

3.1.3 Messabweichung¹

Wenn das Istmaß eines Werkstückes von seinem Sollmaß abweicht, so ist das Werkstück nur dann fehlerhaft, wenn die Abweichung² f größer als zulässig ist.

Die zulässige Abweichung kann nach oben (t_o) und unten (t_u) unterschiedlich groß sein. Da bei ihrem Überschreiten ein Fehler auftritt, wird sie durch die Fehlergrenzen G_o und G_u begrenzt. Fehlergrenzen sind Beträge und werden daher ohne Vorzeichen angegeben. Wenn $G_o = G_u$ ist, handelt es sich um die symmetrische Fehlergrenze G . Also: $G \leftrightarrow G_o = G_u$.

Drei Beispiele für Angaben von Fehlergrenzen:

$G = 0,001 \text{ mm}$ bei $15,0 \text{ mm}$; $G_o = 0,001 \text{ mm}$, $G_u = 0 \text{ mm}$;

$G_e = \frac{G}{I_e} = 0,2 \%$ [G_e ist der relative Wert der Fehlergrenze bezogen auf den Endwert (Index e) des Längenmessgerätes.]

Abweichung = Messwert – Bezugswert
Abweichung = Istmaß – Sollmaß

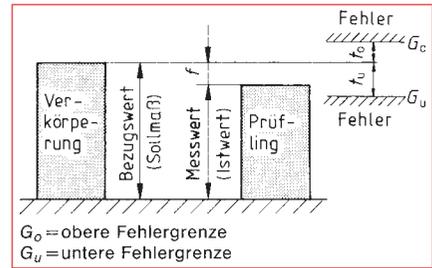


Bild 1 Abweichung f

„Bezugswert“ und „Sollmaß“ sind „richtige“, also abweichungsfreie Werte. Für Messgeräte bestimmt man demnach die Abweichung der Anzeige:

Abweichung der Anzeige =
Istanzeige – Sollanzeige

daraus

Sollanzeige =
Istanzeige – Abweichung der Anzeige

Beispiel: Eine Bügelmessschraube wurde geprüft. Bezugswert war $I_n = 12,000 \text{ mm}$ eines Parallelendmaßes Genauigkeitsgrad 1. Als Messwert an dieser Stelle ergab sich $11,995 \text{ mm}$.
Abweichung der Anzeige = $11,995 \text{ mm} - 12,000 \text{ mm} = -0,005 \text{ mm}$. $f_u = 0,005 \text{ mm}$.

Erkenntnisse:

- Abweichung bedeutet nicht immer „falsch“.
- Der Fehler beginnt bei Überschreiten der zugelassenen Abweichung (Fehlergrenze).
- Die Fehlergrenze des Bezugswertes muss wesentlich kleiner sein als die des Messwertes.
- Zur Bestimmung der Sollanzeige muss die Abweichung der Anzeige bekannt sein.

Die Größe der Abweichung muss bekannt sein.

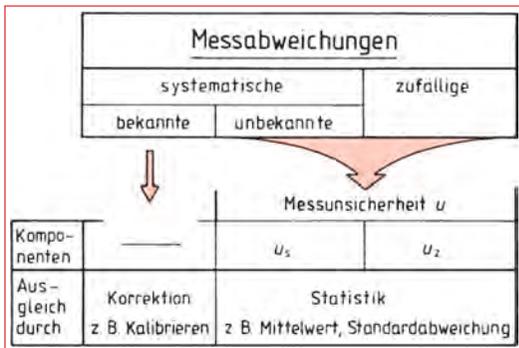


Bild 2 Messabweichungen und Messunsicherheit

Sie wird entweder ermittelt, oder der Messgerätehersteller garantiert die Fehlergrenzen durch direkte oder relative (prozentuale) Grenzwertangabe oder durch Hinweis auf Genauigkeitsgrade, die wiederum in Normen (tabellarisch oder in Berechnungsformeln) festgelegt sind.

- **Bekannte systematische Abweichungen** haben unter Wiederholbedingungen (derselbe Ausführende am selben Prüfling mit demselben Messgerät im selben Messraum) dasselbe Vorzeichen und dieselbe Größe. Sie treten meist an **Messgeräten** auf. Mögliche Ursache: falsche Justierung, Abnutzung, Teilungs-, Steigungsabweichungen, Durchbiegungen im Messgerät.

¹ Siehe auch **DIN 1319-3**

² Wenn Verwechslung mit anderen Abweichungen möglich ist, spricht man von „Messabweichung“.

Alle Einflüsse, die längere Späne verursachen, verschieben den Spanformbereich nach rechts. Größerer Schneideneckenradius erweitert den unteren Spanformbereich nach rechts.

Schneidplatten werden für bestimmte Spannungsquerschnitte eingesetzt. Z.B. sind bei Feinbearbeitung f und a_p klein. Die zugehörige Rillenform kann man mit **F** (oder **2**) kennzeichnen. Entsprechend steht **M** (oder **4**) für mittlere Zerspanung und **R** (oder **6**) für Schruppen. Die Zwischenbereiche sind dann **MF** (oder **3**) bzw. **MR** (oder **5**).

- **Korrektur der Nebenschneide (Wiper-Geometrie)**

Um die glättende Wirkung der Nebenschneide zu erhöhen, wird der Übergang des Tangentenpunktes an die Eckenrundung etwas verschoben. Das kann z.B. durch einen Hüllkreisbogen mit Radius r_{wp} erfolgen. Beim Schruppdrehen kann durch den gegen Null gehenden Nebenschneidewinkel die Rauheit um fast die Hälfte reduziert werden. Oder man erreicht durch Verdoppeln des Vorschubs eine Halbierung der Hauptnutzungszeit.

4.1.1.5 Zerspankraft

Die Gesamtkraft, die beim Zerspanvorgang auf einen Schneidkeil wirkt, heißt Zerspankraft.

Die Zerspankraft – und damit die sie beeinflussenden Faktoren – ist unter anderem für folgende Gesichtspunkte von besonderer Bedeutung: Leistung, Drehmoment, Einspannung von Werkzeug und Werkstück, Maßhaltigkeit, Oberflächengüte.

Die Zerspankraft kann in Komponenten beliebiger Ebenen oder Richtungen rechtwinklig zerlegt werden; die wichtigsten sind diejenigen in der Arbeitsebene, weil sie am Zerspanvorgang mitwirken, und die Passivkraft in der Rückebene.

Die Kräfte werden als in einem Punkt der Werkzeugschneide angreifend betrachtet.

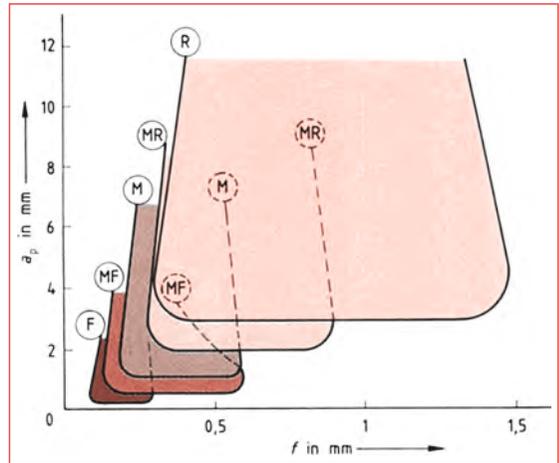


Bild 1 Spanformbereiche für Wendeschneidplatten mit Spanleitstufen

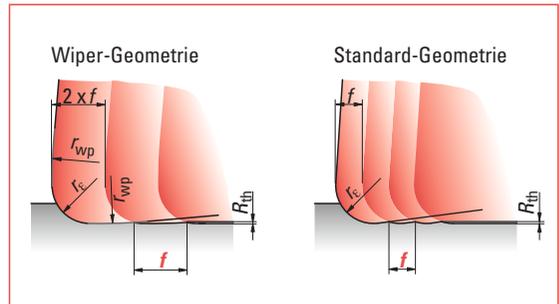


Bild 2 Wiper-Geometrie

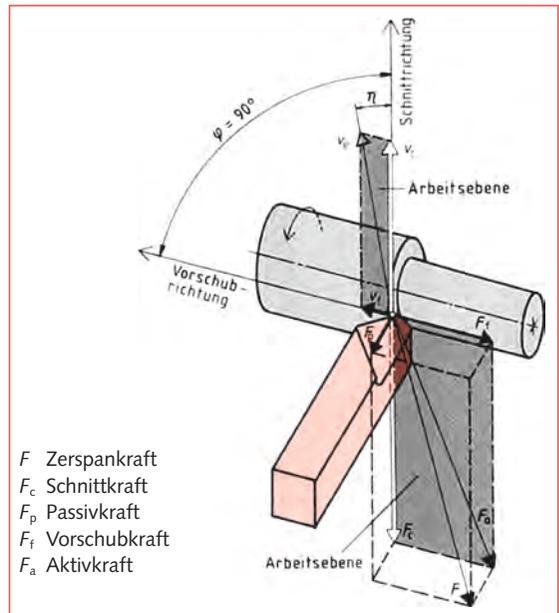


Bild 3 Kräfte beim Längsdrehen

Die Bohrrate hängt – außer von der Schneidengeometrie – wesentlich vom Kühlschmierstoff ab: Menge, Druck, Art, Zusätze (EP). Der Kühlschmierstoff soll etwa fünfmal so schnell fließen wie die Späne. Daraus, aus der Größe des Spanmaules und aus dem Druck ergibt sich die Menge Q .

Faustformel für Kühlschmierstoffbedarf in l/mm:

Aufbohren	$Q \approx 2 \cdot d_1$
Kernbohren	$Q \approx 3 \cdot d_1$
Vollbohren	$Q \approx 4 \cdot d_1$

Der Tankinhalt soll $> 10Q$ betragen. Der Druck ist sehr abhängig von d_1 (kleineres $d_1 \rightarrow$ größerer Druck), Bohrtiefe und Viskosität. Er beträgt etwa:

Faustwert:	Faustformel:
Vollbohren 60 ... 10 bar	$(650 \dots 700) / d_1$ in bar
Aufbohren 25 ... 5 bar	$(900 \dots 1100) / d_1$ in bar
Kernbohren 25 ... 5 bar	$(1000 \dots 2200) / d_1$ in bar

Der Druck wird während des Bohrvorganges überwacht, um Verstopfungen sofort zu erkennen.

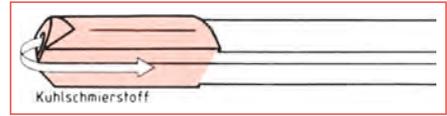


Bild 1 Einlippentiefbohrer



Bild 2 Einrohrbohrer zum Bohren ins Volle

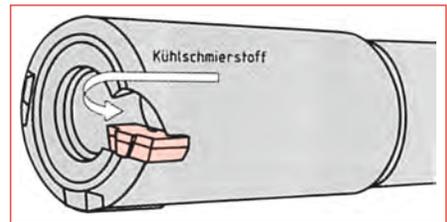


Bild 3 Einrohrbohrer Kernbohrer (Hohlbohrer)

	Hartmetall		Hartmetall oder Schnellarbeitsstahl		
	1		2		
Schneidenzahl					
Werkzeug	Tiefbohrwerkzeug		Spiralbohrer		
	Vollbohrer (V) Kernbohrer (K) Aufbohrer (A)	Einlippenbohrer	mit verstärktem Kern		
Kühlschmierstoffzuführung	außen	innen	außen	innen	
übliche d_1	V: 6 ... 60 K: 50 ... 600 A: 20 ... 750	2,5 ... 40	1 ... 25	6 ... 35	
kritische Bohrtiefe t/d_1	ca.	400	200	5	70

Tab. 1 Bohrverfahren

Bei Bearbeitungszentren zum Fräsen bzw. Drehen werden ab etwa 17,5 mm Durchmesser bevorzugt **Bohrer mit Wendeschneidplatten** eingesetzt. Eine Normung gibt es noch nicht, deshalb sind Schaftausführungen (Spannut gerade oder gewendelt, Spannschaft zylindrisch oder kegelig) und verwendbare Platten meist herstellerbedingt.

Bei entsprechend starrer Ausführung können die Werkzeuge auch zum Aufbohren oder Formändern verwendet werden.

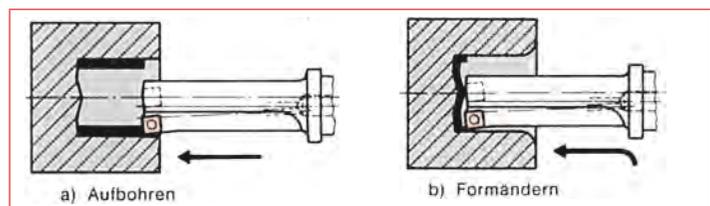


Bild 4 Bohrer mit Wendeschneidplatten
Platten unmittelbar aufgeschraubt

4.1.7.6 Spannen der Werkstücke

Die Werkstücke müssen unverrückbar fest sitzen, dürfen aber nicht verspannt werden. Die Spannkraft soll die Schnittkraft möglichst direkt aufnehmen, kann sie das nicht, muss der Gleitwiderstand (Spannkraft · Reibungskoeffizient) etwa das 1,5 ... 2fache der Zerspankraft betragen. Zur Sicherheit schlägt man das Werkstück noch zusätzlich an (quer gespanntes Spanneisen). Zur Erweiterung siehe auch Seite 379.

Maschinenschraubstock (fest stehend oder dreh- und/oder schwenkbar)

Das Werkstück muss mittig zur Backenbreite gespannt werden (evtl. Unterlagen, Passstücke wie z. B. Prismen für runde Teile), die Zerspankkraft soll gegen den festen Backen gerichtet sein. Auf keinen Fall Hammer oder Verlängerung zum Erhöhen der Spannkraft verwenden (Schaden an der Spindel)!

Magnetspannplatten

Sie sind seit langem für das Spannen flacher Werkstücke auf der Planschleifmaschine bekannt. Die Spannkraft wird entweder über entsprechend angeordnete Elektromagnete (bei Stromausfall unfallträchtig!) oder (heute üblich) durch Permanentmagnete erreicht. Die Wirkrichtung der Kraftfelder (Spannen – Entspannen) wird von Hand über einen Hebel oder durch elektrische Impulse umgesteuert. Mit Polverlängerungen entsprechender Höhe der Ausführung (durch Verschrauben gegen Verschieben gesichert) können auch Werkstücke gespannt werden, deren Auflagefläche durch Vorarbeiten nicht mehr eben ist oder wenn angegossene Hebel ein flaches Auflegen verhindern.

Vakuum-Spannplatte

Zum einfachen Spannen flacher, ebener Werkstücke. Vor dem Spannen müssen entsprechend der Werkstückform möglichst viele der Dichtschrauben herausgeschraubt werden. Durch die entstehenden Öffnungen wird die Werkstückseite angesaugt, sobald ein Vakuum entstanden ist. Vorlagen sichern gegen Verschieben.

Vakuumunterstützte Spannzeuge werden auch zur Herstellung kastenförmiger Werkstücke mit geringen Wand- und Bodenstärken gebaut.

Spanneisen

Entsprechend dem Hebelgesetz sollen die Schrauben möglichst nahe an das Werkstück gesetzt werden. Abstützung durch Treppen, Prismen oder andere in der Höhe verstellbare Unterlagen.

Keilspannzeuge (Niederzugspannzeuge)

Sie eignen sich zum Spannen von Werkstücken, die keine Vorsprünge zum Ansetzen des Spanneisens oder der Spannklaue haben.

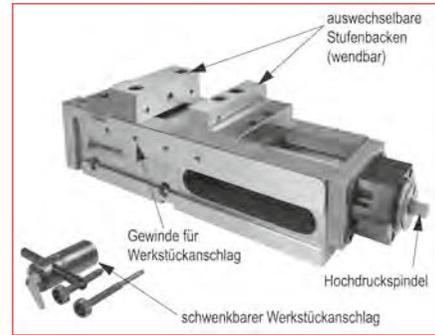


Bild 1 Spannen im Maschinenschraubstock

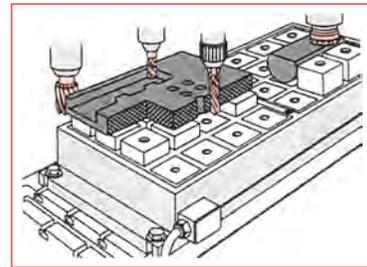


Bild 2 Rundumbearbeiten und Durchbohren. Planbearbeiten von runden Werkstücken mit festen Polverlängerungen



Bild 3 Beispiel für eine Vakuumspannplatte

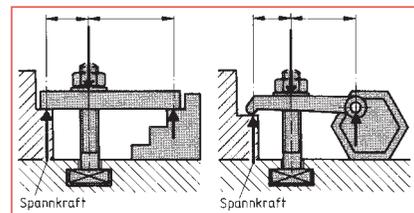


Bild 4 Spannen mit Spanneisen

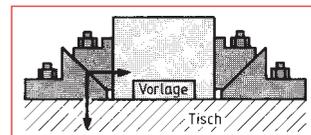


Bild 5 Spannen mit Keilspannzeug

3. Wahl der Teilgetriebe

Da es bei gegebenem Achsabstand ($a = m \cdot [z_1 + z_2]/2$) in Verbindung mit geometrischer Drehzahlstufung schon schwierig ist, zwei Zahnradpaare ohne Profilverchiebung unterzubringen, haben Teilgetriebe selten mehr als drei Stufen.

Für die gestellte Aufgabe ergibt sich daher durch Zerlegen der Endstufenzahl folgende Lösung:

Anzahl der Ausgangsdrehzahlen	Faktoren \triangle Teilstufen	Teilgetriebe (Wellen- und Stufenzahl)
12	$3 \cdot 2 \cdot 2$	II/3 + II/2 + II/2

Aus der Zeit der Sammelantriebe (über Transmissionswelle und meist dreifache Riemenstufung) hat sich auch bei modernen Werkzeugmaschinen das **Vorgelege** gehalten: entweder unmittelbare Verbindung Antriebsscheibe/Arbeitsspindel oder mittelbar über eine ins Langsame gehende Zahnradübersetzung. Konstruktiv wird die Umschaltung durch eine auf der Arbeitsspindel axial verschiebbare, wechselseitig wirksame Kupplung erreicht.

Für die gestellte Aufgabe wird deshalb festgelegt:

zwei Teilgetriebe	mit Vorgelege	für n_a
II/3 + II/2	EIN	$n_1 \dots n_6$
	AUS	$n_7 \dots n_{12}$

4. Übersetzungen der Teilgetriebe, AufbauNetz, Drehzahlbild

Zur Ermittlung der erforderlichen Zahnradraten müssen die jeweiligen Einzelübersetzungen bekannt sein. Grenzwerte sind wegen der Laufruhe $i = 0,4$ (ins Schnelle) und wegen des Platzbedarfs $i = 4$ (ins Langsame).

Werden die Ausgangsdrehzahlen im logarithmischen Maßstab aufgetragen, erscheinen die Abstände der Drehzahlmarken (wie in einem linearen Maßstab dargestellt) immer gleich groß.

Da eine *Multiplikation* durch die *Addition* der Logarithmen der einzelnen Faktoren, eine *Division* durch die *Subtraktion* der Logarithmen von Divisor und Dividend ersetzt werden können, muss der Abstand der Drehzahlmarken gleich dem Stufensprung q sein. Die Anzahl der Abstände zwischen zwei bestimmten Drehzahlen ist dann der Exponent von q , z. B.:

gegeben	gesucht	Anzahl der Abstände		Ergebnis
		mehr	weniger	
n_6	n_8	2		$n_8 = n_6 \cdot q^2$
n_{12}	n_8		4	$n_8 = n_{12} \cdot q^{-4}$

Geometrisch gestufte Drehzahlen können daher vereinfacht in beliebigen, aber gleichen Abständen als senkrechte Linien auf der X-Achse (das entspricht der Ausgangswelle) festgelegt werden. In der Y-Achse erscheinen die restlichen Getriebewellen als Parallelen zur X-Achse in beliebigem, aber gleichem Abstand.

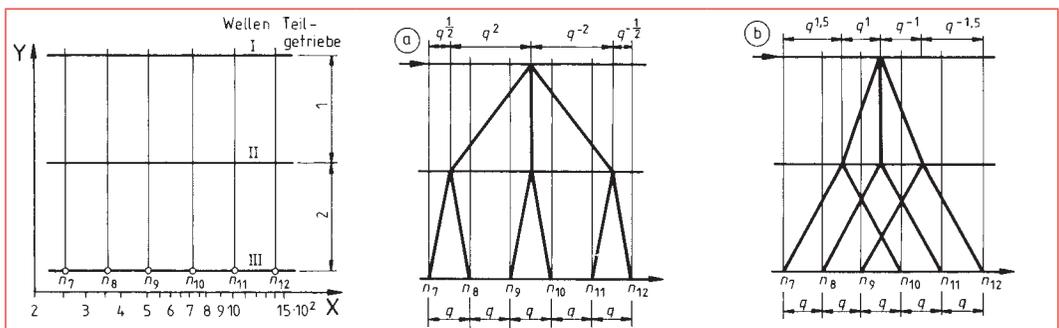


Bild 1 AufbauNetz

6 Steuerung von Werkzeugmaschinen

Das Bestreben, den Fertigungsablauf an einer Werkzeugmaschine zu automatisieren und wiederholbar zu machen, führte zum Einsatz von Anschlägen, von Revolvern und Werkzeugmagazinen, von (z. B. Dreh-) Automaten für große Stückzahlen, von Nachformeinrichtungen und zur Entwicklung von Programmsteuerungen. Jede dieser Möglichkeiten hat besondere, wirtschaftlich begrenzte Einsatzgebiete, meist bestimmt durch Stückzahl, Geometrie des Werkstückes und Aufwand für die Automatisierung.

6.1 Steuern und Regeln

6.1.1 Steuern

Steuern ist ein Vorgang, bei dem eine oder mehrere Eingangsgrößen die Ausgangsgrößen beeinflussen, ohne dass der Vollzug zurückgemeldet wird.

Kennzeichen einer Steuerung:
keine Rückmeldung → offener Wirkungsablauf → Steuerkette.

Soll z. B. beim Schleifen von Werkstücken der Durchmesser (**Steuergröße x**) in einem bestimmten Toleranzbereich liegen, so muss der Maschinenschlitten nach einer im Rückwärtszähler vorgegebenen Anzahl Werkstücke (Erfahrungswert) nachgestellt werden, um den Verschleiß der Schleifscheibe (**Störgröße z**) auszugleichen.

Springt der Zähler auf null, so gibt er ein Steuersignal an den Impulsgenerator. Dieser führt dann die dem vorgewählten Nachstellweg entsprechende Impulszahl dem Schrittmotor zu. Danach setzt der Generator den Rückwärtszähler neu.

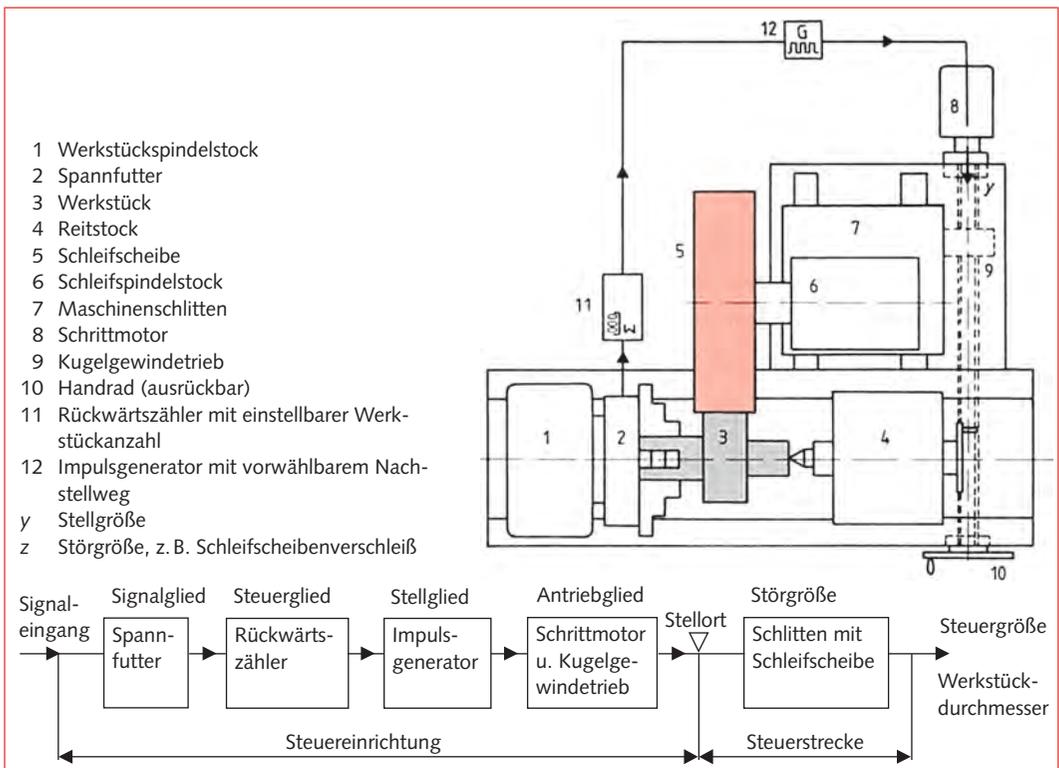


Bild 1 Signalflussplan und Steuerung der Nachstellbewegung für eine Außenrundschleifmaschine

6.6.8.2 Adressbuchstaben

N (Satznummer)

Adressbuchstabe für einen Satz, dessen Inhalt unter einer Kennnummer, z. B. N 10, im Arbeitsspeicher abgelegt wird. Die Nummerierung kann fortlaufend oder (einstellbar) in Sprüngen geschrieben werden. Beide Schreibweisen haben ihre Vor- und Nachteile.

G (Wegbedingung oder G-Funktionen)

Für geometrische Anweisungen müssen die **Wegbedingung** (das sind gespeicherte Rechenoperationen) und Wegbefehle (Koordinaten) programmiert werden.

Die Wegbedingungen (G) legen **zusammen** mit den Wörtern für die Koordinaten und gegebenenfalls für die Interpolationsparameter bzw. Parameter für die Gewindesteigung im Wesentlichen den **geometrischen** Teil des Programms fest.

Auflistung der Wegbedingungen (G) siehe Formelsammlung und Richtwerte.

Wegbedingungen werden als G-Funktionen gespeichert und über eine Kennzahl, z. B. G00, abgerufen.

Durch G-Befehle werden z. B. die Interpolationsart, die Ebenenauswahl, Werkzeugkorrekturen, Nullpunktverschiebungen, Arbeitszyklen, ... aufgerufen und wieder aufgehoben.

Die Zielpositionen der Schlitten werden, unter Berücksichtigung der Verfahrswege in den einzelnen Achsen, entweder durch Absolutmaße (G90) oder durch Inkrementalmaße (G91) programmiert.

Bei der Programmierung im Absolutmaß (G90) beziehen sich die Maße auf den Nullpunkt W.

Dies ist auch meist der Einschaltzustand der CNC-Steuerung.

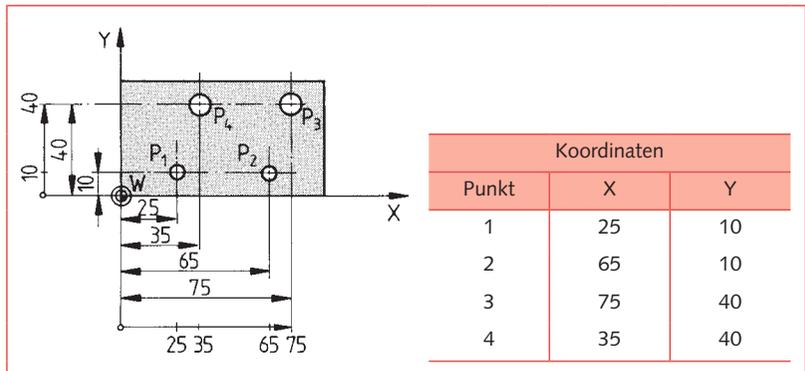


Bild 1 Absolutbemaßung eines Werkstückes
W = Werkstücknullpunkt

Bei der Programmierung im Inkrementalmaß (G91) beziehen sich die Maße auf die vorhergehende Position.

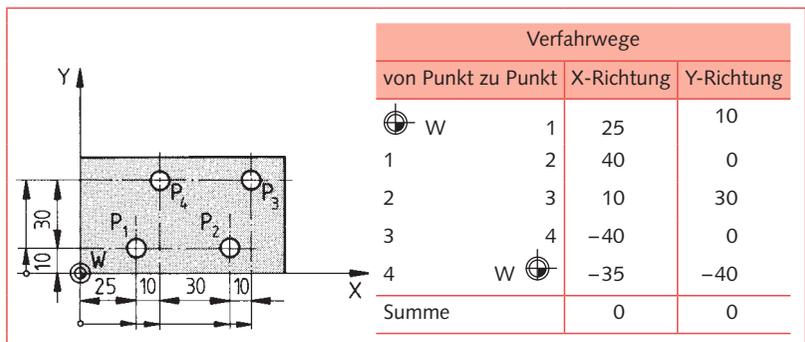


Bild 2 Inkrementalbemaßung eines Werkstückes

Die zu bearbeitenden Werkstücke und die erforderlichen Werkzeuge müssen vom Rüstplatz (Spannplatz, Werkzeuglager) zu den Maschinen und wieder zurück zum Abspannen bzw. Demontieren transportiert werden. Dazu eignen sich besonders Paletten. Je nach Anordnung der Maschinen in einer flexiblen Fertigung (abhängig von Werkstückabmessungen, -form und -gewicht) werden verschiedene Transporteinrichtungen eingesetzt.

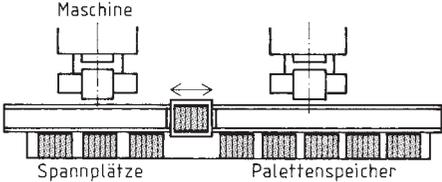
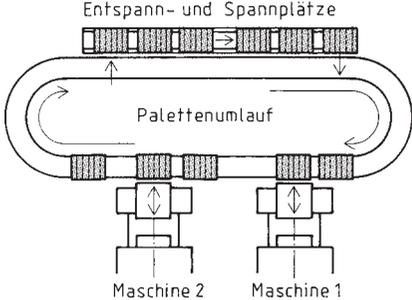
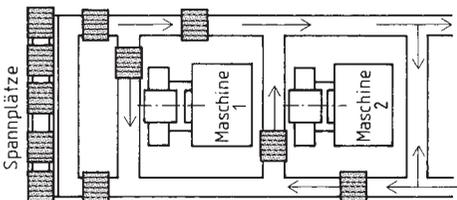
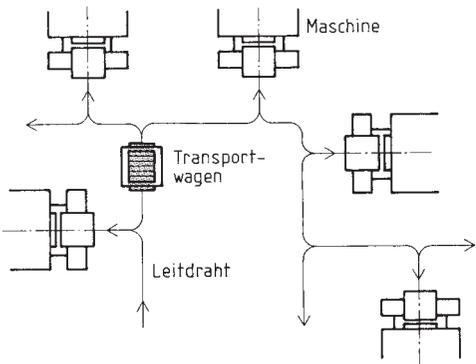
Verknüpfung	Vorteile	Nachteile
<p><u>Linie</u></p> 	<p>Transportsystem und Palettenplätze benötigen wenig Platz, einfache Erweiterung in Fließrichtung, Beschickung senkrecht zur Fließrichtung, ...</p>	<p>erschwerter Zugang zu den Maschinen bei Wartungsarbeiten oder bei erforderlich werdender manueller Bedienung der Maschinen, bei Störungen im Transportsystem, ...</p>
<p><u>Ring</u></p> 	<p>Paletten bleiben bis zur Fertigstellung der Werkstücke im Umlauf (Puffer), Reinigung in einer Waschanlage, ... sonst wie beim Liniensystem</p>	<p>erschwerter Zugang zu den Maschinen bei Wartungsarbeiten oder bei erforderlich werdender manueller Bedienung der Maschinen, bei Störungen im Transportsystem, ...</p>
<p><u>Leiter</u></p> 	<p>System wirkt als Puffer: Paletten umkreisen die Fertigungseinrichtungen, bis sie einer bestimmten Maschine zugewiesen werden, ...</p>	<p>alle Maschinen sind durch das Transportsystem eingeschlossen, schlechte Zugänglichkeit: nicht empfehlenswert</p>
<p><u>Fläche</u></p> 	<p>hohe Flexibilität, guter Zugang zu den Maschinen, keine mechanischen Transportgerüste, einfach erweiterbar...</p>	<p>Fahrwege müssen freigehalten werden...</p>

Bild 1 Anordnung flexibler Fertigungssysteme bei der Versorgung mit Paletten

8.2 Gewindefertigung

Gewinde (Außen- oder Innengewinde mit normaler oder feiner Steigung, Maße metrisch oder in Zoll) werden durch Abtrennen oder Druckumformen hergestellt. Die verwendeten Werkzeugmaschinen können Universalmaschinen (Dreh- und Fräsmaschinen) oder reine Einzeckmaschinen, mechanisch oder CNC-gesteuert, sein.

Herstellung durch Spanen

Schneiden

- **Schneideisen** (Bild 1 a)

Sie eignen sich zum Vor- und Fertigschneiden (runde Form nach **DIN EN 22 568**) oder Nachschneiden (sechskantig nach **DIN 382**).

Das Schneideisen wird auf der Drehmaschine durch die Reitstockpinole zentriert und durch einen Schneideisenhalter (**DIN EN 22568**) am Mitdrehen gehindert.

- **Gewindebohrer** (Bild 1 a)

Handgewindebohrer als dreiteiliger Satz (Vor-, Mittel- und Fertigschneider) und als zweiteiliger Satz für Feingewinde.

Muttergewindebohrer (**DIN 357**), der Schaftdurchmesser ist kleiner als der Kerndurchmesser.

Maschinengewindebohrer in verschiedenen Ausführungen nach **DIN 374** und **376**.

Maschinengewindebohrer sollten wegen der Bruchgefahr in einem Gewindegewindebohrer (mit Rutschkupplung und Drehrichtungsumschaltung) gespannt werden.

Innenspangewindebohrer (für tiefe Löcher) führen die Späne durch den hohlen Bohrer ab.

- **Selbstöffnende Schneidköpfe** (Bild 1 b)

Sie haben radial oder tangential stehende Strehlerschneidbacken, die durch Kurven auf den geforderten Gewindedurchmesser gebracht werden (ähnlich Schneidkluppe). Nach dem Schneiden gehen die Backen außer Schnitt, das Werkzeug wird zurückgezogen (Drehrichtung des Werkstückes braucht nicht geändert zu werden).

Drehen (Bild 1 c) mit Gewindedrehmeißel oder Strehler s. Abschnitt 4.1.2.2.

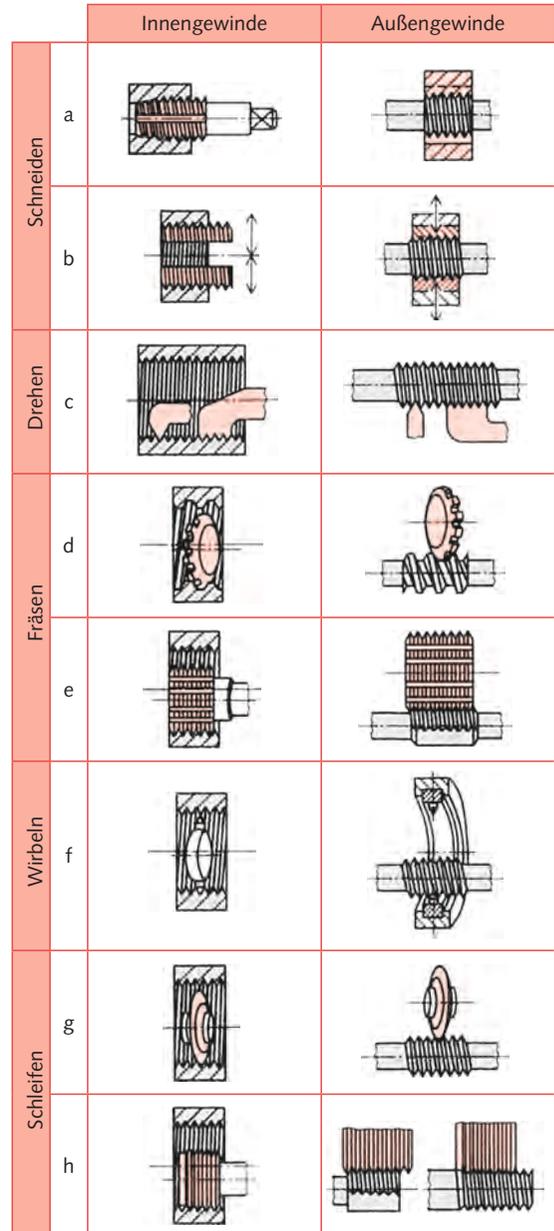


Bild 1 Gewindeherstellung durch Spanen

Räumen

- 70 Die Ausgangsfläche des Werkstückes bestimmt das einzusetzende Verfahren Innen- oder Außenräumen.
Worin liegt der Unterschied, welche Folgen ergeben sich daraus?
- 71 Welche Vor- und Nachteile hat das Außenräumen im Vergleich zum Profilfräsen?
- 72 In einem Diagramm soll der Verlauf der erforderlichen Schnittkraft (in Abhängigkeit von der Hublänge) für das Räumen einer Passfedernut gezeigt werden.
- 73 Beim Kettenräumen von 4 Pleueldeckeln (Gesamtlänge $l = 80\text{mm}$) in der Bohrung ($d = 40\text{mm}$) sind $z_e = 9$ Schneiden mit (je) $f_c = 0,05\text{mm}$ im Schnitt. Der Werkstoff erfordert $k_{c1..1} = 1175\text{N/mm}^2$, $m_c = 0,25$, der Schneidstoff Hartmetall einen Verfahrenszuschlag von 18 %.
Wie groß ist die erforderliche Schnittkraft F_{cg} in N bei arbeitsscharfem Werkzeug (sonst keine Angaben)?

9.4.2 Spanen mit geometrisch unbestimmter Schneide

Schleifen

- Zwei für den Schleifvorgang wichtige Forderungen (mit ihrer Bezeichnung) an die Bindung eines Schleifkörpers sollen begründet werden.
- Welche Unfallverhütungsmaßnahmen müssen beachtet werden, wenn an einem Schleifbock eine Schleifscheibe montiert werden soll?
- Der Zerspanvorgang beim Schleifen soll mit der Verfahrensgruppe Hobeln, Drehen, Fräsen verglichen werden.
- Warum müssen Schleifscheiben ausgewuchtet werden? Warum reicht bei breiteren Scheiben das statische Auswuchten nicht? Begründung.
- Zum Nachschleifen verschlissener Stützzentren an Wellen ist ein Schleifstift ISO 603-17 KE 10 25 vorgesehen.
Welche Folgerungen ergeben sich aus der Form des Schleifstiftes zur Spitze hin bezüglich Abrichtvorgang und Schleifergebnis? Begründung.
- Eine Schleifscheibe soll vor ihrem Einsatz profiliert und später abgerichtet werden. Die beiden Verfahren sollen beschrieben und die wesentlichen Unterschiede dargestellt werden.
- Bei den Kühlschmierstoffen gibt es die beiden Extreme **Lösung** und **Schleiföl**. Warum muss der Unterschied beim Schleifen beachtet werden? Welche Auswirkung kann das auf den Maschinenpark (z. B. Rundschleifen) haben?
- Eine Schleifscheibe $225 \times 25 \times 76,2$ wird zum normalen Planschleifen eingesetzt. Kühlschmierung: Emulsion durch eine Düse; $p_e = 1\text{bar}$.
Wie groß muss der Querschnitt AD der Düse mindestens sein?
Wie breit muss der Düsenschlitz sein?
- Anhand von 2 Gegebenheiten (1-mal Werkzeug, 1-mal Maschine) soll der Vorteil des Tiefschleifens gegenüber dem Pendelschleifen erläutert werden.
- Auf einer älteren Außenrundscheifmaschine soll eine gehärtete Stahlwelle mit einem Durchmesser $d = 120\text{mm}$ geschliffen werden. Die Schleifscheibe arbeitet mit einer Schnittgeschwindigkeit $v_c = 45\text{m/s}$.
Die einstellbaren Werkstückdrehzahlen sind
 $n_{1...6} = 35,5 - 56 - 90 - 140 - 224 - 355\text{min}^{-1}$.
Welche Werkstückdrehzahl muss eingestellt werden, wie groß ist dabei der Geschwindigkeitsverlust Δv_w in %?
- Mithilfe einer Skizze soll am Beispiel Außenrundscheifens gezeigt werden, welchen Einfluss auf Spanungsquerschnitt und Oberflächengüte eine Änderung des Schleifverhältnisses q – durch Änderung von v_w – hat.