

Inhaltsverzeichnis

Teil I Fragen

1 Der Werkstoff Stahl – Grundlagen	3
1.1 Was ist Stahl?	3
1.2 Das Eisen-Kohlenstoff-Diagramm (EKD)	5
1.3 Bezeichnungssystem und Einteilung der Stähle	7
2 Stahleigenschaften und Legierungselemente	11
2.1 Eigenschaften von Stahl	11
2.2 Grundlagen der Legierungstechnik	14
2.3 Chemische Elemente im Stahl und deren Wirkung auf die Stahleigenschaften	15
3 Ausgewählte Stähle	21
3.1 Qualitätsstähle	21
3.2 Nichtrostende Edelstähle	23
3.3 Werkzeugstähle	29
3.4 Edelbaustähle	34
3.5 Nickel- und Sonderwerkstoffe	36
3.6 Sonstige Stähle	40
4 Stahlherstellung	45
4.1 Aus der Geschichte des Stahls	45
4.2 Stahlerzeugung (Hochofen-Konverter-Route, Elektrostahlerzeugung)	49
4.3 Nachbehandlung von Rohstahl (Pflanzenmetallurgie, Umschmelzverfahren)	52
4.4 Urformen/Gießen (Grundlagen des Gießens, Blockguss, Strangguss)	56
5 Umformen	61
5.1 Grundlagen der Metallformung	61
5.2 Schmieden (Grundlagen, Freiformschmieden, Gesenkschmieden, Prägen)	65
5.3 Fließpressen	70
5.4 Strangpressen	71

5.5 Walzen (Grundlagen, Walzverfahren) 72

5.6 Tiefziehen. 80

5.7 Tiefziehen mit Wirkmedien 80

5.8 Ziehen (Draht-, Stab- und Rohrziehen, Walzziehen). 81

5.9 Pulvermetallurgie 88

5.10 Additive Verfahren (3D-Druck) 90

6 Wärmebehandlung 93

6.1 Grundlagen und Anlagentechnik 93

6.2 Normalglühen 96

6.3 Weichglühen. 97

6.4 Rekristallisationsglühen. 98

6.5 Diffusionsglühen 98

6.6 Lösungsglühen 99

6.7 Spannungsarmglühen. 99

6.8 Härten (Umwandlungshärten und Anlassen, Ausscheidungshärten, Kaltverfestigen, Presshärten) 100

6.9 Allgemeine Fragen aus der Praxis der Wärmebehandlung von Stahl 103

7 Werkstoffprüfung 105

7.1 Grundlagen (Prüfen und Messen) 105

7.2 Zerstörende Prüfungen – mechanische Eigenschaften und Gefüge (Zugversuch, Härteprüfung, Kerbschlagbiegeversuch, Metallografie) . . . 108

7.3 Zerstörende Prüfungen – chemische Analyse (Röntgen-Fluoreszenz-Analyse, Optische Emissions-Spektrometrie, Verbrennungsanalyse) 112

7.4 Zerstörungsfreie Prüfungen (Ultraschall-, Wirbelstrom-, Sicht-, Farbeindring- und Magnetpulver-Prüfung, Rauheitsmessung) 114

8 Stahl in der Zukunft 123

Teil II Antworten

1 Der Werkstoff Stahl – Grundlagen 127

1.1 Was ist Stahl?. 127

1.2 Das Eisen-Kohlenstoff-Diagramm (EKD). 130

1.3 Bezeichnungssystem und Einteilung der Stähle 133

2 Stahleigenschaften und Legierungselemente 139

2.1 Eigenschaften von Stahl. 139

2.2 Grundlagen der Legierungstechnik 145

2.3 Chemische Elemente im Stahl und deren Wirkung auf die Stahleigenschaften 147

3	Ausgewählte Stähle	155
3.1	Qualitätsstähle	155
3.2	Nichtrostende Edelstähle	158
3.3	Werkzeugstähle	165
3.4	Edelbaustähle	170
3.5	Nickel- und Sonderwerkstoffe	173
3.6	Sonstige Stähle	175
4	Stahlherstellung	179
4.1	Aus der Geschichte des Stahls	179
4.2	Stahlerzeugung (Hochofen-Konverter-Route, Elektrostahlerzeugung)	182
4.3	Nachbehandlung von Rohstahl (Pfannenmetallurgie, Umschmelzverfahren)	186
4.4	Urformen/Gießen (Grundlagen des Gießens, Blockguss, Strangguss)	193
5	Umformen	205
5.1	Grundlagen der Metallformung	205
5.2	Schmieden (Grundlagen, Freiformschmieden, Gesenkschmieden, Prägen)	209
5.3	Fließpressen	213
5.4	Strangpressen	213
5.5	Walzen (Grundlagen, Walzverfahren)	215
5.6	Tiefziehen	228
5.7	Tiefziehen mit Wirkmedien	229
5.8	Ziehen (Draht-, Stab- und Rohrziehen, Walzziehen)	230
5.9	Pulvermetallurgie	238
5.10	Additive Verfahren (3D-Druck)	241
6	Wärmebehandlung	243
6.1	Grundlagen und Anlagentechnik	243
6.2	Normalglühen	246
6.3	Weichglühen	248
6.4	Rekristallisationsglühen	251
6.5	Diffusionsglühen	253
6.6	Lösungsglühen	253
6.7	Spannungsarmglühen	254
6.8	Härten (Umwandlungshärten und Anlassen, Ausscheidungshärten, Kaltverfestigen, Presshärten)	255
6.9	Allgemeine Fragen aus der Praxis der Wärmebehandlung von Stahl	261

7	Werkstoffprüfung	265
7.1	Grundlagen (Prüfen und Messen)	265
7.2	Zerstörende Prüfungen – mechanische Eigenschaften und Gefüge (Zugversuch, Härteprüfung, Kerbschlagbiegeversuch, Metallografie) ...	266
7.3	Zerstörende Prüfungen – chemische Analyse (Röntgen-Fluoreszenz- Analyse, Optische Emissions-Spektrometrie, Verbrennungsanalyse)	274
7.4	Zerstörungsfreie Prüfungen (Ultraschall-, Wirbelstrom-, Sicht-, Farbeindring- und Magnetpulver-Prüfung, Rauheitsmessung)	278
8	Stahl in der Zukunft	293
	Literatur	295
	Stichwortverzeichnis	299