

---

Jochen Dietrich · Heinz Tschätsch

# Praxis der Umformtechnik

Umform- und Zerteilverfahren, Werkzeuge,  
Maschinen

11., überarbeitete und erweiterte Auflage

Mit 397 Abbildungen und 122 Tabellen



Springer Vieweg

# Inhaltsverzeichnis

<b>Teil I: Umform- und Trennverfahren</b> .....	1
<b>1 Einteilung der Fertigungsverfahren</b> .....	3
<b>2 Begriffe und Kenngrößen der Umformtechnik</b> .....	5
2.1 Plastische (bleibende) Verformung.....	5
2.2 Fließspannung $k_f$ .....	6
2.3 Formänderungswiderstand $k_w$ .....	9
2.4 Formänderungsvermögen.....	10
2.5 Formänderungsgrad und Hauptformänderung.....	14
2.6 Formänderungsgeschwindigkeit.....	16
2.7 Testfragen zu Kapitel 2.....	16
<b>3 Reibung und Schmierung beim Umformen</b> .....	18
3.1 Kalt-Massivumformung.....	18
3.2 Warm-Massivumformung.....	20
3.3 Blechumformung.....	20
3.4 Testfragen zu Kapitel 3.....	20
<b>4 Stauchen</b> .....	21
4.1 Definition.....	21
4.2 Anwendung.....	21
4.3 Ausgangsrohling.....	21
4.4 Zulässige Formänderungen.....	22
4.5 Stauchkraft.....	26
4.6 Staucharbeit.....	26
4.7 Stauchwerkzeuge.....	27
4.8 Erreichbare Genauigkeiten.....	29
4.9 Fehler beim Stauchen.....	30
4.10 Berechnungsbeispiele.....	30
4.11 Testfragen zu Kapitel 4.....	35
<b>5 Fließpressen</b> .....	36
5.1 Definition.....	36
5.2 Anwendung eines Verfahrens.....	36
5.3 Unterteilung des Fließpressverfahrens.....	37
5.4 Ausgangsrohling.....	38
5.5 Hauptformänderung $\phi_h$ .....	38
5.6 Kraft- und Arbeitsberechnung.....	39
5.7 Fließpresswerkzeuge.....	41
5.8 Armierungsberechnung nach VDI 3186 Bl. 3 für einfach armierte Pressbüchsen.....	42
5.9 Erreichbare Genauigkeiten.....	45
5.10 Fehler beim Fließpressen.....	46
5.11 Stadienplan.....	46
5.12 Berechnungsbeispiele.....	47

5.13	Formenordnung.....	52
5.14	Testfragen zu Kapitel 5.....	58
<b>6</b>	<b>Gewinde-, Verzahnungs- und Ringwalzen.....</b>	<b>59</b>
6.1	Unterteilung der Gewindewalzverfahren.....	59
6.2	Anwendung der Verfahren.....	61
6.3	Vorteile des Gewindewalzens.....	62
6.4	Bestimmung des Ausgangsdurchmessers.....	63
6.5	Rollgeschwindigkeiten mit Rundwerkzeugen.....	64
6.6	Walzwerkzeuge.....	64
6.7	Beispiel.....	66
6.8	Gewindewalzmaschinen.....	67
6.9	Verfahren und Maschinen für das Walzen von Verzahnungen.....	72
6.10	Ringwalzen.....	79
6.11	Herstellung von Ringen durch das TRENPRO <sup>®</sup> -Verfahren.....	87
6.12	Testfragen zu Kapitel 6.....	89
<b>7</b>	<b>Kalteinsenken.....</b>	<b>90</b>
7.1	Definition.....	90
7.2	Anwendung des Verfahrens.....	90
7.3	Zulässige Formänderungen.....	91
7.4	Kraft- und Arbeitsberechnung.....	91
7.5	Einsenkbare Werkstoffe.....	92
7.6	Einsenkgeschwindigkeit.....	93
7.7	Schmierung beim Kalteinsenken.....	93
7.8	Gestaltung der einzusenkenen Werkstücke.....	93
7.9	Einsenkwerkzeug.....	94
7.10	Vorteile des Kalteinsenkens.....	95
7.11	Fehler beim Kalteinsenken.....	96
7.12	Maschinen für das Kalteinsenken.....	96
7.13	Berechnungsbeispiele.....	97
7.14	Testfragen zu Kapitel 7.....	98
<b>8</b>	<b>Massivprägen.....</b>	<b>99</b>
8.1	Definition.....	99
8.2	Unterteilung und Anwendung der Massivprägeverfahren.....	99
8.3	Kraft- und Arbeitsberechnung.....	100
8.4	Werkzeuge.....	101
8.5	Fehler beim Prägen.....	102
8.6	Beispiel.....	102
8.7	Testfragen zu Kapitel 8.....	103
<b>9</b>	<b>Abstreckziehen.....</b>	<b>104</b>
9.1	Definition.....	104
9.2	Anwendung des Verfahrens.....	104
9.3	Ausgangsrohling.....	104
9.4	Hauptformänderung.....	104
9.5	Kraft- und Arbeitsberechnung.....	106
9.6	Beispiel.....	106
9.7	Testfragen zu Kapitel 9.....	107

<b>10</b>	<b>Drahtziehen</b> .....	108
10.1	Definition .....	108
10.2	Anwendung .....	108
10.3	Ausgangsmaterial .....	109
10.4	Hauptformänderung .....	109
10.5	Zulässige Formänderungen .....	109
10.6	Ziehkraft.....	110
10.7	Ziehgeschwindigkeiten.....	110
10.8	Antriebsleistung .....	112
10.9	Ziehwerkzeuge .....	113
10.10	Beispiel.....	115
10.11	Testfragen zu Kapitel 10 .....	117
<b>11</b>	<b>Rohrziehen</b> .....	118
11.1	Definition .....	118
11.2	Rohrziehverfahren .....	118
11.3	Hauptformänderung und Ziehkraft.....	119
11.4	Ziehwerkzeuge .....	120
11.5	Beispiel.....	121
11.6	Testfragen zu Kapitel 11 .....	121
<b>12</b>	<b>Strangpressen</b> .....	122
12.1	Definition .....	122
12.2	Anwendung .....	122
12.3	Ausgangsmaterial .....	123
12.4	Die Strangpressverfahren .....	123
12.5	Hauptformänderung .....	126
12.6	Formänderungsgeschwindigkeiten beim Strangpressen.....	126
12.7	Presskraft.....	127
12.8	Arbeit.....	129
12.9	Werkzeuge.....	131
12.10	Strangpressmaschinen .....	133
12.11	Beispiel.....	134
12.12	Testfragen zu Kapitel 12 .....	135
<b>13</b>	<b>Gesenkschmieden</b> .....	136
13.1	Definition .....	136
13.2	Ausgangsrohling .....	136
13.3	Unterteilung und Anwendung des Verfahrens .....	137
13.4	Vorgänge im Gesenk.....	139
13.5	Kraft- und Arbeitsberechnung.....	140
13.6	Werkzeuge.....	146
13.7	Gestaltung von Gesenkschmiedeteilen.....	150
13.8	Erreichbare Genauigkeiten .....	151
13.9	Quer- und Reckwalzen zur Qualitätsverbesserung .....	151
13.10	Beispiel.....	153
13.11	Axialvorschub-Querwalzen (AVQ) zur flexiblen Bauteilerzeugung .....	155
13.12	Testfragen zu Kapitel 13 .....	158

<b>14</b>	<b>Tiefziehen</b> .....	159
14.1	Definition.....	159
14.2	Anwendung des Verfahrens.....	159
14.3	Umformvorgang und Spannungsverteilung.....	160
14.4	Ausgangsrohling.....	161
14.5	Zulässige Formänderung.....	168
14.6	Zugabstufung.....	170
14.7	Berechnung der Ziehkraft.....	172
14.8	Niederhalterkraft.....	173
14.9	Zieharbeit.....	174
14.10	Ziehwerkzeuge.....	176
14.11	Erreichbare Genauigkeiten.....	185
14.12	Tiefziehfehler.....	186
14.13	Beispiel.....	188
14.14	Hydromechanisches Tiefziehen (Hydro-Mec-Ziehverfahren).....	191
14.15	Außenhochdruckumformen (AHU <sup>®</sup> ).....	193
14.16	Innenhochdruckumformen.....	198
14.17	Warmumformung beim Tiefziehen.....	204
14.18	Testfragen zu Kapitel 14.....	211
<b>15</b>	<b>Ziehen ohne Niederhalter, Drücken und inkrementelle Blechumformung</b> ..	212
15.1	Ziehen ohne Niederhalter.....	212
15.2	Drücken.....	213
15.3	Testfragen.....	219
15.4	Inkrementelle Blechumformung.....	220
<b>16</b>	<b>Biegen</b> .....	231
16.1	Definition.....	231
16.2	Anwendung des Verfahrens.....	231
16.3	Biegeverfahren.....	231
16.4	Grenzen der Biegeumformung.....	232
16.5	Rückfederung.....	234
16.6	Ermittlung der Zuschnittslänge.....	235
16.7	Biegekraft.....	236
16.8	Biegearbeit.....	242
16.9	Biegewerkzeuge.....	243
16.10	Biegefehler.....	245
16.11	Beispiel.....	245
16.12	Biegemaschinen.....	246
16.13	Testfragen zu Kapitel 16.....	252
<b>17</b>	<b>Hohlprägen</b> .....	253
17.1	Definition.....	253
17.2	Anwendung des Verfahrens.....	253
17.3	Kraft- und Arbeitsberechnung.....	254
17.4	Werkzeuge zum Hohlprägen.....	257
17.5	Prägefehler.....	258
17.6	Beispiel.....	258
17.7	Testfragen zu Kapitel 17.....	258

<b>18</b>	<b>Schneiden (Zerteilen)</b> .....	259
18.1	Definition .....	259
18.2	Ablauf des Schneidvorganges .....	259
18.3	Unterteilung der Schneidverfahren nach DIN 8588 .....	260
18.4	Zulässige Formänderung .....	261
18.5	Kraft- und Arbeitsberechnung .....	261
18.6	Resultierende Wirkungslinie (Linien Schwerpunkt) .....	263
18.7	Schneidspalt .....	266
18.8	Steg- und Randbreiten .....	268
18.9	Erreichbare Genauigkeiten .....	269
18.10	Schneidwerkzeuge .....	269
18.11	Maschinen (offener Schneidvorgang) .....	279
18.12	Beispiel .....	283
18.13	Testfragen zu Kapitel 18 .....	283
<b>19</b>	<b>Feinschneiden (Genauschneiden)</b> .....	284
19.1	Definition .....	284
19.2	Einsatzgebiete .....	284
19.3	Ablauf des Schneidvorganges .....	284
19.4	Aufbau des Feinschneidwerkzeuges .....	285
19.5	Schneidspalt .....	285
19.6	Kräfte beim Feinschneiden .....	286
19.7	Feinschneidpressen .....	287
19.9	Testfragen zu Kapitel 19 .....	290
<b>20</b>	<b>Fügen durch Umformen</b> .....	291
20.1	Clinchen .....	292
20.2	Vollstanznieten .....	297
20.3	Halbhohlstanznieten .....	300
<b>Teil II: Umformmaschinen</b> .....		<b>305</b>
<b>21</b>	<b>Unterteilung der Umformmaschinen</b> .....	<b>307</b>
21.1	Arbeitsgebundene Maschinen .....	307
21.2	Weggebundene Maschinen .....	307
21.3	Kraftgebundene Maschinen .....	308
21.4	Testfrage zu Kapitel 21 .....	308
<b>22</b>	<b>Hämmer</b> .....	<b>309</b>
22.1	Ständer und Gestelle .....	309
22.2	Unterteilung der Hämmer .....	309
22.3	Konstruktiver Aufbau .....	311
22.4	Automatisches Hammerschmieden .....	318
22.5	Einsatzgebiete der Hämmer .....	320
22.6	Beispiel .....	320
22.7	Testfragen zu Kapitel 22 .....	321
<b>23</b>	<b>Spindelpressen</b> .....	<b>322</b>
23.1	Konstruktive Ausführungsformen .....	322
23.2	Wirkungsweise der einzelnen Bauformen .....	322
23.3	Berechnung der Kenngrößen für Spindelpressen .....	334

23.4	Vorteile der Spindelpressen (im Vergleich zu den Hämmern und Kurbelpressen) .....	338
23.5	Typische Einsatzgebiete der Spindelpressen .....	338
23.6	Beispiele .....	339
23.7	Testfragen zu Kapitel 23 .....	341
<b>24</b>	<b>Exzenter- und Kurbelpressen</b> .....	<b>342</b>
24.1	Unterteilung dieser Pressen .....	342
24.2	Gestellwerkstoffe .....	345
24.3	Körperfederung und Federungsarbeit .....	346
24.4	Antriebe der Exzenter- und Kurbelpressen .....	347
24.5	Berechnung der Kenngrößen .....	354
24.6	Beispiel .....	358
24.7	Einsatz der Exzenter- und Kurbelpressen .....	360
24.8	Testfragen zu Kapitel 24 .....	360
<b>25</b>	<b>Kniehebelpressen</b> .....	<b>361</b>
25.1	Kniehebelpressen mit Einpunktantrieb .....	361
25.2	Kniehebelpressen mit modifiziertem Kniehebelantrieb .....	362
25.3	Liegende Kniehebelpressen .....	365
25.4	Testfragen zu Kapitel 25 .....	365
<b>26</b>	<b>Hydraulische Pressen</b> .....	<b>366</b>
26.1	Antrieb der hydraulischen Pressen .....	366
26.2	Beispiel .....	368
26.3	Vorteile der hydraulischen Pressen .....	369
26.4	Praktischer Einsatz der hydraulischen Pressen .....	369
26.5	Testfragen zu Kapitel 26 .....	373
<b>27</b>	<b>Sonderpressen</b> .....	<b>374</b>
27.1	Stufenziehpressen .....	374
27.2	Mehrstufenpressen für die Massivumformung .....	380
27.3	Stanzautomaten .....	388
27.4	Testfragen zu Kapitel 27 .....	393
<b>28</b>	<b>Servopressen</b> .....	<b>394</b>
28.1	Einleitung .....	394
28.2	Definition und Klassifizierung von Servopressen .....	394
28.3	Antriebsstrukturen von Servopressen .....	395
28.4	Energiemanagement .....	397
28.5	Vorteile von Servopressen im Vergleich zu konventionellen Pressen .....	397
28.6	Testfragen .....	399
<b>29</b>	<b>Werkstück- bzw. Werkstoffzuführungssysteme</b> .....	<b>400</b>
29.1	Zuführeinrichtungen für den Stanzereibetrieb .....	400
29.2	Transporteinrichtungen in Stufenziehpressen .....	401
29.3	Transporteinrichtungen für Mehrstufenpressen für die Massivumformung .....	402
29.4	Zuführeinrichtungen für die Zuführung von Ronden und Platinen beim Tubenspritzen (Rückwärtsfließpressen) .....	403

---

29.5	Zuführeinrichtungen zur schrittweisen Zuführung von Einzelwerkstücken .....	403
29.6	Zuführeinrichtungen zur Beschickung von Schmiedemaschinen .....	404
29.7	Testfragen zu Kapitel 29 .....	404
<b>30</b>	<b>Weiterentwicklung der Umformmaschinen und der Werkzeugwechselsysteme.....</b>	<b>405</b>
30.1	Flexible Fertigungssysteme in der Umformtechnik .....	405
30.2	Automatische Werkzeugwechselsysteme.....	416
<b>Teil III: Technische Tabellen .....</b>		<b>421</b>
<b>31</b>	<b>Technische Tabellen.....</b>	<b>423</b>
<b>32</b>	<b>Normen und Richtlinien .....</b>	<b>436</b>
32.1	Gegenüberstellung von alter Werkstoffbezeichnung nach DIN zu neuer EURO-Norm (nur Veränderungen der Bezeichnungen).....	436
32.2	DIN-Blätter* .....	443
32.3	VDI-Richtlinien.....	446
<b>Literaturverzeichnis.....</b>		<b>449</b>
1	Bücher .....	449
<b>Sachwortverzeichnis .....</b>		<b>453</b>