

Leseprobe

Christiani

Technisches Institut für
Aus- und Weiterbildung

Grundkenntnisse der Metallbearbeitung

Teil D Maschinenarbeiten
Fräsen – Frästechnik



Auszubildende/
Schüler

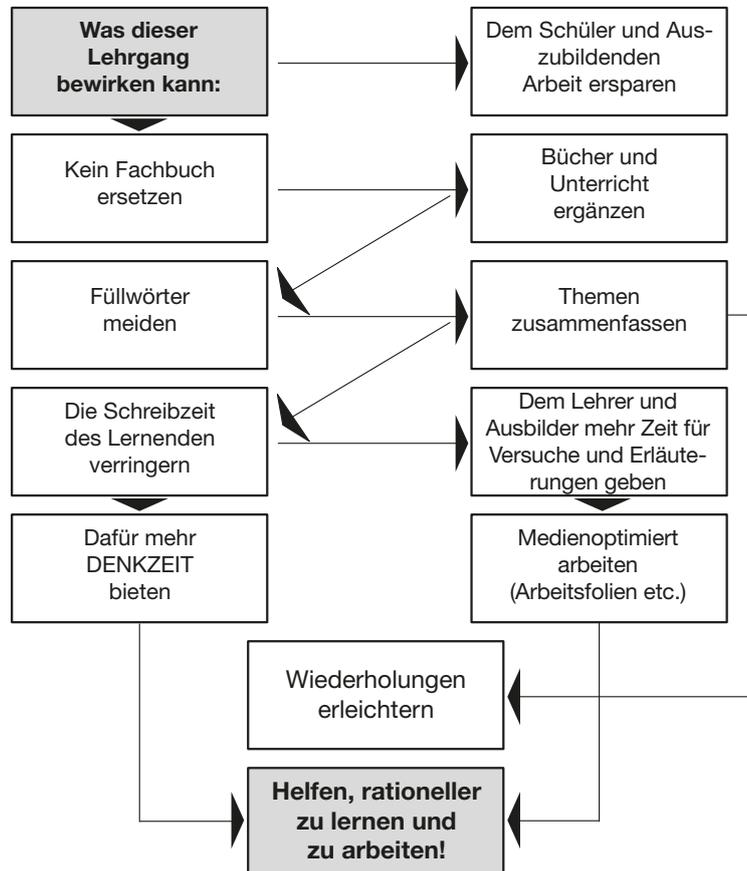
4 Fräsen

-1 Inhaltsverzeichnis

4.	Fräsen	Seite	5
4.1	Allgemeines		5
4.2	Fräsmaschinen		5
4.2.1	Waagrechtfräsmaschinen		5
4.2.2	Senkrechtfräsmaschinen		6
4.2.3	Universalfräsmaschinen		6
4.2.3.1	Aufbau einer Universalfräsmaschine		7
4.2.3.2	Erläuterungen zu den Hauptteilen einer Universalfräsmaschine		7 – 9
4.2.4	Universal-Werkzeugfräsmaschinen		9 – 10
4.2.5	Bewegungsvorgänge beim Fräsen		10
4.2.6	Größenangabe bei Fräsmaschinen und Richtungen der Achsbewegungen		10
4.2.7	Wartung und Pflege von Fräsmaschinen		11
4.3	Fräswerkzeuge		11
4.3.1	Schneidstoffe für Fräser		11
4.3.2	Fräserarten		11
4.3.2.1	Herstellungsarten der Fräser		11 – 12
4.3.2.2	Zahnrichtungen der Fräser		13 – 14
4.3.2.3	Fräsertypen		14
4.3.2.4	Fräserformen		15 – 18
4.3.3	Schneiden, Flächen und Winkel am Fräserzahn		18
4.3.3.1	Schneiden am Fräserzahn		18
4.3.3.2	Flächen am Fräserzahn		19
4.3.3.3	Winkel an der Fräferschneide		19
4.3.3.4	Richtwerte für die Winkel an der Fräferschneide		20
4.3.4	Schärfen der Fräswerkzeuge		20
4.3.4.1	Schärfen von spitzverzahnten Fräsern		20
4.3.4.2	Schärfen von hinterdrehten Fräsern		20
4.4	Spannen der Werkzeuge		21
4.4.1	Spannzeuge		21
4.4.1.1	Fräsdorne		21
4.4.1.2	Aufsteckdorne		21 – 22
4.4.1.3	Fräspannfutter		22
4.4.1.4	Fräserhülsen		22
4.4.2	Aufspannregeln beim Fräsen		23
4.4.3	Spannbeispiele		23
4.4.3.1	Spannen mit einem Fräsdorn		23 – 24
4.4.3.2	Spannen mit einem Aufsteckdorn		24
4.4.3.3	Spannen mit einem Fräspannfutter		24
4.4.3.4	Spannen mit einer Fräserhülse		25
4.5	Spannen der Werkstücke		25
4.5.1	Spannmittel		25
4.5.1.1	Maschinenschraubstöcke		25 – 27
4.5.1.2	Spanneisen und Spannpratzen		27 – 28
4.5.1.3	Aufspannwinkel		29
4.5.1.4	Winkelaufspannplatten		29
4.5.1.5	Magnetspannplatten		29 – 30
4.5.1.6	Spannvorrichtungen		30
4.6	Fräsvorgang und Fräsarten		30
4.6.1	Fräsvorgang		30
4.6.1.1	Spannbildung		30
4.6.2	Fräsarten		31
4.6.2.1	Umfangsfräsen		31
4.6.2.1.1	Gegenlaufräsen		31
4.6.2.1.2	Gleichlaufräsen		32
4.6.2.1.3	Vorteile und Nachteile des Gegenlauf- und GleichlaufräSENS		33
4.6.2.2	Stirnfräsen		33 – 34
4.6.2.3	Stirn-Umfangsfräsen		34
4.6.2.4	Unterscheidung zwischen Gegenlauf- und Gleichlaufräsen aufgrund des Vorschubrichtungswinkels φ		34 – 35
4.6.3	Spanarten		35

4.6.4	Spanformen	36
4.6.5	Verschleiß und Standzeit	36
4.7	Fräsverfahren (Einteilung nach DIN 8589, Teil 3)	36
4.7.1	Planfräsen	37
4.7.1.1	Umfangs-Planfräsen	37
4.7.1.2	Stirn-Planfräsen	37
4.7.1.3	Stirn-Umfangs-Planfräsen	37 – 38
4.7.2	Rundfräsen	38
4.7.3	Schraubfräsen	38
4.7.4	Walzfräsen	38 – 39
4.7.5	Profilfräsen	39
4.7.6	Formfräsen	40
4.7.7	Arbeitshinweise für das Fräsen	40
4.8	Ausgewählte Fräsarbeiten	41 – 43
4.9	Teilen	44
4.9.1	Teilapparate	44
4.9.1.1	Einfache Teilapparate	44
4.9.1.2	Universal-Teilapparate	44 – 45
4.9.1.3	Optische Teilapparate	45 – 46
4.9.1.4	Rundtisch mit Indirekt-Teileinrichtung	46
4.9.2	Direktes Teilen	46 – 47
4.9.3	Indirektes Teilen	47 – 48
4.9.4	Differentialteilen (Ausgleichsteilen)	48 – 50
4.10	Fräsen von Wendelnuten	51 – 52
4.11	Drehen auf Fräsmaschinen	52
4.11.1	Universal-Plan- und Ausdrehkopf	52 – 53
4.11.2	Plandrehen	53
4.11.3	Innen- und Außendrehen	53
4.12	Fehler beim Fräsen	54 – 55
4.13	Kühlschmierstoff für das Fräsen	55
4.14	Geschwindigkeiten, Drehzahl und Zahnvorschub	56
4.14.1	Schnittgeschwindigkeit und Drehzahl	56
4.14.1.1	Schnittgeschwindigkeit v_c	56
4.14.1.2	Drehzahl n (Spindeldrehzahl)	56
4.14.2	Zahnvorschub und Vorschubgeschwindigkeit	56
4.14.2.1	Zahnvorschub f_z	56
4.14.2.2	Vorschubgeschwindigkeit v_f	56
4.14.3	Beispielaufgaben zur Berechnung von Schnittwerten und Fräserabmessungen	57
4.14.4	Richtwerte für Schnittgeschwindigkeit v_c und Zahnvorschub f_z	58
4.14.4.1	Richtwerttabelle für verschiedene Fräswerkzeuge (Tabelle 4/9 bis 4/12)	58 – 60
4.14.4.2	Richtwerte für Schnitt- und Vorschubgeschwindigkeit bei Metall-Kreissägen	60
4.15	Eingriffs- und Spanungsgrößen beim Fräsen (DIN 6580)	61
4.15.1	Eingriffs- und Spanungsgrößen beim Umfangsfräsen	61
4.15.1.1	Wichtige Eingriffsgrößen (Schnittgrößen) beim Umfangsfräsen	61 – 62
4.15.1.2	Wichtige Spanungsgrößen beim Umfangsfräsen	62 – 63
4.15.1.3	Hinweise zur Wahl des Fräserdurchmessers beim Umfangsfräsen	64
4.15.2	Eingriffs- und Spanungsgrößen beim Stirnfräsen	64
4.15.2.1	Wichtige Eingriffsgrößen (Schnittgrößen) beim Stirnfräsen	64 – 65
4.15.2.2	Wichtige Spanungsgrößen beim Stirnfräsen	65 – 66
4.15.2.3	Hinweise zur Wahl des Fräserdurchmessers beim Stirnfräsen	66
4.16	Kräfte, Leistungsbedarf und Zeitspannungsvolumen beim Fräsen	66
4.16.1	Vereinfachte Darstellung der Kräfte und Leistungen am Fräserzahn	66 – 67
4.16.2	Vereinfachte Berechnung von Schnittkraft, Leistungsbedarf und Zeitspannungsvolumen	67
4.16.2.1	Formelzusammenstellung (Tabelle 4/15)	68
4.16.2.2	Korrekturfaktoren und Verfahrensmultiplikator zur spezifischen Schnittkraftberechnung	69
4.16.2.3	Beispielaufgabe zur Berechnung der Kräfte und Leistungen	69 – 74
4.17	Unfallverhütung	75
4.18	Sonderfräsmaschinen	76
4.18.1	Abwälzfräsmaschinen (Zahnradfräsmaschinen)	76
4.18.2	Langlochfräsmaschinen (Keilnutenfräsmaschinen)	76
4.18.3	Kopierfräsmaschinen (Nachformfräsmaschinen)	77
4.18.4	Gravierfräsmaschinen	77
4.18.5	CNC-gesteuerte Fräsmaschinen	78

Statt eines Vorworts



Bemerkungen zur Lehrgangsserie „Grundkenntnisse der Metallbearbeitung“

- Die Lehrgangsserie „Grundkenntnisse der Metallverarbeitung“ besteht aus den 3 Unterrichtswerken: „Schraubstockarbeiten“, „Passen-Fügen-Verbinden“ und „Maschinenarbeiten“.
- Aus pädagogischen und didaktischen Gründen sowie wegen der Stofffülle wurde das Unterrichtswerk „Maschinenarbeiten“ in die 2 Einzellahrgänge „DREHEN“ und „FRÄSEN“ unterteilt.
- Die Lehrgänge wurden von erfahrenen Ausbildungsmeistern und Fachlehrern bearbeitet und sind das Produkt langjähriger Ausbildungspraxis.
- Sämtliche Lehrgänge wurden bewusst als Lehr- und Arbeitshefte ausgeführt.
- Die einzelnen Themen bilden in sich abgeschlossene Unterrichtseinheiten. Dadurch ist es möglich, das eine oder andere Thema zu überspringen, auszuklammern oder später zu behandeln.
- Im Vorspann der Lehrerausgaben sind für den Ausbilder und Lehrer wichtige Hinweise und Bemerkungen für das Arbeiten mit den genannten Lehrgängen enthalten.
- Als wertvolle Ergänzung zur Lehrgangsserie „Grundkenntnisse der Metallbearbeitung“ empfiehlt sich der ebenfalls erschienene Lehrgang „ISO-Passungen“ sowie das praktische Übungsgerät „ISO-Pass-Trainer“.

• **Kreuzverzahnte Fräser**

Bei kreuzverzahnten Fräsern (Bild 4/21) verlaufen die Span-Nuten abwechselnd mit einem Rechts- und Linksdrall spiralförmig zur Fräserachse. Bedingt durch den Rechts- und Linksdrall haben die Zähne nur auf einer Stirnseite eine Nebenschneide.

Bei kreuzverzahnten Fräsern schneiden alle Zähne am Umfang und jeder zweite Zahn mit seiner Nebenschneide auf der rechten bzw. linken Stirnseite. Durch die Kreuzverzahnung wird der Axialdruck nicht unwesentlich verringert. Außerdem hat der Fräser aufgrund seiner spiralförmigen Verzahnung einen verhältnismäßig ruhigen Lauf.

Kreuzverzahnung wird vorwiegend bei Scheibenfräsern und T-Nutenfräsern angewandt.

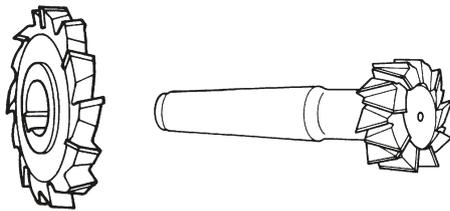


Bild 4/21: Kreuzverzahnte Fräser

Erkenntnisfrage:

Warum hat bei kreuzverzahnten Fräsern jeder Zahn nur eine Nebenschneide?

4.3.2.3 Fräser Typen

Bei den Fräsern unterscheidet man grundsätzlich drei Typen, die mit den Buchstaben N, H und W bezeichnet werden. Die Buchstaben beziehen sich auf den zu bearbeitenden Werkstoff.

Fräser Typ N: für normalharte Werkstoffe

Fräser Typ H: für besonders harte und zäherte Werkstoffe

Fräser Typ W: für besonders weiche und zähe Werkstoffe

Die drei Fräser Typen unterscheiden sich durch die Zahnteilung, durch die Winkel am Fräserzahn und durch die Größe des Spanraums.

Aufgabe: Tragen Sie in die Tabelle 4/2 den Fräser Typ, die Zahnteilung, die Größe des Spanraums und die Verwendung der abgebildeten Fräser ein!

Abbildung	Typ	Zahnteilung	Spanraum	Verwendung
<p>Bild 4/22</p>	_____	_____	_____	_____
<p>Bild 4/23</p>	_____	_____	_____	_____
<p>Bild 4/24</p>	_____	_____	_____	_____

Tabelle 4/2: Fräser Typen

4.6.2.1.2 Gleichlaufräsen (Zerspanungsvorgang)

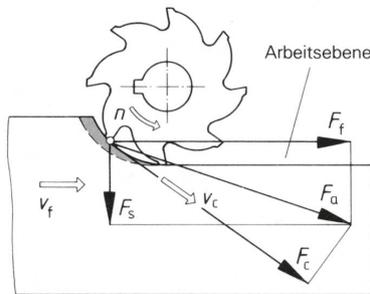


Bild 4/95: Gleichlaufräsen (Prinzip)
 Die Krafrichtung bezieht sich auf das Werkstück.

- F_c = Schnittkraft
- F_a = Aktivkraft; in Wirkrichtung weisende Schnittkraft
- F_t = Vorschubkraft; waagrecht wirkender Anteil der Aktivkraft
- F_s = Stützkraft; senkrecht wirkender Anteil der Aktivkraft
- v_c = Schnittgeschwindigkeit, Schnitttrichtung
- v_f = Vorschubgeschwindigkeit, Vorschubrichtung

Beim Gleichlaufräsen ist die Vorschubrichtung des Werkstücks und die Schnitttrichtung des Werkzeugs gleichgerichtet (Bild 4/95). Der Fräserzahn dringt sofort in den Werkstoff ein, und zwar an der dicksten Stelle des kommaförmigen Spans. Der Spanungsquerschnitt ist somit beim Eintritt des Fräserzahns am größten und beim Austritt am kleinsten. Das gleiche gilt für die Schnittkraft. Sie wirkt beim Gleichlaufräsen schräg nach unten in Richtung Frästisch. Dadurch wird das Werkstück auf seine Unterlage gedrückt. Es entstehen deshalb ebenere Schnittflächen als beim Gegenlaufräsen.

Wegen der gleichen Richtung von Vorschub- und Schnittbewegung will der Fräser das Werkstück – und somit auch den Frästisch – in Vorschubrichtung an sich heranziehen.

Ist der Fräsdorn nicht genügend steif oder besteht ein Spiel zwischen Tischspindel und Spindelmutter (Flankenspiel), dann „klettert“ der Fräser auf das Werkstück. Dabei kann das Werkstück herausgerissen werden oder die Schneiden können ausbrechen. Zur Aufhebung eines eventuellen Flankenspiels ist daher beim Gleichlaufräsen eine Gleichlauf-Fräseinrichtung erforderlich (Bild 4/96).

Bei Maschinen mit Kugelumlaufspindeln (Bild 4/97) ist theoretisch kein Spiel vorhanden; folglich ist auch keine Gleichlauf-Fräseinrichtung erforderlich.

• Gleichlauf-Fräseinrichtung

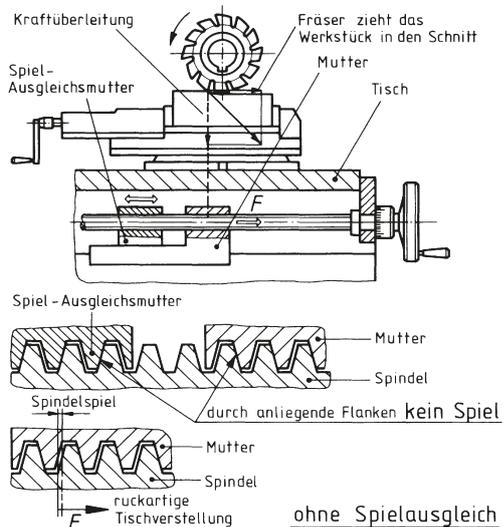


Bild 4/96: Gleichlauf-Fräseinrichtung

• Kugelumlaufspindel

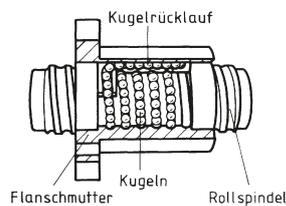


Bild 4/97: Kugelumlaufspindel

Anwendung des Gleichlaufräsen:

Gegeben: $d = 100 \text{ mm}$; $P = 400 \text{ mm}$; $T = 12$ Wendelnuten; $i = 40:1 = 40$, $i_1 = 1:1$; $P_T = 6$

Gesucht: a) $n_k = ?$; b) $z_t = ?$; c) $z_g = ?$

Lösung:

4.11 Drehen auf Fräsmaschinen

Mit Fräsmaschinen kann man unter Verwendung eines Zusatzwerkzeuges bestimmte Dreharbeiten ausführen, z. B.: Plandrehen, Innen- und Außendrehen, Feinbohren, Einstechen und Kegeldrehen.

Als Zusatzwerkzeug verwendet man einen sogenannten Universal-Plan- und Ausdrehkopf.

4.11.1 Universal-Plan- und Ausdrehkopf

Universal-Plan- und Ausdrehköpfe (Bild 4/146) gibt es in verschiedenen Größen und Ausführungen. Sie bestehen im Wesentlichen aus dem Grundkörper und dem Werkzeugschlitten. Die Aufnahme in der Frässpindel erfolgt durch den Werkzeugkegel.

Der Werkzeugschlitten ist von der Mitte ausgehend (Nullstellung) quer zur Frässpindelachse beweglich. Dadurch ist das Plandrehen und das Zustellen beim Ausdrehen und Außendrehen möglich.

Im Werkzeugschlitten befinden sich die Bohrungen für die Aufnahme der Drehwerkzeuge.

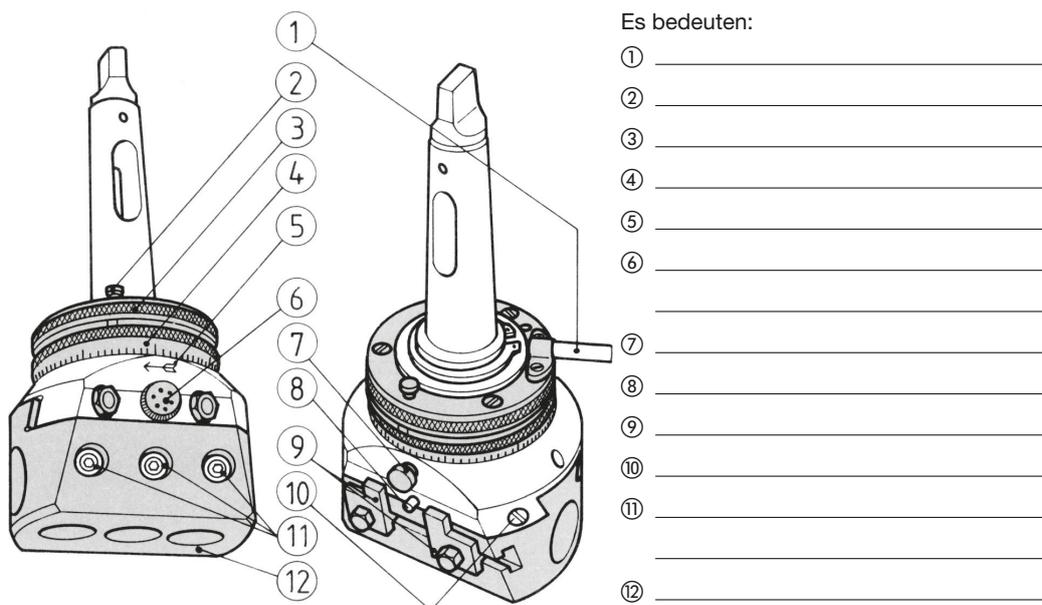


Bild 4/146: Universal-Plan- und Ausdrehkopf