

Mechanische Spannmittel:

- Behandelte Arten:
- Schrauben
 - Spannkeile
 - Kniehebelspanner

Schrauben

Allgemein:

- kommen häufig zum Einsatz → wichtige Spannelemente
- im Vorrichtungsbau meist manuelles Spannen mit Muskelkraft

Konstruktionshinweise:

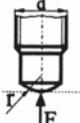
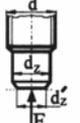
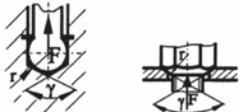
- Spannkraft soll mit möglichst < 0,5 Umdrehungen aufgebracht werden
- für große Hübe mehrgängige Schrauben bzw. mit großer Steigung
- bis D= 16mm Spitzgewinde, ab D= 16mm Trapezgewinde einsetzen

Dimensionierung der Schrauben hängt ab von

└ Größe der übertragbaren Spannkraft
└ diese wiederum von

der konstruktiven Ausbildung der Wirkstelle

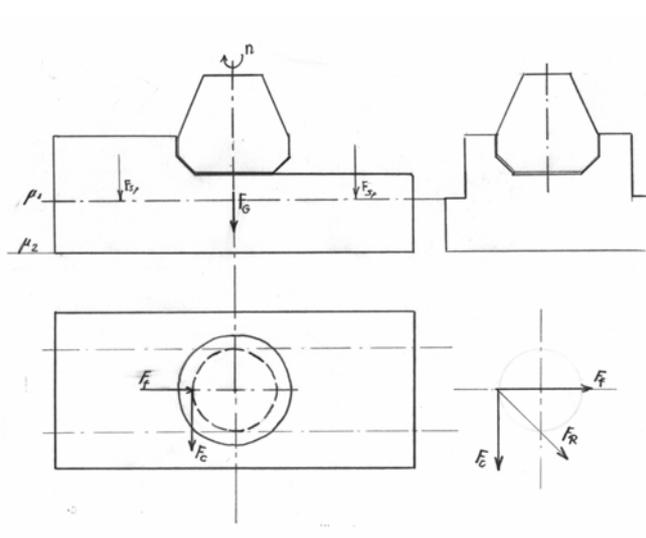
4 Grundformen nach der Kontaktform:

Punktberührung	Kreisflächenberührung	Linienberührung	Kreisringflächenberührung
			

Am Übertragungspunkt der Übertragungslinie bzw. Übertragungsfläche ist die zulässige Pressung nach Hertz bzw. Die Flächenpressung zu untersuchen.

Berechnung der Spannkraft

Bsp: Fräsen



$F_c, \mu_1, F_f, \mu_2, F_G, s, \dots$ sind gegeben
 $F_{Sp} = ?$

$$F_R = \sqrt{F_f^2 + F_c^2}$$

$$(F_{Sp} + F_G) * \mu_2 + F_{Sp} * \mu_1 = F_R$$

$$F_{Sp} * \mu_2 + F_{Sp} * \mu_1 = F_R - F_G * \mu_2$$

$$F_{Sp} = \frac{F_R - F_G * \mu_2}{\mu_2 + \mu_1}$$

Bsp: Bohren

Das Spannprinzip ist die Spannkrafterzeugung durch Normalkraft oder durch Reibkraft. Mit Normalkraft erfolgt die Spannkraftereinwirkung orthogonal auf die Werkstückfläche.

Die Reibkraft wird durch eine Normalkraft erzeugt, d.h.: damit ist ein Spannen parallel zur Auflagefläche möglich.

Reibkraft:

$$F_R = \mu \cdot F_N \quad \mu \text{ ist die Reibkraft zw. Spannelement u. Werkstück}$$

$$\mu \dots 0,1 - 0,2$$

Bei Annahme eines reibwertes von $\mu = 0,1$, würde beim Spannen mit Reibkraft eine 10-fache F_N erforderlich, um die gleiche Spannwirkung auszuüben.

Das Bild zeigt die Arbeitsschritte zur Ermittlung der Spannkraft an einem Beispiel

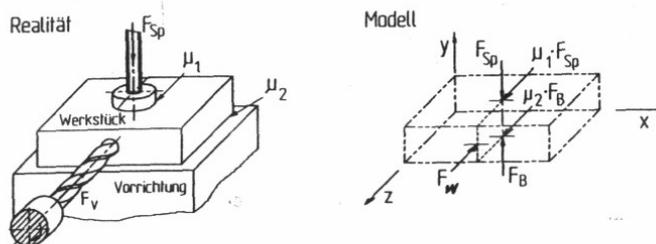


Bild 2.4 Einseitiges Spannen durch Reibkraft [5.1]

Aus Bild ... ist ersichtlich, daß die Vorschubkraft F_V des Spiralbohrers bestrebt ist, das Werkstück in Vorschubrichtung aus der Einspannung zu drücken. Durch kraftschlüssiges Spannen mit einer als F_{Sp} bezeichneten Spannkraft soll dies verhindert werden. Die Spannkraft erzeugt an den Wirkstellen der Einspannung Reibkräfte, welche der Vorschubkraft entgegengerichtet sind und diese sicher kompensieren müssen. An den Wirkflächenpaaren zur Spanneinrichtung und zu den Vorrichtungsbestimmflächen liegen unterschiedliche Reibwerte μ_1 und μ_2 vor, da unterschiedliche Werkstoffe möglich sind.

Im Modell wird eine Auflagerreaktionskraft F_B angesetzt, die über die Auflagebestimmflächen der Vorrichtung die Spannkraft F_{Sp} sicher kompensieren muß. Als Bearbeitungskraft wird die Ersatzkraft der Vorschubkraft eingesetzt. Danach können folgende Gleichgewichtsbeziehungen nach Gleichung (5.2) aufgestellt werden:

$$\sum F_y = 0: \quad \Rightarrow \quad F_B - F_{Sp} = 0 \quad (I)$$

$$\sum F_z = 0: \quad \Rightarrow \quad \mu_1 \cdot F_{Sp} + \mu_2 \cdot F_B - F_W = 0 \quad (II)$$

Diese zwei Gleichungen genügen, um die zwei Unbekannten F_B und F_{Sp} zu berechnen.

$$\text{Aus (I)} \quad \Rightarrow \quad F_B = F_{Sp}$$

$$\text{Einsetzen (I) in (II)} \quad \Rightarrow \quad (\mu_1 + \mu_2) F_{Sp} - F_W = 0$$

$$\text{Explizit für } F_{Sp} \quad \Rightarrow \quad F_{Sp} = \frac{F_W}{(\mu_1 + \mu_2)} \quad (5.7)$$

$$\text{Mit Gleichung (5.5)} \quad \Rightarrow \quad F_{Sp} = \frac{c_1 \cdot c_2 \cdot F_V}{(\mu_1 + \mu_2)} \quad (5.8)$$

Weitere Beispiele für mechanische Spannmittel:
Spannkeile

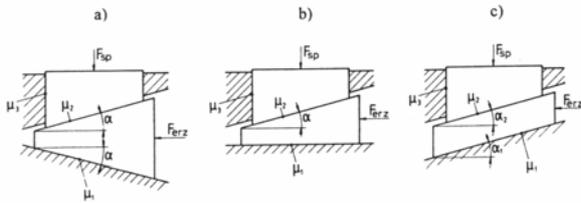


Bild 2.4-26. Indirektes Keilspannen durch Schubkeile.

- a) gleichwinkliger Schubkeil.
- b) einseitiger Schubkeil.
- c) ungleichwinkliger Schubkeil

Kniehebelspanner

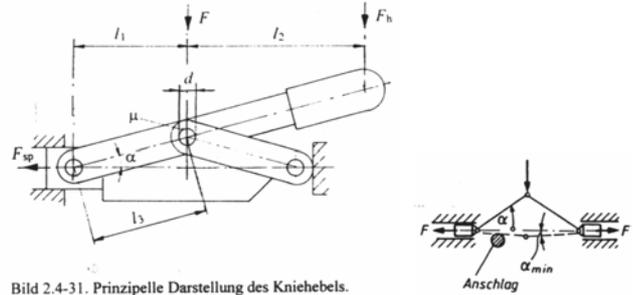


Bild 2.4-31. Prinzipielle Darstellung des Kniehebels.

Zu Spannkeile:

Die erzeugende Spannkraft F_{erz} wird durch ein anderes Spannelement erzeugt und vom Schubkeil über den Spannkeil in eine größere Spannkraft F_{sp} umgewandelt.

$$\rho_1 = \arctan \mu_1$$

$$\rho_2 = \arctan \mu_2$$

$$\rho_3 = \arctan \mu_3$$

Zu Kniehebelspanner

Werden als hand- u. kraftbetätigte Spannelemente eingesetzt. Sie sind senkrecht und waagrecht und in gestreckter Lage selbsthemmend. Durch die Streckung der Kniehebel verringert sich der Neigungswinkel α , die Spannkraft F_{sp} wird erzeugt. Je kleiner α , desto größer F_{sp} .

$$F = \frac{F_h(l_1 + l_2)}{l_1} \quad F_{sp} = \frac{F}{2 * \tan(\alpha + \rho)}$$

Spannen mit Wirkmedien

Wirkmedien sind

- Luft
- Öl
- plastische Masse

Sie dienen der Übertragung von Kräften und Wegen in der Vorrichtung.

- Druckluft wird im Betrieb dem Netz entnommen (6 bar; nur für indirektes Spannen geeignet)
- Öldruck wird aus Hydraulikkreis der WZM abgezweigt oder durch eigene Pumpe erzeugt. (20-400 bar; für direkt u. indirekt geeignet)
- z.B. Weichmypadan: wird auf 130°C erhitzt und wasserfrei in die Druckkammer der Vorrichtung eingefüllt. Druckerzeugung erfolgt direkt an der Wirkstelle, Übertragung durch Leitungen aufgrund von Reibverlusten unmöglich. (bis 500 bar mit Pumpe erreichbar; nur direkt geeignet)

Bild 2.16
Indirektes Spannen (schematisch).

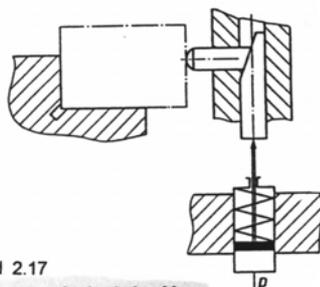
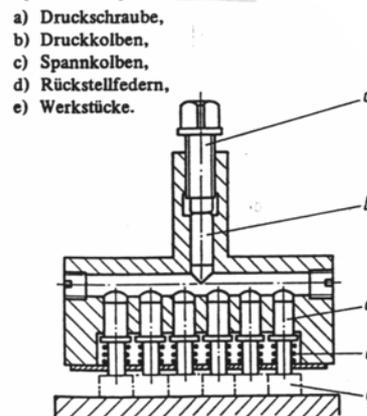


Bild 2.17
Spannen mit plastischer Masse

Bild 2.17
Spannen mit plastischer Masse



Vor-

und Nachteile

zu

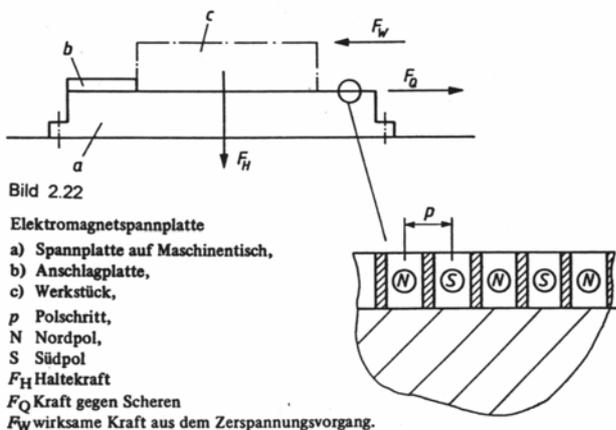
mechanischen Spannmittel:

- + große Kraft- bzw. Wegübersetzung leicht zu erreichen
- + Kraftumlenkung einfach
- + Kraftverteilung auf mehrere Spannstellen möglich
- größerer Aufwand durch Druckerzeugung
- größerer Wartungsaufwand der Vorrichtung
- Unfallgefahr bei direktem Spannen bzw. Druckausfall

Spannen mit Magnetwirkung:

Werkstücke aus ferromagnetischem Werkstoff können auf Magnetspannplatten gehalten werden. Die Spannfläche ist in mehrere Pole aufgeteilt.

!!! Länge bzw. Durchmesser der WS >> Polschritt p !!!
 !!! Dicke des WS >> $p/2$!!!



Haltekraft: $F_H = k_M * A * f_w * f_0$

A...Auflagefläche
 k_M ...Beiwert abhängig von Platte
 f_w ...Eisengehalt; Werkstoff (WS)
 f_0 ...Oberflächegüte (Luftspalt)

Kraft gegen Scheren: $F_a = F_H * \mu$ $\mu = 0,25$

Der Anschlag b verhindert ein mögliches Verrutschen des zu spannenden Werkstückes.

Führen von Bohrwerkzeugen

Mittels Bohrbuchsen werden Bohrwerkzeuge in unmittelbare Nähe der Schnittstelle geführt, eine Pinole alleine gewährleistet dies nicht.

Anwendung:

- wenn in Vollmaterial gebohrt wird
- auf einer schrägen Fläche
- ohne Zentrierbohrung
- raue Oberflächen
- bei großem Längen-Durchmesser-Verhältnis
-

Der Abstand zwischen Unterkante Bohrbuchse und Oberkante Werkstück wird wie folgt eingeteilt:

- $l = d$ langspanende Werkstoffe, unbearbeitete Oberflächen
- $l = 0,3 * d$ langspanende Werkstoffe, bearbeitete Oberflächen (Stahlwerkstoffe bzw. bei Fließspanbildung)
- $l = 0,5 * d$ kurzspanende Werkstoffe, (Gusswerkstoffe bzw. bei Bröckelspanbildung)

d Bohrungsdurchmesser
 l Bohrbuchsenlänge

Die Bauteile mit Bohrbuchsen dürfen nicht durch äußere Kräfte (z.B. Spannkraften) verformt werden. Falsche und richtiger Einbau sind in Bild 2.23 einander gegenüber gestellt.

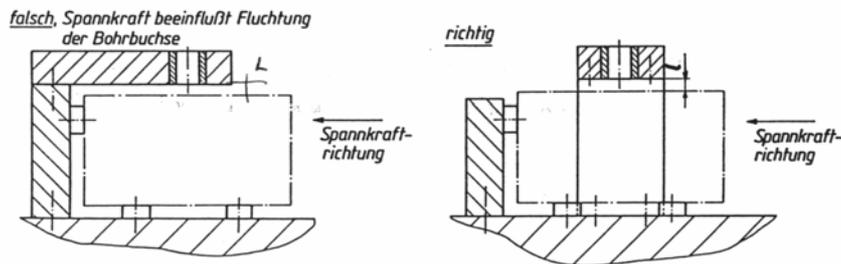


Bild 2.23 Einbau einer Bohrbuchse l – Abstand der Bohrbuchse zur Werkstückkante

Arten des Führens:

a) Lagebestimmende Führung:

- je genauer die Vorrichtung desto genauer die Werkzeugführung
- Richtung und Richtungsgenauigkeit müssen schon durch die Werkzeugmaschine sichergestellt werden.
- Führungslage soll durch eine möglichst kurze (sonst überbestimmt) Bohrbuchse verbessert werden, da die Symmetrieachse d. Werkzeugführung und die Werkzeugachse aufgrund von Toleranzabweichung, etc.. nie vollkommen fluchten

b) Lage- und Richtungsbestimmende Werkzeugführung

- für hohe Genauigkeitsansprüche da sie nur mit großem Aufwand realisierbar sind
- starre Werkzeugführung wird daher durch eine Werkzeugaufnahme ersetzt, die zwar ein Drehmoment auf das Werkzeug bringt, aber nicht in der Spindelachse führt
- Werkzeug ist gegenüber der Spindelachse schwenkbar → Pendelfutter

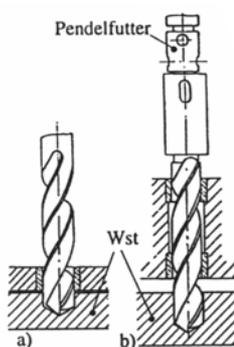


Bild 2.24
Arten des Führens von Werkzeugen [6.1]
a) Lagebestimmende Werkzeugführung
b) Lage- und richtungsbestimmende Werkzeugführung

Bild 2.26
Arten von Werkzeugführungen [6.1]
a) Werkzeugführung vor dem Werkstück
b) Werkzeugführung hinter dem Werkstück

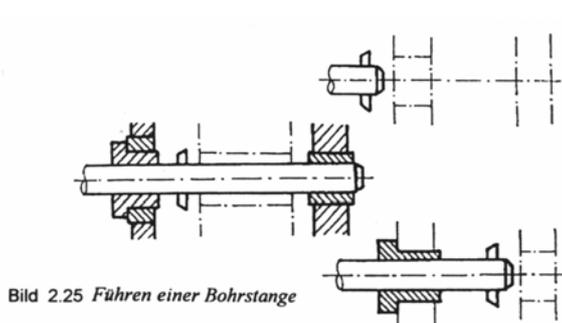
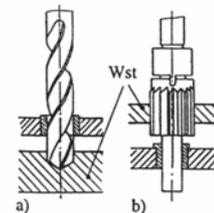


Bild 2.25 Führen einer Bohrstange

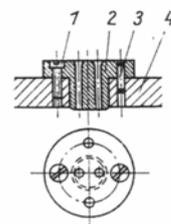


Bild 2.27 Mehrlochbohrbuchse für zwei eng aneinanderliegende Bohrungen
1 Befestigungsschraube; 2 Mehrlochbohrbuchse;
3 Stift; 4 Bohrplatte

Ausführung der Führungselemente:

Werkstoff: überwiegend C15

Bearbeitung: Bohrbuchsen werden gerieben und erhalten ein Aufmaß von 0,1 mm zum Polieren. (z.B. F7) Aussendurchmesser wird meistens mit Toleranzklasse n6 gefertigt.