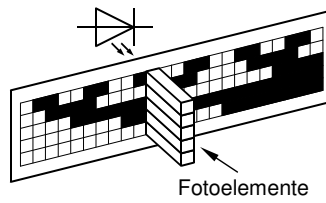
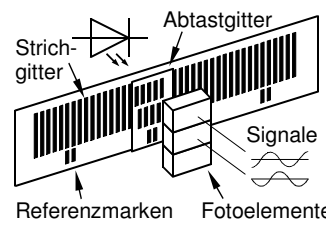
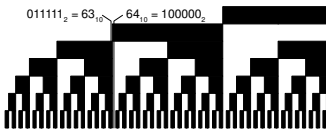
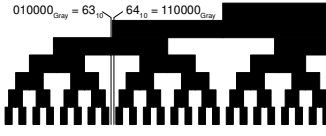
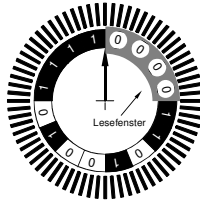
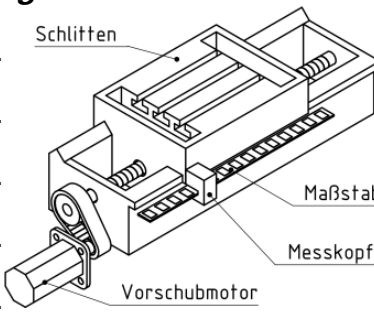
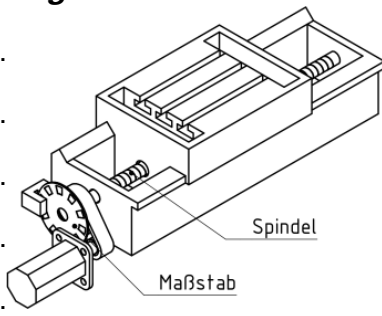




# Prinzip

Glasmaßstäbe: .....

Stahlmaßstäbe: .....

<p><b>Absolute Wegmessung</b></p>  <p>Fotoelemente</p>	<p><b>Inkrementale Wegmessung</b></p>  <p>Strichgitter, Abtastgitter, Signale, Referenzmarken, Fotoelemente</p>
<p><b>Binär-Code (absolut)</b></p>  <p>011111<sub>2</sub> = 63<sub>10</sub>, 64<sub>10</sub> = 100000<sub>2</sub></p>	
<p><b>Gray-Code (absolut)</b></p>  <p>010000<sub>Gray</sub> = 63<sub>10</sub>, 64<sub>10</sub> = 110000<sub>Gray</sub></p>	<p><b>Serieller Code (absolut) mit separater Inkrementalspur</b></p>  <p>Lesefenster</p>
<p><b>Direkte Wegmessung</b></p>  <p>Schlitten, Maßstab, Messkopf, Vorschubmotor</p>	<p><b>Indirekte Wegmessung</b></p>  <p>Spindel, Maßstab</p>

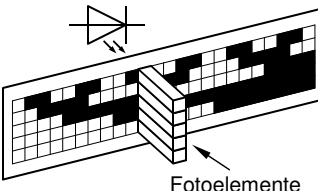
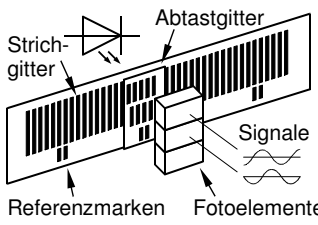
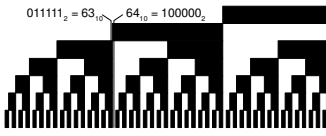
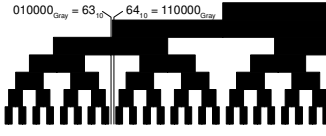
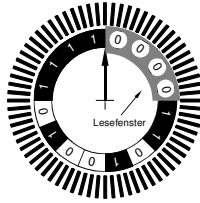
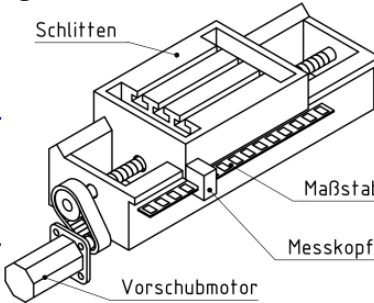
Informationen: H.Kief, H.Roschiwal: CNC-Handbuch 2011/2012; www.Heidenhain.com

## Lösungen – Prinzip

fotoelektrisch ablesbare Strichmarken (kapazitive, magnetische und induktive Markierungen sind ungenauer abzulesen und bei Werkzeugmaschinen nicht üblich) .....

Glasmaßstäbe: für Durchlicht, genauer, teurer, in der Länge begrenzt (ca. bis 3 m).....

Stahlmaßstäbe: mit Auflicht (reflektierend).....

<p><b>Absolute Wegmessung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– hat durch eindeutige Codierung jederzeit vollständige Ortsinfo ....</li> <li>– benötigt viele parallele Spuren (16 auf 1m bei 20µm Abstufung: <math>2^{16} \times 20\mu\text{m} = 1,3\text{m}</math>) .....</li> <li>– unproblematisch bei Störungen, aber teurer → selten bei Werkzeugmaschinen .....</li> </ul> 	<p><b>Inkrementale Wegmessung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– zählt den Weg anhand der Markierungen .....</li> <li>– muss immer nach Störungen und regelmäßig zur Kontrolle Referenzmarken anfahren.</li> <li>– die Überlagerung des Strichgitters und eines Abtastgitters ergibt einen Hell-Dunkel-Verlauf, der in 1024 oder mehr Schritte interpoliert wird .....</li> <li>– um die Bewegungsrichtung zu erkennen, sind 2 phasenversetzte Abtastgitter mit Sensoren nötig ....</li> <li>– der 3. Sensor liest die Referenzmarken .....</li> <li>– mehrere Referenzmarken müssen unterscheidbar sein, z.B. durch ihren Abstand .....</li> </ul> 
<p><b>Binär-Code (absolut)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Hell-Dunkel (0/1)-Übergänge sind im Grenzbereich nicht immer eindeutig abzulesen .....</li> <li>– Im Binär-Code kann 1 Bit einen großen Unterschied ausmachen (z.B. <math>100000_2 = 64_{10} \leftrightarrow 000000_2 = 0_{10}</math>) .....</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Binär-Code ist seriell so verteilt, dass jede Position mit seriellen Sensoren eindeutig ablesbar ist → eine Spur = billiger .....</li> <li>– die zusätzliche Inkrementalspur dient der feineren Auflösung .....</li> </ul>
<p><b>Gray-Code (absolut)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– hat nur einen 0/1-Übergang je Zahlensprung → kann nur eine Position daneben liegen (z.B. <math>110000_{\text{Gray}} = 64_{10} \leftrightarrow 010000_{\text{Gray}} = 63_{10}</math>) .....</li> </ul> 	<p><b>Serieller Code (absolut) mit separater Inkrementalspur</b></p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>– die zusätzliche Inkrementalspur dient der feineren Auflösung .....</li> </ul>
<p><b>Direkte Wegmessung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– gemessen wird der Weg des Werkzeugtisches (Schlitten) ....</li> <li>– erfordert lange Maßstäbe → teurer .....</li> <li>– weniger Fehlerquellen als bei der indirekten Messung, aber noch besser wäre Messung direkt am Werkstück .....</li> </ul> 	<p><b>Indirekte Wegmessung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– gemessen wird die Drehung der Vorschubspindel → kürzere, billigere Maßstäbe .....</li> <li>– Fehler in der Steigung der Spindel müssen gemessen und von der Steuerung einkalkuliert werden .....</li> <li>– absolute Messung erfordert einen Umdrehungszähler .....</li> </ul> 