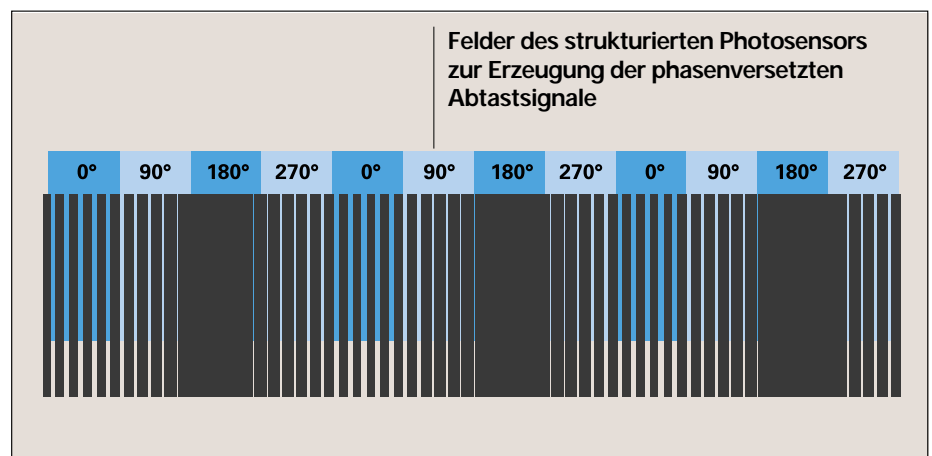
Photoelektrische Abtastung nach dem abbildenden Messprinzip mit Einfeld-Abtastung

Bessere Signalqualität

Gekapselte Längenmessgeräte erhalten ihre Genauigkeit zunächst aus der hohen Qualität der Strichgitter-Teilung des Glasmaßstabes. Dessen Teilungsperiode beträgt 20 µm und erlaubt Messschritte bis 0,1 µm und feiner, die durch Interpolation gewonnen werden.

Hier spielt die neuentwickelte Abtastoptik eine erhebliche Rolle. Das große Abtastfeld und die spezielle optische Filterung erzeugen Abtastsignale mit konstanter Signalqualität über den gesamten Verfahrensweg. Dies ist die Voraussetzung für

- Geringe Positionsabweichungen innerhalb einer Signalperiode
- hohe Verfahrgeschwindigkeiten
- gute Regelgüte bei Direktantrieben

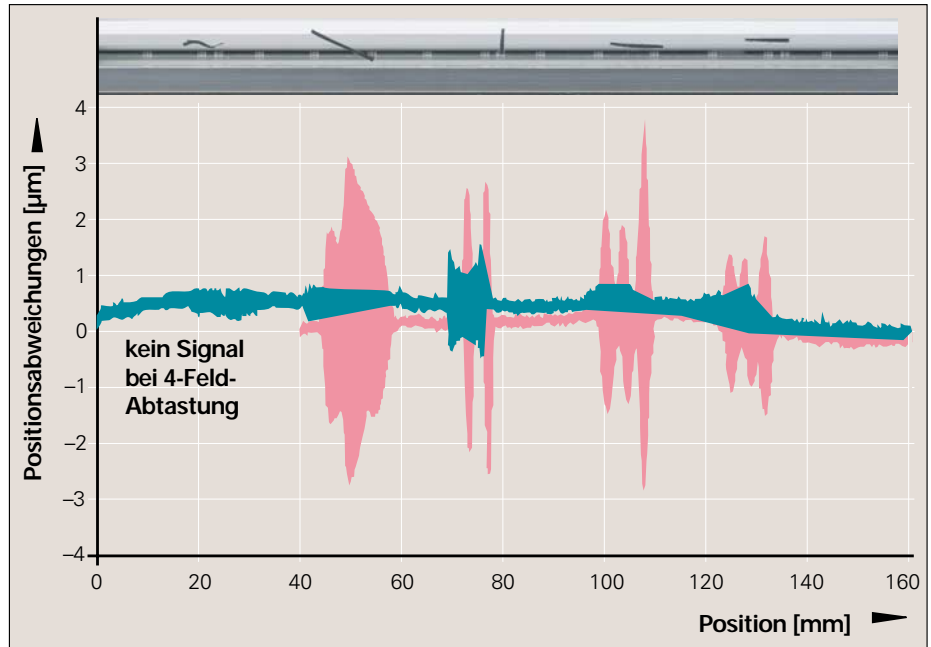


Abbilden der Hell/Dunkel-Felder (Abtastplatte und Maßstab) auf dem strukturierten Photosensor

Vorteile der Einfeld-Abtastung

Unempfindlich gegen Verschmutzung

Die große Abtastfläche über die gesamte Breite der Maßstabsteilung und die Anordnung mehrerer Abtastfelder hintereinander macht die Messgeräte mit Einfeld-Abtastung extrem unempfindlich gegen Verschmutzung. Die Ergebnisse entsprechen der Verschmutzungstests beweisen das: Selbst wenn großflächige Verschmutzungen simuliert werden, liefert das Messgerät hochwertige Messsignale. Die Positionsabweichungen bleiben weit unter den als Genauigkeitsklasse für das Messgerät spezifizierten Wert. Gegenüber der 4-Feld-Abtastung kann je nach Verunreinigung auch ein Ausfall des Messgeräts vermieden werden.

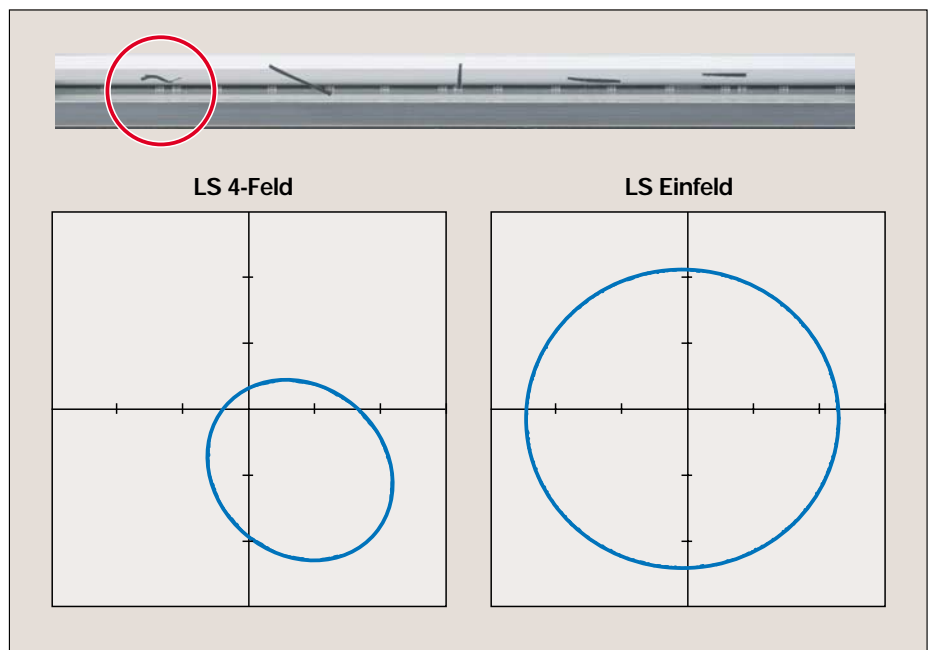


Auswirkung der Verunreinigung bei 4-Feld-Abtastung (rot) und Einfeld-Abtastung (grün)

Ein Beispiel zeigt exemplarisch den Einfluss der Verschmutzung auf die Ausgangssignale.

In der XY-Darstellung am Oszilloskop ergeben die Signale eine Lissajous-Figur. Bei idealen Ausgangssignalen entsteht ein Kreis in mittlerer Position. Abweichungen in Kreisform und Lage verursachen Positionsabweichungen innerhalb einer Signalperiode (siehe Messgenauigkeit) und gehen somit direkt in das Messergebnis ein. Die Größe des Kreises – er entspricht der Amplitude der Ausgangssignale – darf innerhalb bestimmter Grenzen variieren, ohne die Messgenauigkeit zu beeinflussen.

Diese Art der Verschmutzung wirkt sich bei der 4-Feld-Abtastung besonders markant aus: Da zwei Abtastfelder betroffen sind, zeigt die XY-Darstellung eine extrem exzentrische Ellipse. Dies verursacht einen totalen Ausfall des Messgeräts an dieser Position. Im Gegensatz dazu nimmt man bei dem Messgerät mit Einfeld-Abtastung nur eine geringe Änderung der Amplituden wahr. In der XY-Darstellung ändert sich lediglich der Durchmesser geringfügig – ein sicherer Hinweis auf nur sehr geringe Positionsabweichungen.



Auch extremen Bedingungen halten gekapselte Längenmessgeräte mit Einfeld-Abtastung stand. Wie zum Beispiel im Spritzwassertest.

Hier testet HEIDENHAIN die Messgeräte in vielfach wiederholten Zyklen:

- 12 h Verfahren unter massivem Kühlmiteleinsetz
- 12 h Ruhe- bzw. Abkühlphase

Dabei zeigt sich, dass auch Betauung auf dem Maßstab während der Abkühlphasen praktisch keine Auswirkungen auf die Funktionsfähigkeit des Messgerätes hat.



Prüfeinrichtung für Spritzwassertest mit kleinprofiligen Längenmessgerät

Verfahrgeschwindigkeit

Die zulässige Verfahrgeschwindigkeit der gekapselten Längenmessgeräte hängt ab von

- der mechanisch zulässigen Verfahrgeschwindigkeit und
- der elektrisch zulässigen Verfahrgeschwindigkeit

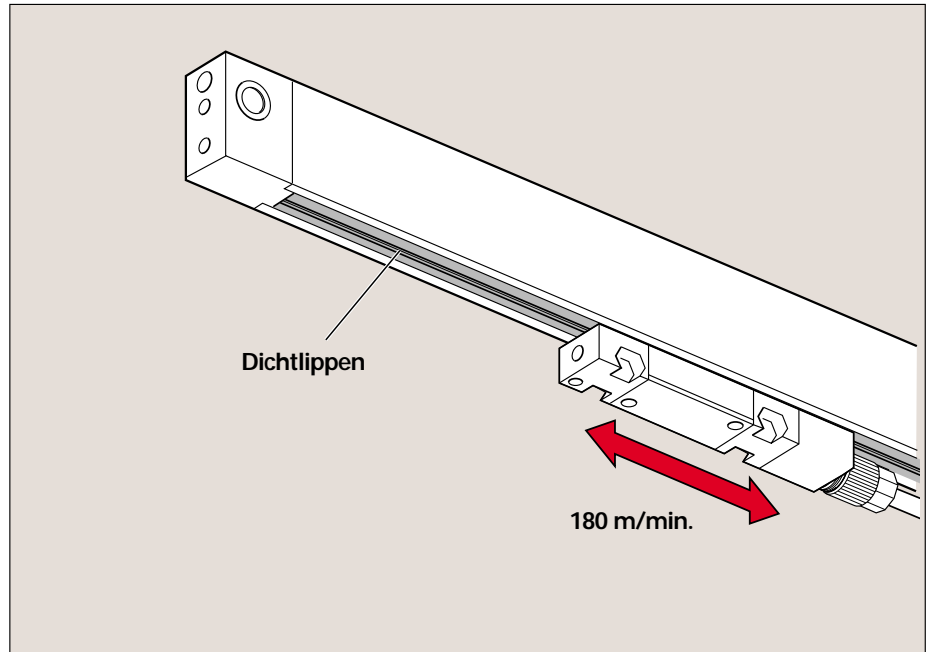
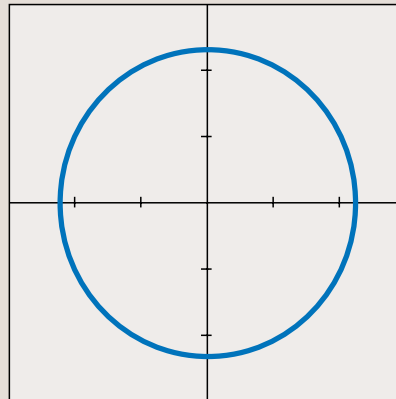
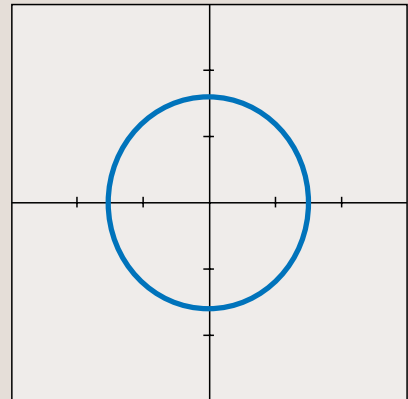
Hohe Verfahrgeschwindigkeiten werden besonders beim Einsatz der Längenmessgeräte an Laser-Schneid-Maschinen, Direktantrieben u. a. gefordert.

Mechanische Eigenschaften

Die Dichtlippen gekapselter Längenmessgeräte arbeiten besonders reibungsarm. Dadurch sind hohe Verfahrgeschwindigkeiten bei unverändert geringen Verschleiß möglich.

Elektrische Eigenschaften

Die Einfeld-Abtastung erzeugt Ausgangssignale mit hoher Qualität und Konstanz. Deren Amplituden sind nur im geringen Maße abhängig von der Verfahrgeschwindigkeit. Dies gewährleistet auch bei höheren Geschwindigkeiten stabile Ausgangssignale, die unverändert gut interpolierbar sind.

**niedrige Verfahrgeschwindigkeit****hohe Verfahrgeschwindigkeit**

Genauigkeit

Die Genauigkeit der Längenmessgeräte wird im wesentlichen bestimmt durch

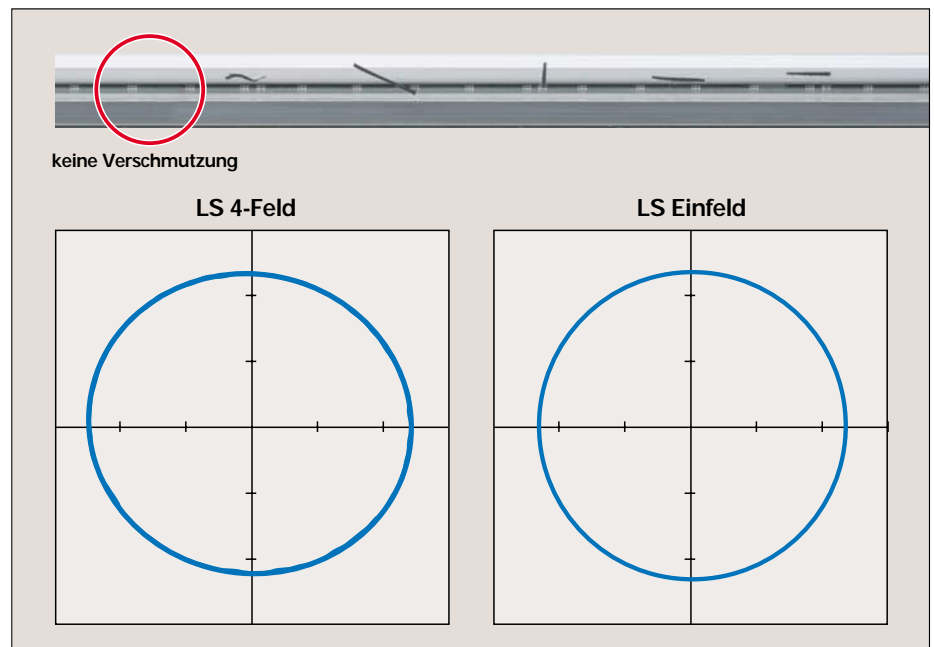
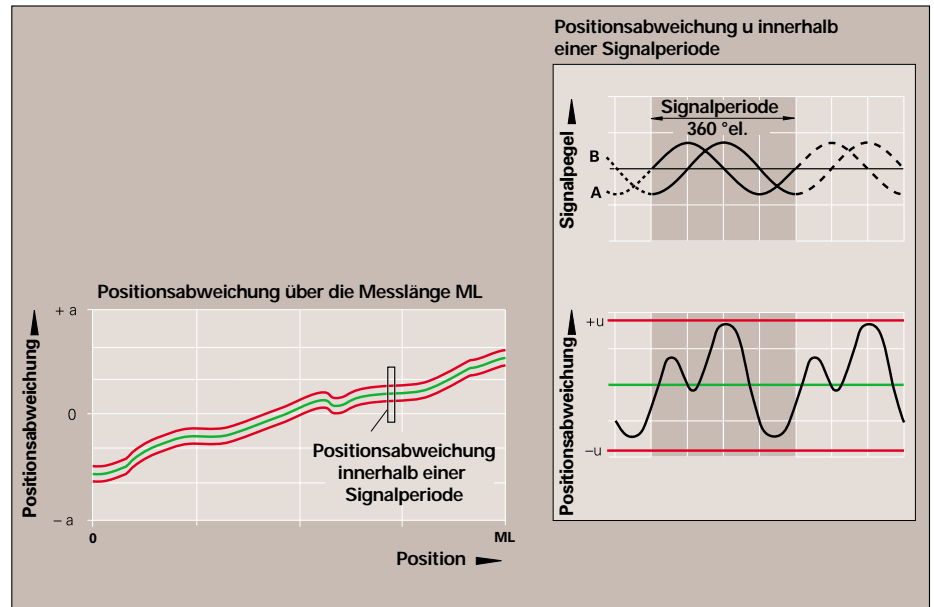
- die Güte der Strichgitter-Teilung
- die Güte der Abtastung

Dabei wird unterschieden zwischen den Positionsabweichungen über vergleichsweise große Verfahrwege z. B. über den Messweg und der Positionsabweichung innerhalb einer Signalperiode.

Die **Positionsabweichungen über den Messweg** werden in erster Linie durch die Genauigkeit der Strichgitter-Teilung gegeben. Sie sind im Messprotokoll dokumentiert.

Dagegen sind die **Positionsabweichungen innerhalb einer Signalperiode** abhängig von der Güte der Abtastung und der Signalperiode. Diese Abweichungen entstehen bei der Interpolation der sinusförmigen Ausgangssignale aufgrund unsymmetrischer Signale und nicht exakter Sinusform. Die Positionsabweichungen innerhalb einer Signalperiode sind als zufällige Fehler nicht kompensierbar. Sie wirken sich aus z. B. in der Regelgüte zur Antriebsregelung und der Wiederholgenauigkeit.

Die Einfeld-Abtastung erzeugt durch die spezielle optische Filterung zusammen mit dem großen Abtastfeld Signale mit hoher Konstanz und guter Sinusform. Dadurch reduzieren sich die Positionsabweichungen innerhalb einer Signalperiode wesentlich. Aus der XY-Darstellung am Oszillografen ist dies gut ersichtlich: Die Ausgangssignale der Längenmessgeräte mit Einfeld-Abtastung zeigten eine bessere Kreisform und ein geringeres Signalrauschen. Dies bedeutet eine höhere Positioniergenauigkeit und erlaubt eine höhere Regelgüte, das heißt bessere, fein abgestimmte Geschwindigkeitsregelung an Direktantrieben.



Die DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH entwickelt und produziert Längen- und Winkelmessgeräte, Drehgeber, Positionsanzeiger und Numerische Steuerungen für Werkzeugmaschinen. HEIDENHAIN liefert seine Produkte an Hersteller von Werkzeugmaschinen und an Hersteller von automatisierten Anlagen und Maschinen, insbesondere für die Halbleiter- und Elektronik-Fertigung.

HEIDENHAIN ist in 43 Ländern – meist durch eigene Niederlassungen – vertreten. Vertriebsingenieure und Servicetechniker unterstützen den Anwender vor Ort durch Beratung und Kundendienst.



HEIDENHAIN

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH

Dr.-Johannes-Heidenhain-Straße 5

83301 Traunreut, Germany

☎ +49 (8669) 31-0

FAX +49 (8669) 50 61

e-mail: info@heidenhain.de

www.heidenhain.de