

Praktische Metallkunde

Schmelzen und Gießen, spanlose Formung,
Wärmebehandlung

Von

Dr.-Ing. G. Sachs VDI

Leiter des Metall-Laboratoriums der Metallgesellschaft A. G., Frankfurt a. M.
a. o. Professor an der Universität Frankfurt a. M.
auswärtiges Mitglied der Kaiser Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften

Zweiter Teil:
Spanlose Formung

Mit 275 Textabbildungen



Berlin
Verlag von Julius Springer
1934

ISBN-13: 978-3-7091-5172-3 e-ISBN-13: 978-3-7091-5320-8
DOI: 10.1007/978-3-7091-5320-8

Alle Rechte, insbesondere das der
Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten.
Copyright 1934 by Julius Springer in Berlin
Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1934

W. v. Moellendorff
gewidmet

Vorwort.

Der zweite Teil meines Werkes „Praktische Metallkunde“ behandelt die bei der spanlosen Formung der Metalle auftretenden Erscheinungen. Und zwar sind im ersten Kapitel hauptsächlich die stofflichen Zusammenhänge gebracht, während im dritten Kapitel die technologischen Vorgänge selber beschrieben werden. Das zweite Kapitel beschäftigt sich mit den durch Eigenspannungen hervorgerufenen Erscheinungen.

Außerdem ist dem ersten Kapitel eine kurze Zusammenstellung der für das Verständnis der Formungsvorgänge wichtigen theoretischen Gedankengänge angehängt. Diese erlangen in neuerer Zeit eine ständig zunehmende Bedeutung; und viele Einzelercheinungen der spanlosen Formung sind erst auf Grund solcher Vorstellungen verständlich und beherrschbar geworden. Es erschien daher von Wert, die spanlose Formung auch von dieser Seite aus kurz zu behandeln, obwohl ihre praktische Bedeutung noch umstritten ist. Derjenige Leser, der im Buche vorwiegend Tatsachenmaterial sucht, kann die diesbezüglichen Abschnitte 69 bis 79 ohne Schaden für das Verständnis der übrigen unbeachtet lassen.

Für das Lesen von Korrekturen zum zweiten Teil bin ich den Herren Dr.-Ing. Frhr. v. Göler, Patentanwalt Heine und Dr. Scheuer zu besonderem Danke verpflichtet, gleicherweise auch Fräulein E. Schulz für die mustergültige Anfertigung einer Anzahl von Schliffbildern. Herrn Dr. Krekeler, Hamburg, habe ich weiterhin für die Ausführungen über Schmiermittel in Nr. 73, sowie einigen Firmen für die Überlassung von Abbildungsvorlagen zu danken. Leider konnte wegen der beschränkten Raumverhältnisse nur ein kleiner Teil hiervon gebracht werden.

Frankfurt a. M., April 1934.

G. Sachs.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	1
A. Allgemeine Gesetze der Verformung	3—144
Kaltverformung	3—37
1. Kaltverformung und Warmverformung	3
2. Eigenschaftsänderungen durch Kaltverformung	4
3. Festigkeitsprüfung und Werkstoffbeurteilung	4
4. Veränderungen der mechanischen Eigenschaften durch Kaltverformung	5
5. Verfestigung verschiedener Werkstoffe	7
6. Einfluß von Vorgeschichte und Reinheitsgrad auf die Verfestigung	8
7. Verfestigung von Legierungen	10
8. Einfluß der Formungsbedingungen auf die Verfestigung	13
9. Formänderungsvermögen und Kaltverformung	15
10. Formänderungsvermögen und Stoffzustand	16
11. Prüfung des Formänderungsvermögens	18
12. Umformungsfähigkeit	19
13. Praktische Anforderungen an die Werkstoffeigenschaften	20
14. Dauerfestigkeit und Kaltverformung	21
15. Dauerstandfestigkeit und Kaltverformung	22
16. Einfluß der Probenahme auf die Festigkeitseigenschaften	23
17. Zeilegefüge und Schichtigkeit	24
18. Richtungsabhängigkeit der Eigenschaften in Blechen	26
19. Gleiten und Zwillingsbildung	28
20. Gleitflächen und Gleitrichtungen	30
21. Orientierungsänderungen bei der Verformung einzelner Kristalle	32
22. Texturen	32
23. Textur und Eigenschaften	35
24. Fließfiguren und ausgeprägte Streckgrenze	36
Anlassen und Glühen	38—90
25. Ziele und Wirkungen einer Glühbehandlung	38
26. Eigenschaftsänderungen beim Anlassen und Glühen	39
27. Allgemeiner Einfluß von Temperatur und Zeit	40
28. Verlauf der Entfestigung	42
29. Einfluß der chemischen Zusammensetzung auf die Entfestigung	45
30. Überlagerung von Entfestigung und Ausscheidungshärtung	48
31. Entfestigung und Rekristallisation	50
32. Einfluß der Korngröße	51
33. Grobkörnigkeit in dünnen, hoher Temperatur ausgesetzten Drähten	54
34. Der Rekristallisationsvorgang	55
35. Theorie der Rekristallisation	58
36. Der Nachweis eingetretener Rekristallisation	59
37. Rekristallisationsschaubilder	61
38. Einfluß der Glühdauer auf die Rekristallisation	63
39. Einfluß weiterer Faktoren auf die Rekristallisation	64
40. Rekristallisation nach mehrfachen Verformungen	65
41. Einfluß der chemischen Zusammensetzung auf die Rekristallisationstemperatur	66
42. Einfluß von Beimengungen auf die Größe des Rekristallisationskorns	67
43. Entstehung großer Kristalle bei der Rekristallisation	68
44. Kornwachstum und Grobkristallisation	69
45. Richtungsabhängigkeit der Eigenschaften geglühter Bleche	74
46. Rekristallisationstextur und Festigkeitseigenschaften	78

	Seite
47. Sintern	80
48. Sonstige Kristallwachstumsvorgänge	83
49. Diffusion	84
50. Schädigungen durch Glühen	87
Warmverformung	91—124
51. Technische Bedeutung der Warmverformung	91
52. Ursachen von Verarbeitungsschwierigkeiten	92
53. Einfluß kleiner Beimengungen	93
54. Gußgefüge und Verarbeitungsschwierigkeiten	94
55. Temperatur und Formänderungsvermögen	95
56. Warmverformung und Verfestigung	97
57. Stetiger Übergang von Warmverformung zu Kaltverformung	98
58. Die Bedeutung kristallographischer Vorgänge für die Warmverformung	101
59. Formung spröder Stoffe	102
60. Warmverformung von Messingen	103
61. Warmverformung und Rekristallisation	106
62. Gefüge gepreßter Stangen	108
63. Kraftbedarf und Fließwiderstand	109
64. Fließwiderstand und Temperatur	110
65. Fließwiderstand und Fließgeschwindigkeit	111
66. Verformung niedrigschmelzender Metalle	114
67. Verformung von Zink	117
68. Plattieren	121
Grundlagen einer Mechanik der spanlosen Formung	124—144
69. Rechnerische Behandlung von Fließvorgängen in Metallen	124
70. Theoretische Verformungsarbeit	125
71. Die wirklichen Verformungen in einem Formungsvorgang	127
72. Wirkliche Verformungsarbeit	129
73. Reibung und Schmierung	130
74. Kräfte und Spannungen	134
75. Die Fließbedingung	137
76. Verformungen und Spannungen	138
77. Die Fließkurve bei Kaltverformung	139
78. Geschwindigkeitseinfluß bei Warmverformung	142
79. Grenzen der Formung und Anstrengungsgrad	143
B. Eigenspannungen in verformten Metallen	145—169
80. Eigentliche Eigenspannungen	145
81. Das Aufreißen von Messing	146
82. Die Quecksilberprüfung von Messing	149
83. Das Aufreißen anderer Metalle und Legierungen	150
84. Legierungsbrüchigkeit	151
85. Glühbrüchigkeit	152
86. Genaues Verfahren zur Messung von Eigenspannungen	152
87. Näherungsverfahren zur Messung von Eigenspannungen	155
88. Reckspannungen nach verschiedenen Formungsvorgängen	157
89. Spannungsminderung durch Verformungen	159
90. Beseitigung von Eigenspannungen durch Anlassen	160
91. Eigenspannungen höherer Art	162
92. Spannungen und Röntgenstrahlen	162
93. Veränderung der elastischen Eigenschaften durch Verformung und Glühen	167
94. Elastische Unvollkommenheiten	168
C. Die einzelnen Formungsvorgänge	169—230
Strangpressen und verwandte Formungen	169—184
95. Strangpressen	169
96. Der Fließvorgang beim Strangpressen	172
97. Der Kraftbedarf beim Strangpressen	175
98. Gefüge und Eigenschaften von Preßstangen	178

	Seite
99. Pressen von Bleikabelmänteln	180
100. Pressen von Hohlkörpern	183
Schmiede- und Preßvorgänge	184—193
101. Schmieden und Pressen	184
102. Werkstofffragen beim Schmieden und Pressen	187
103. Stauchen	188
104. Eindruckvorgänge	191
Walzen	193—205
105. Walzwerke für Bleche und Bänder	193
106. Walzen von Stangen, Rohren und Profilen	197
107. Verformungen beim Walzen	199
108. Kräfte und Spannungsverhältnisse beim Blechwalzen	201
109. Schrägwalzen	203
110. Oberflächenbehandlung mit Walzen	204
Stangenziehen, Drahtziehen und Rohrziehen	205—215
111. Stangen- und Rohrziehen	205
112. Drahtziehen	207
113. Verformungen und Eigenschaften gezogenen Materials	209
114. Der Kraftbedarf beim Drahtziehen	211
115. Kraftbedarf und Ziehfähigkeit beim Rohrziehen	213
Tiefziehen und andere Blecharbeiten	215—230
116. Der Ziehvorgang	215
117. Ziehfähigkeit	219
118. Blechdehnungen	223
119. Kräfte und Spannungen beim Tiefziehen	224
120. Stanzerei und weitere Blecharbeiten	226
121. Blechprüfung	227
Sachverzeichnis	231