

# Verzahntechnik

Das aktuelle Grundwissen  
über Herstellung und Prüfung von Zahnrädern

Dr.-Ing. Klaus Feiten

Mit 66 Bildern und 46 Farbtafeln

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Geschichte von Zahnrad und Verzahnmaschine</b>	<b>1</b>
1.1	Das Zahnrad als Symbol	1
1.2	Erste technische Anwendungen	1
1.3	Zahnräder im Mittelalter	3
1.4	Wissenschaftliche Entwicklung der Zahnform	6
1.5	Entstehung der Verzahnmaschinen	9
<b>2</b>	<b>Grundlagen der Verzahnungsgeometrie</b>	<b>13</b>
2.1	Verzahnungsgesetz	13
2.2	Verzahnungsarten	14
2.2.1	Wildhaber-Novikov-Verzahnung	15
2.2.2	Zykloidenverzahnung	15
2.2.3	Evolventenverzahnung	16
2.3	Begriffe an Zahn und Zahnrad	18
2.3.1	Schrägverzahnung	24
2.4	Begriffe an Radpaarungen	27
2.4.1	Radpaarungen mit parallelen Achsen	27
2.4.2	Radpaarungen mit sich schneidenden Achsen	35
2.4.3	Radpaarungen mit sich kreuzenden Achsen	37

# Inhaltsverzeichnis

<b>3</b>	<b>Verfahren zur Weichbearbeitung von Zahnrädern</b>	<b>41</b>
3.1	Spanlose Verfahren	44
3.1.1	Gießen	45
3.1.2	Sintern / Pulverschmieden	45
3.1.3	Präzisionsschmieden	49
3.1.4	Pressen	50
3.1.5	Feinschneiden	52
3.1.6	Walzen / Rollen	54
3.2	Spanende Verfahren zurZ lerradherstellung	59
3.2.1	Wälzfräsen / Formfräsen	64
3.2.2	Wälzstoßen / Formstoßen	72
3.2.3	Wälzhobeln	81
3.2.4	Wälzschälen	83
3.2.5	Räumen	86
3.3	Weichfeinbearbeitung	<b>89</b>
3.3.1	Schaben	<b>89</b>
3.3.2	Schälwälzfräsen	<b>92</b>
<b>4</b>	<b>Verfahren zur Hartbearbeitung von Zahnrädern</b>	<b>93</b>
4.1	Grundlagen der Hartbearbeitung	93
4.2	Hartbearbeitung mit geometrisch unbestimmter Schneide	98
4.2.1	Übersicht Form (Profil) - / Wälzschleifen	101
4.2.2	Wälzschleifen	105
4.2.3	Profil (Form-) Schleifen	109
4.2.4	Honen	112
4.2.5	Hartschaben	115

4.3	Hartbearbeitung mit geometrisch bestimmter Schneide	117
4.3.1	Schälwälzfräsen	117
4.3.2	Schälwälzstoßen	118
4.3.3	Hartschälen	118
<b>5</b>	<b>Verfahren zur Herstellung von Kegelrädern</b>	<b>121</b>
5.1	Weichbearbeitung	122
5.1.1	Spanlose Verfahren	122
5.1.2	Spanende Verfahren	124
5.2	Hartbearbeitung	130
5.2.1	Läppen	130
5.2.2	Schleifen	132
5.2.3	HPG- Verfahren	133
5.2.4	HPG-S-Verfahren	133
<b>6</b>	<b>Messen und Prüfen von Verzahnungen</b>	<b>135</b>
6.1	Grundlagen	135
6.2	Abweichungen der Bezugs- und Lagerflächen	139
6.3	Teilungsabweichungen	140
6.3.1	Kreisteilungsprüfgeräte	141
6.3.2	Eingriffsteilungsprüfgeräte	141
6.3.3	Teilungsmessung mit Koordinatenmeßgeräten	141
6.4	Flankenabweichungen	145
6.4.1	Profilabweichungen	147
6.4.2	Flankenlinienabweichungen	149
6.4.3	Abweichungen der Erzeugenden	151

## Inhaltsverzeichnis

6.5	Rundlaufabweichungen	151
6.6	Zahndicken-und Zahnweitenabweichungen	152
6.7	Wälzabweichungen	156
6.7.1	Einflankenwälzprüfung	156
6.7.2	Zweiflankenwälzprüfung	157
<b>7</b>	<b>Herstellung von Getriebeteilen</b>	<b>159</b>
	<b>Quellenverzeichnis und weiterführende Literatur</b>	<b>163</b>
	<b>Index</b>	<b>169</b>