

Fräsen und Verzahnen

1. Der Fräsvorgang	7		
1.1. Fräsen mit Mantelverzahnung	7		
1.1.1. Wichtige Hinweise	7		
1.2. Fräsen mit Stirnverzahnung	7		
1.3. Schnitttrichtung	8		
1.4. Gegenlauf- und Gleichlaufverfahren	8		
1.4.1. Gegenlaufprinzip	8		
1.4.2. Gleichlaufprinzip	9		
1.5. Standzeit der Fräferschneide	10		
1.6. Kühlung beim Fräsen	10		
1.7. Schnitt- und Vorschubgeschwindigkeit	11		
1.7.1. Die Werkzeugmaschine	11		
1.7.2. Das Werkstück	11		
1.7.3. Das Werkzeug	11		
1.7.4. Berechnungen	11		
1.8. Das Sägediagramm	13		
1.8.1. Beispiel einer Sägediagrammkonstruktion	13		
1.9. Vorschub	14		
1.9.1. Berechnungen	15		
1.10. Richtige Schnellstahlsorte	15		
1.11. Richtige Hartmetallsorte	16		
1.11.1. Spezielle Hartmetallsorte zum Fräsen von Stahl	16		
1.11.2. TiC-beschichtetes Hartmetall	18		
2. Der Fräser	19		
2.1. Schnittwinkel	19		
2.1.1. Regeln	21		
2.2. Einteilung und Arbeitsweise	22		
2.2.1. Spitzgezahnte Fräser	23		
2.2.2. Hinterdrehte Fräser	23		
2.2.3. Anwendungsgebiete der Werkzeugtypen N, H und W	23		
2.2.4. Der Walzenfräser	24		
2.2.5. Der Walzenstirnfräser	24		
2.2.5.1. Schruppfräser	25		
2.2.5.2. Schruppschlichtfräser	26		
2.2.6. Der Scheibenfräser	27		
2.2.7. Der Nutenfräser	27		
2.2.8. Der Winkelstirnfräser (45°, 50° und 60°)	28		
2.2.9. Der Kehlenfräser und Nutenfräser	28		
2.2.10. Der Schaftfräser	30		
2.2.10.1. Fräserbefestigung für Schaftfräser	32		
2.2.10.2. Fräserbefestigung nach System Weldon	33		
2.2.11. Der Keilnutenfräser (Langlochfräser)	35		
2.2.12. Schaftfräser aus Voll-Hartmetall	36		
2.2.13. Der Kopierfräser	38		
2.2.14. Der Wegwerffräser	39		
2.2.15. Der Gravierstichel	39		
2.2.16. Die Kreissäge	39		
2.2.16.1. Hinweise für Vollhartmetall- Kreis-Sägeblätter	40		
2.2.17. Segmentkreissägen	40		
2.2.18. Maschinensägen	41		
2.2.19. Rotierfräser	44		
2.2.20. Der Messerkopf	45		
2.2.20.1. Hartmetallmesserkopf- Schneidengeometrie	46		
2.2.20.2. Positive oder negative Schneidenwinkel?	51		
2.2.20.3. Messerköpfe mit Lochplattenbestückung	51		
2.2.20.4. Grundregeln für das Fräsen mit Hartmetallmesserköpfen	52		
2.2.20.5. Messerköpfe für Kesselblechfräsen	53		
2.2.20.6. Der Sturz der Frässpindel	53		
2.2.20.7. Schneideneingriff- Messerkopfanstellung	54		
2.2.21. Der Hartmetall-Scheibenfräser	54		
2.2.21.1. Festlegung der Schnittdaten für Schrupp- und Schlichtarbeiten an HM-Scheibenfräsern	55		
2.2.22. Der Satzfräser	56		
2.2.23. Fräser für Verzahnungen	57		
2.2.24. Der Zahnformfräser	57		
2.2.24.1. Einteilung des 8 Fräser umfassenden Satzes	58		
2.2.24.2. Einteilung der Formfräser für Rollen- und Hülsenkettenräder	58		
2.2.24.3. Das Fräsen von Hartgewebezahnrädern	58		
2.2.25. Der Wälzfräser	58		
2.2.26. Der Schneckenrad-Abwälzfräser	59		
2.2.26.1. Das Radialverfahren	60		
2.2.26.2. Das Tangentialverfahren	60		
2.2.27. Der Abwälzfräser für Keilwellen	61		
2.2.28. Der Kettenrad-Abwälzfräser	61		
2.2.29. Der Gewindefräser	61		
2.2.30. Der Schlagzahn	62		
2.3. Zerspanungshinweise für Fräsbearbeitung von hochwarmfesten Superlegierungen und Sonderwerkstoffen	63		
2.4. Fräsen von gehärtetem Stahl	65		
3. Die Fräsmaschine	66		
3.1. Aufbau und Arbeitsweise	66		
3.2. Die Universalfräsmaschine	66		
3.3. Die Vertikalfräsmaschine	66		
3.4. Die Produktions-Fräsmaschine	66		
3.5. Behandlung der Fräsdorne	68		
3.6. Die Abwälzfräsmaschine	68		
3.6.1. Anwendungsgebiet	68		
3.6.2. Arbeitsweise	68		
3.6.3. Schnitttrichtung und Gangrichtung	72		
3.6.3.1. Beim Fräsen von Stirnrädern	72		
3.6.3.2. Beim Fräsen von Schrägstirn- und Schraubenrädern	72		
3.6.4. Fräsen von Schnecken mit Wälzfräsern	73		
3.6.5. Schneckenschneiden mit Schälrad	73		
3.6.6. Das Gleichlaufräsvorgang	74		
3.6.7. Wirtschaftliche Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe beim Wälzfräsen	74		
3.6.8. Wälzfräsen mit Hartmetallwerkzeugen	77		
3.6.8.1. Bauarten der Hartmetallwälzfräser	78		
3.6.8.2. Mehrgängige Wälzfräser	79		
3.6.8.3. Auswahl der geeigneten Hartmetallsorte	79		

4. Teilkopfarbeiten	79	6. Das Fräsen schraubenförmiger Nuten	91
4.1. Aufgaben und Arten der Teilköpfe	79	6.1. Berechnung des Einstellwinkels (trigonometrisch) ...	92
4.2. Sonderteilköpfe	80	6.2. Zeichnerische Ermittlung des Einstellwinkels	93
4.3. Das Teilen mit dem mechanischen Teilkopf	80	6.3. Berechnung der Ganghöhe	93
4.3.1. Das direkte Teilen	80	6.4. Die gebräuchlichen Ganghöhen an Werkzeugen	93
4.3.2. Automatisch schaltender Teilapparat	81	6.5. Berechnung der Wechsellräder	94
4.3.3. Das indirekte Teilen	81	6.5.1. Rechts- und linksgängige Schraubennute	95
4.4. Berechnung der Teilkurbelumdrehungen	83	6.5.2. Nachprüfungen	96
4.5. Das Teilen von Winkelgraden	84	6.5.3. Anormale Ganghöhen	96
4.5.1. Teilen von Winkelgraden mit Sonderzubehör	85	6.6. Fräsen kleiner Ganghöhen	97
4.6. Das Differentialteilen (Ausgleichsteilen)	86	6.7. Bestimmung der Vorschubgeschwindigkeit am Werk-	
4.6.1. Berechnung der Ausgleichswchsellräder	86	stückumfang (Vorschub in Drallrichtung)	99
4.6.2. Prüfung der Teilkopfeinstellung	87		
4.7. Teilen von Winkelgraden mit Hilfe des		7. Literaturverzeichnis	100
Differentialteilens	88		
5. Das Längsteilen	89		