

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Thermische Analyse – Zustandssysteme</b>	<b>13</b>
<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>Ziel des Praktikums</b>	<b>17</b>
<b>3</b>	<b>Theoretische Voraussetzungen</b>	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>19</b>
4.1	Phasenumwandlungen	19
4.2	Keimbildung und -wachstum	20
4.3	Legierungsstrukturen	24
4.4	Grundtypen der Zweistoffsysteme	27
4.4.1	Zweistoffsystem mit vollständiger Löslichkeit im flüssigen und im festen Zustand	30
4.4.2	Zweistoffsystem mit vollständiger Löslichkeit im flüssigen Zustand und Unlöslichkeit im festen Zustand	35
4.4.3	Zweistoffsystem mit vollständiger Löslichkeit im flüssigen Zustand und begrenzter Löslichkeit im festen Zustand – eutektisches System	39
4.4.4	Zweistoffsystem mit vollständiger Löslichkeit im flüssigen Zustand und begrenzter Löslichkeit im festen Zustand – peritektisches System	42
4.4.5	Zweistoffsystem mit intermetallischer Phase	44
4.4.6	Phasenumwandlungen im festen Zustand	45
4.5	Das Gesetz der abgewandten Hebelarme	46
<b>5</b>	<b>Kontrollfragen zur Praktikumsvorbereitung</b>	<b>48</b>
<b>6</b>	<b>Geräte und Hilfsmittel</b>	<b>50</b>
<b>7</b>	<b>Versuchsdurchführung</b>	<b>51</b>
<b>8</b>	<b>Praktikumsauswertung</b>	<b>52</b>
<b>9</b>	<b>Lösungen der Kontrollfragen zur Praktikumsvorbereitung</b>	<b>54</b>

<b>2</b>	<b>Zugversuch an metallischen Werkstoffen</b>	<b>57</b>
<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>59</b>
<b>2</b>	<b>Ziel des Praktikums</b>	<b>60</b>
<b>3</b>	<b>Theoretische Voraussetzungen</b>	<b>61</b>
<b>4</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>62</b>
	4.1 Kraft und Spannung	62
	4.2 Verlängerung und Dehnung	63
	4.3 Zugproben	65
	4.4 Verfahrensprinzip	67
	4.5 Zugversuch – Verformungsbereiche und Auswertung	70
<b>5</b>	<b>Kontrollfragen zur Praktikumsvorbereitung</b>	<b>78</b>
<b>6</b>	<b>Geräte und Hilfsmittel</b>	<b>79</b>
<b>7</b>	<b>Versuchsdurchführung</b>	<b>80</b>
<b>8</b>	<b>Praktikumsauswertung</b>	<b>82</b>
<b>9</b>	<b>Modelllösungen</b>	<b>83</b>
<b>10</b>	<b>Lösungen der Kontrollfragen zur Praktikumsvorbereitung</b>	<b>88</b>
<b>3</b>	<b>Metallographie – Probenpräparation und Lichtmikroskopie</b>	<b>91</b>
<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>93</b>
<b>2</b>	<b>Ziel des Praktikums</b>	<b>94</b>
<b>3</b>	<b>Theoretische Voraussetzungen</b>	<b>95</b>
<b>4</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>96</b>
	4.1 Die metallographische Probenpräparation	96
	4.1.1 Trennen	96
	4.1.2 Einfassen	98
	4.1.3 Schleifen und Polieren	100
	4.1.4 Reinigen und Trocknen der Probe	102
	4.1.5 Aufbau und Einstellung des Auflichtmikroskops	102
	4.1.6 Vergrößerung	107
	4.1.7 Auflösungsgrenzen der Lichtmikroskopie	110
	4.1.8 Gesamte förderliche Vergrößerung	114
	4.1.9 Kontrastierungsverfahren	114

4.2	Das metastabile Zweistoffsystem Eisen-Kohlenstoff .....	118
4.2.1	Reineisen .....	118
4.2.2	Phasen im metastabilen Zweistoffsystem Eisen-Kohlenstoff .....	119
4.2.3	Gefüge im metastabilen Zweistoffsystem Eisen-Kohlenstoff .....	123
4.2.4	Die Stahlecke im Eisen-Kohlenstoff-Diagramm – Gefüge- umwandlung des Austenits bei der Abkühlung im thermodyna- mischen Gleichgewicht .....	125
<b>5</b>	<b>Kontrollfragen zur Praktikumsvorbereitung .....</b>	<b>131</b>
<b>6</b>	<b>Geräte und Hilfsmittel .....</b>	<b>132</b>
<b>7</b>	<b>Versuchsdurchführung .....</b>	<b>133</b>
<b>8</b>	<b>Praktikumsauswertung .....</b>	<b>135</b>
<b>9</b>	<b>Lösungen der Kontrollfragen zur Praktikumsvorbereitung ...</b>	<b>136</b>
<b>4</b>	<b>Härteprüfung .....</b>	<b>139</b>
<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>141</b>
<b>2</b>	<b>Ziel des Praktikums .....</b>	<b>142</b>
<b>3</b>	<b>Theoretische Voraussetzungen .....</b>	<b>143</b>
<b>4</b>	<b>Grundlagen .....</b>	<b>144</b>
4.1	Überblick .....	144
4.2	Härteprüfung nach Brinell HBW .....	144
4.3	Härteprüfung nach Vickers HV .....	149
4.4	Härteprüfung nach Rockwell Skala C HRC .....	154
<b>5</b>	<b>Kontrollfragen zur Praktikumsvorbereitung .....</b>	<b>158</b>
<b>6</b>	<b>Geräte und Hilfsmittel .....</b>	<b>159</b>
<b>7</b>	<b>Versuchsdurchführung .....</b>	<b>160</b>
<b>8</b>	<b>Praktikumsauswertung .....</b>	<b>163</b>
<b>9</b>	<b>Modelllösungen .....</b>	<b>164</b>
<b>10</b>	<b>Lösungen der Kontrollfragen zur Praktikumsvorbereitung ...</b>	<b>168</b>

<b>5</b>	<b>Grundlagen der Wärmebehandlung von Stählen .</b>	<b>169</b>
<b>1</b>	<b>Einleitung . . . . .</b>	<b>171</b>
<b>2</b>	<b>Ziel des Praktikums . . . . .</b>	<b>172</b>
<b>3</b>	<b>Theoretische Voraussetzungen . . . . .</b>	<b>173</b>
<b>4</b>	<b>Grundlagen . . . . .</b>	<b>174</b>
4.1	Einfluss der Abkühlgeschwindigkeit auf die Gefüge von Stählen . . . . .	174
4.1.1	Das Dilatometerverfahren . . . . .	174
4.1.2	Diffusionsgesteuerte Umwandlung des Austenits bei leicht erhöhter Abkühlgeschwindigkeit . . . . .	175
4.1.3	Die Martensitbildung . . . . .	179
4.1.4	Die Bainitbildung . . . . .	182
4.1.5	Das Zeit-Temperatur-Umwandlungdiagramm . . . . .	183
4.1.6	Einfluss von Legierungselementen auf die Umwandlung des Austenits bei der Abkühlung . . . . .	189
4.2	Wärmebehandlung von Stahl . . . . .	191
4.2.1	Begriffserklärung . . . . .	191
4.2.2	Das Normalglühen . . . . .	192
4.2.3	Das Härten . . . . .	196
4.2.4	Charakterisierung der Härtebarkeit . . . . .	202
4.2.5	Anlassverhalten von Stählen . . . . .	206
<b>5</b>	<b>Kontrollfragen zur Praktikumsvorbereitung . . . . .</b>	<b>209</b>
<b>6</b>	<b>Geräte und Hilfsmittel . . . . .</b>	<b>211</b>
<b>7</b>	<b>Versuchsdurchführung . . . . .</b>	<b>212</b>
<b>8</b>	<b>Praktikumsauswertung . . . . .</b>	<b>214</b>
<b>9</b>	<b>Modelllösungen . . . . .</b>	<b>216</b>
<b>10</b>	<b>Lösungen der Kontrollfragen zur Praktikumsvorbereitung . . .</b>	<b>219</b>
<b>6</b>	<b>Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy . . . . .</b>	<b>221</b>
<b>1</b>	<b>Einleitung . . . . .</b>	<b>223</b>
<b>2</b>	<b>Ziel des Praktikums . . . . .</b>	<b>224</b>
<b>3</b>	<b>Theoretische Voraussetzungen . . . . .</b>	<b>225</b>

<b>4</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>226</b>
4.1	Zähigkeit und Sprödigkeit	226
4.2	Der Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy	229
4.3	Sprödes Werkstoffverhalten beim KBV	232
4.4	Duktiles Werkstoffverhalten beim KBV	234
4.5	Der Bruch beim KBV	236
4.5.1	Sprödbbruch (Spaltbruch)	236
4.5.2	Verformungsbruch	239
4.5.3	Mischbruch	241
4.6	Einflüsse auf die Zähigkeit	242
4.7	Das Temperaturkonzept	244
<b>5</b>	<b>Kontrollfragen zur Praktikumsvorbereitung</b>	<b>247</b>
<b>6</b>	<b>Geräte und Hilfsmittel</b>	<b>248</b>
<b>7</b>	<b>Versuchsdurchführung</b>	<b>249</b>
<b>8</b>	<b>Praktikumsauswertung</b>	<b>252</b>
<b>9</b>	<b>Modelllösungen</b>	<b>254</b>
<b>10</b>	<b>Lösungen der Kontrollfragen zur Praktikumsvorbereitung</b>	<b>256</b>
<b>7</b>	<b>Ermüdung und Schwingfestigkeit</b>	<b>259</b>
<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>261</b>
<b>2</b>	<b>Ziel des Praktikums</b>	<b>262</b>
<b>3</b>	<b>Theoretische Voraussetzungen</b>	<b>263</b>
<b>4</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>264</b>
4.1	Ermüdung	264
4.2	Rissbildung und -wachstum unter schwingender Beanspruchung – Merkmale des Dauerbruchs	266
4.3	Mechanische Schwingungen	269
4.4	Einstufige Schwingfestigkeitsuntersuchungen – Wöhlerversuch	271
4.4.1	Ermittlung der Überlebenswahrscheinlichkeit im Bereich der Zeitfestigkeit	274
4.4.2	Bestimmung der Langzeitfestigkeit unter Berücksichtigung des Streubandes im Übergangsbereich	279
4.5	Angabe der Langzeitfestigkeit	287
4.6	Dauerfestigkeitsschaubild nach Smith	288
4.7	Einflüsse auf die Schwingfestigkeit	290

<b>5</b>	Kontrollfragen zur Praktikumsvorbereitung .....	293
<b>6</b>	Geräte und Hilfsmittel .....	294
<b>7</b>	Versuchsdurchführung .....	295
<b>8</b>	Praktikumsauswertung .....	301
<b>9</b>	Modelllösungen .....	302
<b>10</b>	Lösungen der Kontrollfragen zur Praktikumsvorbereitung ...	311
	Index .....	313