



A.1 Periodensystem

I	II	III	IV	V	VI	VII	--- VIII ---	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
A	A	Ü	Ü	Ü	Ü	Ü	Ü	B	B	A/B	A/B	A	A	A	A	
<sup>1</sup> H -253 -259	<sup>4</sup> Be 1330 2770	<sup>21</sup> Sc 45 2730	<sup>22</sup> Ti 48 3260	<sup>23</sup> V 51 3450	<sup>24</sup> Cr 52 2665	<sup>25</sup> Mn 55 2150	<sup>26</sup> Fe 56 3000	<sup>28</sup> Ni 58 2730	<sup>30</sup> Zn 65 906	<sup>31</sup> Ga 70 2237	<sup>32</sup> Ge 73 2830	<sup>33</sup> As 75 -	<sup>34</sup> Se 79 685	<sup>35</sup> Br 80 58	<sup>36</sup> Br 84 -152	
<sup>11</sup> Na 23 892	<sup>12</sup> Mg 24 1107	<sup>39</sup> Y 89 2927	<sup>40</sup> Zr 91 3580	<sup>41</sup> Nb 93 3300	<sup>42</sup> Mo 96 3560	<sup>43</sup> Tc 99 -	<sup>44</sup> Ru 101 4900	<sup>46</sup> Pd 106 3980	<sup>48</sup> Cd 112 765	<sup>49</sup> In 115 2000	<sup>50</sup> Sn 119 2270	<sup>51</sup> Sb 122 1380	<sup>52</sup> Te 128 990	<sup>53</sup> I 127 183	<sup>54</sup> Xe 131 -	
<sup>37</sup> Rb 85 688	<sup>38</sup> Sr 88 1380	<sup>57</sup> La 139 3469	<sup>72</sup> Hf 178 5400	<sup>73</sup> Ta 181 5425	<sup>74</sup> W 184 5900	<sup>75</sup> Re 186 5930	<sup>76</sup> Os 190 5300	<sup>78</sup> Pt 195 4530	<sup>80</sup> Hg 201 357	<sup>81</sup> Tl 204 1457	<sup>82</sup> Pb 207 1725	<sup>83</sup> Bi 209 1560	<sup>84</sup> Po 210 962	<sup>85</sup> At 210 370	<sup>86</sup> Rn 222 -62	
<sup>87</sup> Fr 223 677	<sup>88</sup> Ra 226 700	<sup>89</sup> Ac 227 1050	<sup>90</sup> Th 232 4788	<sup>91</sup> Pa 231 4027	<sup>92</sup> U 238 3818	<sup>93</sup> Np 237 3902	<sup>94</sup> Pu 244 3232	<sup>95</sup> Am 243 2607	<sup>96</sup> Cm 247 3110	<sup>97</sup> Bk 247 986	<sup>98</sup> Cf 251 950	<sup>99</sup> Es 252 860	<sup>100</sup> Fm 257 900	<sup>101</sup> Md 258 -	<sup>102</sup> No 259 -	<sup>103</sup> Lr 262 -
<sup>58</sup> Ce 140 3443	<sup>59</sup> Pr 141 3250	<sup>60</sup> Nd 144 3074	<sup>61</sup> Pm 145 2730	<sup>62</sup> Sm 150 1794	<sup>63</sup> Eu 152 1439	<sup>64</sup> Gd 157 3273	<sup>65</sup> Tb 159 3230	<sup>66</sup> Dy 163 2562	<sup>67</sup> Ho 165 2700	<sup>68</sup> Er 167 2863	<sup>69</sup> Tm 169 1947	<sup>70</sup> Yb 173 1196	<sup>71</sup> Lu 175 3395	<sup>72</sup> Yb 173 819	<sup>73</sup> Lu 175 1663	
<sup>90</sup> Th 232 1750	<sup>91</sup> Pa 231 1845	<sup>92</sup> U 238 1132	<sup>93</sup> Np 237 630	<sup>94</sup> Pu 244 641	<sup>95</sup> Am 243 994	<sup>96</sup> Cm 247 1340	<sup>97</sup> Bk 247 986	<sup>98</sup> Cf 251 950	<sup>99</sup> Es 252 860	<sup>100</sup> Fm 257 900	<sup>101</sup> Md 258 -	<sup>102</sup> No 259 -	<sup>103</sup> Lr 262 -	<sup>104</sup> Lr 262 -	<sup>105</sup> Lr 262 -	

Ordnungszahl **Symbol**  
Atomgewicht  
Siedetemperatur  $T_{\text{S}}$  °C  
Schmelztemperatur  $T_{\text{K}}$  °C

## A.2 Größen und Einheiten

### a) Grundgrößen

Größe	Symbol	Einheit
Länge	$l$	m
Masse	$m$	kg
Zeit	$t$	s
Stoffmenge	$n$	mol
Temperatur	$T$	K
Stromstärke	$I$	A

### b) Geometrische Eigenschaften und Konzentrationsmaße

Größe	Symbol	Einheit	Andere SI-Einheiten, Bemerkungen	Nicht-SI-Einheiten, Bemerkungen
Länge	$l; L; a; b$	m	1 mm = $10^{-3}$ m (Probenabmessung) 1 $\mu$ m = $10^{-6}$ m (Korngröße) 1 nm = $10^{-9}$ m (Atomabstand)	1 Å = $10^{-10}$ m 1'' = 25,4 mm
Grenzflächendichte (Korngrenzen)	$\varrho_{KG}$	$\text{m}^2 \text{m}^{-3}$	$(\varrho_{KG})^{-1} = d_{KG}$ Korngröße $\mu\text{m}, \text{mm}$	$\frac{\text{Fläche der Korngrenzen}}{\text{Probenvolumen}}$
Versetzungsichte	$\varrho_V; N_V$	$\text{m m}^{-3}$	$(\varrho_V)^{-1/2} = d_V$ Versetzungsabstand cm, $\mu\text{m}$ je nach Messmethode	$\frac{\text{Versetzungslinienlänge}}{\text{Probenvolumen}}$
Leerstellendichte	$\varrho_L$	$\text{m}^{-3}$		$\frac{\text{Anzahl der Leerstellen}}{\text{Probenvolumen}}$
Dichte	$\varrho$	$\text{kg m}^{-3}$		
Rohdichte	$\varrho_R$	$\text{kg m}^{-3}$		$\varrho_R = \varrho_M f_M + \varrho_P f_P$ $f_M + f_P = 1$ M: Matrix; P: Pore oder Partikel; f: Volumenanteil
Partielle Dichte der Phase $\alpha$	$\varrho_\alpha$	$\text{kg m}^{-3}$		
Volumen der Phase $\alpha$	$V_\alpha$	$\text{m}^3$		
Volumenanteil der Phase $\alpha$ (Phasen $\alpha$ und $\beta$ )	$f_\alpha$	–		$f_\alpha = \frac{V_\alpha}{V_\alpha + V_\beta}; 0 \leq f_\alpha \leq 1$
Dichte eines Zwei- Phasen-Gemisches	$\varrho_M$	$\text{kg m}^{-3}$		$\varrho_M = \varrho_\alpha f_\alpha + \varrho_\beta f_\beta$

Größe	Symbol	Einheit	Andere SI-Einheiten, Bemerkungen	Nicht-SI-Einheiten, Bemerkungen
Dichte eines <i>n</i> -Phasen-Gemisches	$\varrho_M$	$\text{kg m}^{-3}$		$\varrho_M = \sum \varrho_i f_i, i = 1 \dots n$
Röntgendifichte	$\varrho_x$	$\text{kg m}^{-3}$		Aus röntgenographisch bestimmter Kristallstruktur und den Atomgewichten (enthält nicht die Leerstellen)
Stoffmengen- konzentration	$c_i$	$\text{mol m}^{-3}$		$c_i = \frac{n_i}{V}$
Massenkonzentration	$\varrho_i$	$\text{kg m}^{-3}$		$\varrho_i = \frac{m_i}{V}$
Stoffmengengehalt	$a_i$	–	$a_i \cdot 100 = \text{At.-%}$ (Atomprozent)	$a_i = \frac{n_i}{\sum n_i}, i = 1 \dots k$
Massengehalt	$w_i$	–	$w_i \cdot 100 = \text{Gew.-%}$ (Gewichtsprozent)	$w_i = \frac{m_i}{\sum m_i}, i = 1 \dots k$
Volumengehalt	$f_i$	–	$f_i \cdot 100 = \text{Vol.-%}$ (Volumenprozent)	$w_i = \frac{V_i}{\sum V_i}, i = 1 \dots k$
Molzahl, Stoffmenge	$n$	mol		$N = n N_A$ Teilchenzahl
Molmasse	$M$	$\text{g mol}^{-1}$		$m = M n$
Atommasse	$A$	$\text{g mol}^{-1}$		$m = A n$
Molvolumen	$V_m$	$\text{m}^3 \text{mol}^{-1}$		$V = V_m n$

### c) Mechanische Eigenschaften

Größe	Symbol	Einheit	Andere SI-Einheiten, Bemerkungen	Nicht-SI-Einheiten, Bemerkungen
Kraft	$F$	N	$1 \text{ N} = 1 \text{ kg m s}^{-2}$	$1 \text{ dyn} = 10^{-5} \text{ N}$
Mechanische Spannung	$\sigma; p; \tau$	Pa	$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N m}^{-2}$ $1 \text{ MN m}^{-2} = 1 \text{ N mm}^{-2}$ $= 1 \text{ MPa}$ (empfohlene Einheit in der Werkstoffkunde)	$1 \text{ Pa} = 10 \text{ dyn cm}^{-2}$ $= 10,2 \cdot 10^{-6} \text{ kp cm}^{-2}$ $1 \text{ N mm}^{-2} = 1 \text{ MN m}^{-2}$ $= 0,102 \text{ kp mm}^{-2}$ $1 \text{ MPa} = 0,014 \text{ psi}$
Druck (hydrostatisch)	$p$	bar	$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$	$1 \text{ torr} = 1 \text{ mm Hg}$ $= 133,3224 \text{ Pa}$ $1 \text{ at} = 98066,5 \text{ Pa}$ $1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$
Dynamische Viskosität	$\eta$	Pa s	$1 \text{ Pa s} = 1 \text{ N s m}^{-2}$	$\text{mPa s} = \text{cP}, \text{P} = \text{Poise}$ (für Lösungen) $\text{dPa s} = \text{P}$ (für Kunststoffschmelzen)

Größe	Symbol	Einheit	Andere SI-Einheiten, Bemerkungen	Nicht-SI-Einheiten, Bemerkungen
Kinematische Viskosität	$\nu$	$\text{m}^2 \text{s}^{-1}$	$\nu = \eta \varrho^{-1}$	
Impuls	$p$	N s	$p = F t$	
Mechan. Moment	$M$	N m	$M = F l$	
Spannungsintensität	$K$	$\text{N m}^{-3/2}$	$K \propto \sigma l^{-1/2}$ , $l$ : Risslänge; $1 \text{ MN m}^{-3/2} = 1 \text{ MPa m}^{-1/2} \approx 31,6 \text{ N mm}^{-3/2}$	$1 \text{ MN m}^{-3/2} \approx 3,22 \text{ kp mm}^{-3/2} \approx 4,05 \cdot 10^5 \text{ ksi in}^{-1/2}$
Rissausbreitungskraft	$G$	$\text{J m}^{-2}$	$G = K/E^2$ , $E$ : Elastizitätsmodul	$1 \text{ J m}^{-2} = 10^3 \text{ erg cm}^{-2}$
Schlagarbeit, Kerbschlagzähigkeit	$a_K$	$\text{J m}^{-2}$	$1 \text{ J m}^{-2} = 1 \text{ N m mm}^{-2}$ $1 \text{ N m mm}^{-2} = 100 \text{ N m cm}^{-2}$	$1 \text{ kp m mm}^{-2} \approx 9,8 \text{ N m mm}^{-2}$ ; $1 \text{ N m mm}^{-2} \approx 1,02 \text{ kp cm cm}^{-2}$
Relative Verformung (Dehnung)	$\varphi$ ; $\varepsilon$	–	$\varphi = \ln(l_1/l_0)$ : große Verformungsgrade $\varepsilon = (l_1 - l_0)/l_0$ : kleine Verformungsgrade	Bei Multiplikation mit 100: Angabe in %
Verformungsgeschwindigkeit	$\dot{\varphi}$ ; $\dot{\varepsilon}$	$\text{s}^{-1}$	$\dot{\varphi} = \frac{d\varphi}{dt}$ ; $\dot{\varepsilon} = \frac{d\varepsilon}{dt}$	
Frequenz, Drehzahl	$\nu$	Hz	$1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$	
Härte	HBW; HV	–	$\frac{\text{Belastung}}{\text{Eindruckoberfläche}}$ $0,1 \text{ N/mm}^2$	B: Brinell mit Kugel; V: Vickers mit Pyramide; „Härtezahl“ soll ohne Dimension angegeben werden

d) Thermische Eigenschaften und spezifische Energien

Größe	Symbol	Einheit	Andere SI-Einheiten, Bemerkungen	Nicht-SI-Einheiten, Bemerkungen
Energie, Arbeit Wärmemenge, Enthalpie	$E$ ; $W$ ; $Q$ ; $H$	J	$1 \text{ J} = 1 \text{ N m} = 1 \text{ W s}$ $1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ MJ}$	$1 \text{ J} = 10^7 \text{ erg}$ $1 \text{ kJ} = 0,239 \text{ kcal}$ $1 \text{ J} = 0,102 \text{ kp m}$ $1 \text{ J} = 2,778 \cdot 10^{-7} \text{ kWh}$ $1 \text{ J} = 0,62510 \cdot 10^{-19} \text{ eV}$ $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ N m}$
Oberflächen- oder Grenzflächenenergie	$\gamma$ ; $\sigma$	$\text{J m}^{-2}$	$1 \text{ N m mm}^{-2}$ $= 10^2 \text{ N m cm}^{-2}$	$1 \text{ J m}^{-2} = 10^3 \text{ erg cm}^{-2}$

Größe	Symbol	Einheit	Andere SI-Einheiten, Bemerkungen	Nicht-SI-Einheiten, Bemerkungen
Linienenergie der Versetzung	$h_V$	$\text{J m}^{-1}$	$h_V = \frac{E_V}{L}$ $\approx Gb^2 \ln \frac{r_1}{r_0}$ $1 \text{ J m}^{-1} = 1 \text{ N m m}^{-1}$	$h_V L$ : Energie der Versetzungslinie der Länge $L$
Energie einer Leerstelle	$e_L$	J	$e_L = Q_{\text{mol}}/N_A$	Auch: Energie eines gelösten Atoms
Grenzflächenenergie-dichte	$\gamma_{KG\varrho_{KG}}$	$\text{J m}^{-3}$	$\gamma_{KG\varrho_{KG}} = \gamma_{KG}d_{KG}^{-1}$ für Korngrenzenenergie	
Versetzungsenergie-dichte	$h_V\varrho_V$	$\text{J m}^{-3}$	$h_V\varrho_V = h_Vd_V^{-2}$ $d_V$ : Versetzungsabstand	
Leerstellenenergie-dichte	$e_L\varrho_L$	$\text{J m}^{-3}$	$\varrho_L$ : Leerstellendichte	
Energie pro Mol	$Q_{\text{mol}}$	$\text{J mol}^{-1}$		$1 \text{ kcal} = 4,187 \text{ kJ mol}^{-1}$ $23,06 \text{ kcal mol}^{-1} = 1 \text{ eV}$ pro Atom oder Molekül
Entropie	$S$	$\text{J K}^{-1}$		$1 \text{ kcal} = 4,187 \text{ kJ mol}^{-1}$
Linearer Ausdehnungskoeffizient	$\alpha$	$\text{K}^{-1}$		
Wärmeleitfähigkeit	$\lambda$	$\text{W K}^{-1}\text{m}^{-1}$	$1 \text{ W K}^{-1}\text{m}^{-1}$ $= 1 \text{ J s}^{-1}\text{K}^{-1}\text{m}^{-1}$	$1 \text{ W K}^{-1}\text{m}^{-1}$ $= 0,86 \text{ kcal K}^{-1}\text{m}^{-1}\text{h}^{-1}$
Diffusionskoeffizient	$D$	$\text{m}^2 \text{ s}^{-1}$	$1 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1} = 10^4 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$	

e) Elektrische und magnetische Eigenschaften

Größe	Symbol	Einheit	Andere SI-Einheiten, Bemerkungen	Nicht-SI-Einheiten, Bemerkungen
Induktivität	$L$	H	$1 \text{ H} = 1 \text{ V s A}^{-1}$	
Stromstärke	$I$	A	$1 \text{ A} = 1 \text{ C s}^{-1}$	
Spannung	$U$	V	$\text{W A}^{-1} = \text{N m s}^{-1} \text{ A}^{-1}$	
Elektrischer Widerstand	$R$	$\Omega$	$1 \Omega = 1 \text{ V A}^{-1}$ $= 1 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-3} \text{ A}^{-2}$	
Elektrischer Leitwert	$R^{-1}$	S	$1 \text{ S} = 1 \Omega^{-1}$	
Spezifischer Widerstand	$\varrho$	$\Omega \text{ m}$	$\varrho = R A/L$ , $L$ : Leiterlänge; $A$ : Querschnittsfläche	

Größe	Symbol	Einheit	Andere SI-Einheiten, Bemerkungen	Nicht-SI-Einheiten, Bemerkungen
Spezifische Leitfähigkeit	$\sigma$	$\Omega \text{ m}^{-1}$	$\sigma = \rho^{-1}$	
Elektrische Kapazität	$C$	F	$1 \text{ F} = 1 \text{ A s V}^{-1}$ $= 1 \text{ C V}^{-1}$	
Ladungsmenge	$Q$	C	$1 \text{ C} = 1 \text{ A s}$	$1 \text{ C} = 3 \cdot 10^9 \text{ esE}$
Elektrische Feldstärke	$E$	$\text{V m}^{-1}$	$1 \text{ N A}^{-1} \text{ s}^{-1} = 1 \text{ N C}^{-1}$	
Elektrisches Dipolmoment	$\mu$	C m		$1 \text{ D} \approx 1/3 \cdot 10^{-29} \text{ C m}$ $1 \text{ D} = 10^{-18} \text{ esE cm}$
Magnetische Feldstärke	$H$	$\text{A m}^{-1}$		$1 \text{ Oe} = 10^3/(4\pi) \text{ A m}^{-1}$
Magnetische Flussdichte	$B$	T	$\text{T} = \text{Wb m}^{-2} = \text{W s m}^{-2}$ $= \text{kg s}^{-2} \text{ A}^{-1}$ ; $\text{Wb} = \text{V s}$	$1 \text{ G} = 10^{-4} \text{ T}$
Elektrische Feldkonstante (Influenzkonstante)	$\epsilon_0$	$\text{F m}^{-1}$	$\text{A s V}^{-1} \text{ m}^{-1}$	$\epsilon_0 = (\mu_0 c_0^2)^{-1}$ $\approx 0,885419 \cdot 10^{-11} \text{ F m}^{-1}$
Magnetische Feldkonstante (Induktionskonstante)	$\mu_0$	$\text{H m}^{-1}$	$\text{V s A}^{-1} \text{ m}^{-1} = \Omega \text{ s m}^{-1}$	$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^7 \text{ N A}^{-2}$ $= 1,256 \cdot 10^{-6} \text{ V s A}^{-1} \text{ m}^{-1}$

### f) Wichtige Konstanten

Konstante	Symbol	Wert
Avogadro'sche Zahl	$N_A$	$(6,02317 \pm 4) \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Gaskonstante	$R$	$(8,3143 \pm 3) \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
Boltzmann-Konstante	$k = R/N_A$	$(1,38062 \pm 6) \cdot 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
Lichtgeschwindigkeit in Vakuum	$c_0$	$(2,997925 \pm 1) \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Plancksches Wirkungsquantum	$h$	$(6,62620 \pm 5) \cdot 10^{-34} \text{ J s}$
Ruhemasse des Elektrons	$m_e$	$(9,10956 \pm 5) \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Elementarladung	$e$	$(1,602192 \pm 7) \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Faradaysche Konstante	$F$	$(9,64867 \pm 5) \cdot 10^4 \text{ C mol}^{-1}$

## A.3 Bezeichnung der Werkstoffe (Abschn. 1.5 und 13.2)

### a) Werkstoffnummern

Das wichtigste System der Einteilung und Bezeichnung der Werkstoffe benutzt Werkstoffnummern. In DIN EN 10027-2 wird eine Zahl vorgeschlagen, die aus sieben Ziffern besteht. Die erste Ziffer bezeichnet die Werkstoffgruppe:

- 0 Roheisen, Ferrolegierungen, Gusseisen
- 1 Stahl oder Stahlguss
- 2 Schwermetalle außer Eisen
- 3 Leichtmetalle,
- 4–8 nichtmetallische Werkstoffe.

Die zweite und dritte Ziffer geben bestimmte Klassen an. Bei Stählen ist dies die Stahlgruppennummer:

00 und 90	unlegierte Grundstähle
01–07 und 91–97	unlegierte Qualitätsstähle
10–19	unlegierte Edelstähle
08–09 und 98–99	legierte Qualitätsstähle
20–29	Werkzeugstähle
30–39	verschiedene Stähle
40–49	chemisch und temperaturbeständige Stähle
50–80	Bau-, Maschinenbau-, Behälterstähle

Die Edelstähle unterscheiden sich von den Massen- und Qualitätsstählen nicht durch den Legierungsgehalt, sondern durch geringere Gehalten der schädlichen Begleitelemente S und P, sowie einen geringeren Gehalt an Schlackeneinschlüssen. In der vierten und fünften Ziffer werden die einzelnen Stähle einer Klasse aufgezählt. Die letzten beiden Ziffern sind für zukünftige Stahlsorten reserviert.

*b) Bezeichnung für Stahl und Stahlguss nach Kurznamen (DIN EN 10027-1)*

Die Bezeichnung mit Kurznamen hat den Vorteil, dass anhand der Buchstaben- und Zahlenkombination entweder wichtige Eigenschaften oder die chemische Zusammensetzung erkannt werden können. Man unterscheidet zwei Gruppen für die Bezeichnung.

*Gruppe 1* Kurznamen der Gruppe 1 geben Hinweise auf die Verwendung, sowie die mechanischen und physikalischen Eigenschaften. Kurznamen setzen sich aus Haupt- und Zusatzsymbolen zusammen. Das Hauptsymbol besteht aus einem Kennbuchstaben für die Stahlgruppe und der darauf folgenden Mindeststreckgrenze in MPa für die kleinste Erzeugnisdicke. Für die Stahlgruppen R und Y sind davon abweichend die Mindesthärte nach Brinell bzw. der Nennwert der Zugfestigkeit, für die Stahlgruppe M die höchstzulässigen Magnetisierungsverluste angegeben. Bei Stahlguss wird dem Hauptsymbol ein G vorangestellt, bei pulvermetallurgisch hergestellten Stählen PM.



Hauptsymbol	
Kennbuchstabe	Kennzahl für
S = Stahlbau	Streckgrenze
P = Druckbehälter	Streckgrenze
E = Maschinenbau	Streckgrenze
B = Betonstähle	Streckgrenze
Y = Spannstahl	Zugfestigkeit
R = Schienenstahl	Brinellhärte
D = Flacherzeugnisse zum Kaltumformen	Streckgrenze
H = kaltgewalzte Flacherzeugnisse (höherfeste Güten)	Streckgrenze
T = Verpackungsblech und -band	Streckgrenze
L = Leitungsrohre	Streckgrenze
M = Elektrolech	Magnetisierungsverluste

Das Zusatzsymbol gibt Aufschluss über die Gütegruppe der Stähle. Es können Angaben über die Kerbschlagarbeit (inkl. Prüftemperatur), die Stahlgüte (B bake hardening, X Dualphase, T TRIP-Stahl, Y interstitial-free, usw.) bzw. die Art der Oberflächenbeschichtung gemacht werden.

*Gruppe 2* Die Kurznamen der Gruppe 2 orientieren sich an der chemischen Zusammensetzung, wobei in der neuen europäischen Norm alle Leerzeichen, die in der alten DIN-Bezeichnung üblich waren, aus Platzgründen entfallen. Die Stähle werden nach ihrem Gehalt an Legierungselementen in vier Untergruppen eingeteilt:

- Unlegierte Stähle mit einem Mangan Gehalt  $< 1\%$
- (Niedrig)legierte Stähle mit einem mittleren Gehalt einzelner Legierungselemente unter  $5\%$  bzw. unlegierte Stähle mit  $> 1\%$  Mn sowie Automatenstähle
- Hochlegierte Stähle (mindestens ein Legierungselement  $> 5\%$ )
- Schnellarbeitsstähle

Dem Hauptsymbol können auch hier Zusatzsymbole folgen, die Auskunft über besondere Anforderungen an das Erzeugnis, den Behandlungszustand sowie die Art der Oberflächenbeschichtung (Überzug) geben. Die folgenden Tabellen geben eine Auswahl für diese Zusatzsymbole.

Zusatzsymbole der Gruppen 1 und 2 für den Behandlungszustand	
+A	Weichgeglüht
+AC	Auf kugelige Karbide gegläht
+C	Kaltverfestigt
+CR	Kaltgewalzt
+T	Angelassen (tempered)
+Q	Abgeschreckt (quenched)
+QT	Vergütet
+RA	Rekristallisationsgeglüht
+U	Unbehandelt
+WW	Warmverfestigt

Zusatzsymbole der Gruppen 1 und 2 für die Art des Überzugs	
+A	Feuraluminiert
+OC	organisch beschichtet
+S	Feuerverzinkt
+T	Schmelztauchveredelt mit PbSn
+Z	Feuerverzinkt
+ZE	Elektrolytisch verzinkt
+ZF	Diffusionsgeglühte Zinküberzüge („galvannealed“)

*Unlegierte Stähle* Als Hauptsymbol wird C gefolgt vom 100-fachen des mittleren Kohlenstoffgehalts verwendet. Dem Hauptsymbol kann ein Zusatzsymbol folgen.

*(Niedrig)legierte Stähle* Das Hauptsymbol besteht aus dem 100-fachen des mittleren Kohlenstoffgehalts gefolgt von der Angabe der wichtigsten Legierungselemente (abgekürzt laut Periodensystem), deren Gehalt den nachgestellten (durch Bindestrich getrennten) Zahlen entnommen werden kann. Die erste Zahl bezieht sich auf das erste Element, usw. Die Elemente sind mit Multiplikatoren belegt, um ganze Zahlen der gleichen Größenordnung zu erhalten:

Multiplikator	Element
4	Cr, Mn, Co, Ni, W, Si
10	Be, Al, Ti, V, Cu, Mo, Nb, Ta, Zr, Pb
100	P, S, N, Ce, C
1000	B

Auch hier kann dem Hauptsymbol ein Zusatzsymbol angehängt werden. So bezeichnet 50CrV4+QT einen legierten Stahl (0,5 % C, 1 % Cr, <1 % V) im vergüteten Zustand.

*Hochlegierte Stähle* Dem Hauptsymbol wird ein X vorangestellt gefolgt vom 100-fachen des Kohlenstoffgehalts und den Legierungselementen in ganzen Prozent (ohne Multiplikator), z. B.:

X10CrNi18-8: hochlegierter Stahl mit 0,10 % C, 18 % Cr, 8 % Ni,

X100Mn13: hochlegierter Stahl mit 1 % C und 13 % Mn (Manganhartstahl).

*Schnellarbeitsstähle* Im Hauptsymbol folgen den Buchstaben HS durch Bindestrich getrennt die (gerundeten) Gehalte der Legierungselemente in der Reihenfolge Wolfram, Molybdän, Vanadium und Kobalt. Auch hier können Zusatzsymbole angehängt werden.

#### c) Bezeichnung von Gusseisen (DIN EN 1560)

Nach der Norm werden Kurzzeichen aus maximal 6 Positionen gebildet. Der Buchstabenkombination EN folgt GJ (für Gusseisen) gefolgt von einem Buchstaben, der die Ausbildungsform des Graphits angibt (L lamellar, S kugelförmig, V Vermikulargraphit,

M Temperkohle) und eventuell einem weiteren Buchstaben, der Auskunft über den Gefügezustand gibt (A Austenit, F Ferrit, ...). Dem sich daran anschließenden Bindestrich folgt eine Kennzahl für mechanische Eigenschaften oder für die chemische Zusammensetzung (Regeln wie bei Stählen). Auch Angaben über den Behandlungszustand können angefügt werden:

EN-GJS-400-18-H: wärmebehandelter Sphäroguss mit  $R_m \geq 400$  MPa,  $A \geq 18$  %;

EN-GJLA-XNiCuCr15-5-2: hochlegiertes, austenitisches Gusseisen mit Lamellengraphit mit 15 % Ni, 5 % Cu, 2 % Cr.

#### d) Nichteisenmetalle

1. Es wird das chemische Symbol des Grundelements verwendet, dem die Symbole der Legierungselemente und Konzentrationsangaben in Gew.-% folgen. Bei Rein- oder Reinstmetallen folgt die Konzentration des Grundelements, z. B:

AlMg3Si: Aluminiumlegierung mit 3 % Mn, < 1 % Si,

Al99,5: Reinaluminium mit mindestens 99,5 % Al.

2. Herstellung oder Verwendungszweck werden durch einen vorangestellten Buchstaben gekennzeichnet:

G Guss,

GD Druckguss,

GK Kokillenguss,

E elektrisches Leitmaterial.

Beispiele:

G-AlSi 12: Aluminium-Silizium-Gusslegierung

GD-Zn Al4: Zink-Aluminium-Druckgusslegierung

3. Buchstaben für besondere Eigenschaften werden angehängt:

F Mindestzugfestigkeit in MPa,

pl plattiert,

w weich,

a ausgehärtet.

## e) Kunststoffe (DIN 7728)

Kurzzeichen	Chemische Bezeichnung
ABS	Acryl-nitril-Butadien-Styrol-Copolymere
CA	Cellulose-acetat
CAB	Cellulose-aceto-butyrat
CAP	Cellulose-aceto-propionat
CN	Cellulose-nitrat (Celluloid)
EC	Ethyl-Cellulose
EP	Epoxid (Duromer)
LCP	Flüssig-kristallines P. (Liquid Crystal Polymer)
PA	Poly-amid
PC	Poly-carbonat
PCTFE	Poly-chlor-trifluor-ethylen
PE	Poly-ethylen
PEEK	Poly-ether-ether-keton
PET	Poly-ethylen-terephthalat
PI	Poly-imid
PIB	Poly-iso-butylen
PMMA	Poly-methyl-metacrylat (Plexiglas)
PP	Poly-propylen
PS	Poly-styrol
PTFE	Poly-tetra-fluor-ethylen (Teflon)
PUR	Poly-urethan
PVAL	Poly-vinyl-alkohol
PVC	Poly-vinyl-chlorid
UP	Ungesättigte Poly-ester (Duromer)

## f) Zement und Beton

## 1. Bezeichnung der Phasen in der Zementtechnologie (Abb. 8.5c)

$3 \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ :  $\text{C}_3\text{S}$  Trikalziumsilikat

$2 \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ :  $\text{C}_2\text{S}$  Dikalziumsilikat

$3 \text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ :  $\text{C}_3\text{A}$  Trikalziumaluminat

## 2. Bezeichnungen für anorganische Zemente

Es wurden drei Güteklassen festgelegt: Z 275, Z 375, Z 475

Die Zahlen entsprechen der Druckfestigkeit des Zements nach 28 Tagen (in  $0,1 \text{ N mm}^{-2}$ ).

### 3. Bezeichnung der Zementart nach Herkunft und Zusammensetzung

PZ Portlandzement  
 EPZ Eisenportlandzement  
 HOZ Hochofenzement  
 TZ Trasszement  
 SHZ Sulfathüttenzement

### 4. Bezeichnung für Beton

Je nach Druckfestigkeit nach 28 Tagen wurden im Beton- und Stahlbetonbau 9 Güteklassen festgelegt (in  $0,1 \text{ N mm}^{-2}$ , gemessen mit Würfeln von  $20 \text{ cm}^3$ ):

Bn20, Bn50, Bn80, Bn120, Bn160, Bn225, Bn300, Bn400, Bn450, Bn600.  
 LB (Druckfestigkeit): Leichtbeton

### g) Amerikanische Bezeichnungen für Stähle und Al-Legierungen

1. Stähle: Die AISI-Zahlen (American Iron and Steel Institute) und SAE-Zahlen (Society of Automotive Engineers) kennzeichnen die Zusammensetzung der Stähle. Die Zahlen bestehen aus vier oder fünf Ziffern. Die letzten zwei oder drei Ziffern bestimmen den Kohlenstoffgehalt in 1/100 Gew.-%, während die ersten beiden Ziffern eine bestimmte Legierungsgruppe bezeichnen, die sich aus einem Schlüssel ergibt.

Kurzzeichen	Chemische Zusammensetzung
10XX	Kohlenstoffstahl
13XX	Mn 1,75
25XX	Ni 5,00
33XX	Ni 3,50, Cr 1,55
40XX	Mo 0,25
43XX	Ni 1,80, Cr 0,50 – 0,80, Mo 0,25
50XX	Cr 0,30 – 0,60
50100	Cr 0,5, C 1,00
51XX	Cr 0,80 – 1,65
51100	Cr 1,00 C 1,00
92XX	Mn 0,85, Si 2,00
98XX	Ni 1,00, Cr 0,80, Mn 0,25

Vor und hinter diesen Zahlen werden zur weiteren Kennzeichnung große Buchstaben gesetzt. Für Anwendungen, in denen eine bestimmte Durchhärtung gefordert wird, steht der Buchstabe H nach der Zahl (Abschn. 9.5). Die Buchstaben vor der Zahl bezeichnen das Herstellungsverfahren: B für Bessemerstahl, C für Siemens-Martin-Stahl, E für Elektrostahl.

2. Aluminiumlegierungen: Die „Aluminium Association“ (AA) benutzt ein Vier-Ziffer-System für Al-Knetlegierungen (auch DIN EN 573-1):

Kurzzeichen	Bestandteile
1XXX	Al >99 Gew.-%
2XXX	Cu
3XXX	Mn
4XXX	Si
5XXX	Mg
6XXX	Mg + Si
7XXX	Zn
8XXX	Andere, z. B. Li

Die erste Ziffer bezeichnet die Legierungsgruppe, die zweite die erlaubten Abweichungen von der Grundzusammensetzung, die letzten zwei geben diese Legierungselemente an oder bestimmen die Reinheit. Den vier Ziffern folgt ein Buchstabe, der den Behandlungszustand der Legierung bezeichnet, z. B.:

- F unbehandelt (as fabricated)
- O weichgeglüht (annealed)
- H mechanisch verfestigt (strain hardened)
- W lösungsgeglüht (solution treated)
- T angelassen (tempered)

Der Bezeichnung für die Anlassbehandlung (T) folgen immer Ziffern, die weitere Einzelheiten kennzeichnen, z. B.:

- T1 abgekühlt + kaltausgelagert (20 °C)
- T2 abgekühlt + kaltverformt + kaltausgelagert
- T3 lösungsgeglüht + kaltverformt + kaltausgelagert
- T4 lösungsgeglüht + kaltausgelagert
- T5 abgekühlt + warmausgelagert (>20 °C)
- T6 lösungsgeglüht + warmausgelagert
- T7 lösungsgeglüht + stabilisiert
- T8 lösungsgeglüht + kaltverformt + warmausgelagert
- T9 lösungsgeglüht + warmausgelagert + kaltverformt
- T10 abgekühlt + kaltverformt + warmausgelagert

## A.4 Einige werkstoffnahe Normen

Zugversuch	DIN EN 10002
Bruchmechanik	ASTM E 399-80 ( $K_{Ic}$ ) ASTM E 561-56T ( $G_{Ic}$ ) ASTM E 647-78T ( $da/dN$ ) DIN EN ISO 12737
Kerbschlagbiegeversuch	DIN EN 10045
Gießeigenschaften	DIN 50131
Tiefzieheigenschaften	DIN EN ISO 20484
Schweißverbindungen	DIN 50120
Lötverbindungen	DIN EN 12797
Metallklebverbindungen	DIN EN 26922
Korrosion	DIN 50905
Tribologie	DIN 50323
Reibung	DIN 50281
Verschleiß	DIN ISO 4378
Rauheit der Oberfläche	DIN EN ISO 4288
Viskosität (Schmierstoffe)	DIN 51519
Härte-Brinell	DIN EN ISO 6506
Härte-Vickers	DIN EN ISO 6507
Härte-Rockwell	DIN EN ISO 6508

siehe auch Literatur zu Kap. 1: Werkstoffnormen und Werkstoffprüfnormen.

## A.5 Normbezeichnungen für Messgrößen aus der mechanischen Werkstoffprüfung

Neu	Alt	Bedeutung
$A$	$\delta, \varepsilon_B$	Bruchdehnung
$A_g$	$\delta_g$	Gleichmaßdehnung
$R_p$	$\sigma_s$	Streckgrenze
$R_{p0.2}$	$\sigma_{0.2}$	0,2%-Dehngrenze
$R_m$	$\sigma_B$	Zugfestigkeit
$S$	$A$	Probenquerschnitt
$Z$	$\psi$	Einschnürung
$A_V$	—	Kerbschlagarbeit

## A.6 ASTM-Korngrößen

Zum schnellen Bestimmen der Korngröße ist von der ASTM (American Society for Testing and Materials) eine Methode eingeführt worden, der die Messung der Zahl der Körner pro Flächeninhalt im Anschliff zugrunde liegt. Die Korngrößenzahl  $n$  ist mit der Zahl der Körner  $k$  pro Quadratzoll ( $\approx 645 \text{ mm}^2$ ) bei 100-facher Vergrößerung durch

$$k = 2^{n-1}$$

verknüpft. Für die Messung stehen Vergleichsnetze zur Verfügung, so dass  $n$  „auf einen Blick“ bestimmt werden kann (Abschn. 2.5).

ASTM-Korngröße $n$	Körner $k$ pro Quadratzoll		Körner $k$ pro $\text{dm}^2$
	Mittel	Bereich	
1.	1	<1, 5 16	
2.	2	1,5 ... 3	32
3.	4	3 ... 6	64
4.	8	6 ... 12	128
5.	16	12 ... 24	256
6.	32	24 ... 48	512
7.	64	48 ... 96	1024
8.	28	96 ... 192	2048
9.	256	192 ... 384	4096
10.	512	384 ... 768	8192



## A.7 Englische Kurzbezeichnungen für Verfahren der Analyse der Struktur von Werkstoffen

ISS	A	Ion scattering spectroscopy		I-I
XES	A	X-ray energy spectroscopy		E-X
XRF	A	X-ray fluorescence spectroscopy		X-X
3D-AP	A	Spatial atom probe	b	-I
WDX	A	Wavelength dispersive X-ray spectroscopy		E-X
EDX	A	Energy dispersive X-ray spectroscopy		E-X
EELS	A	Electron energy loss spectroscopy		E-E
AES	A	Auger electron spectroscopy		E-E
SIMS	A	Secondary ion mass spectroscopy		I-I
ESCA	A	Electron spectroscopic chemical analysis		X-E
IIX	A	Ion induced X-ray emission spectroscopy		I-X
RBS	A	Rutherford backscattering spectroscopy		I-I
EXAFS	A	Extended X-ray absorption fine structure spectr		E-X
ESAD	P	Electron selected area diffraction	b	E-E
LEED	P	Low energy electron diffraction	s	E-E
ECP	P	Electron channeling pattern	b	E-E
EBSP	P	Electron beam scattering pattern (Kikuchi)	b	E-E
EBSD	P	Electron back scatter diffraction	b	E-E
XRD	P	X-ray diffraction	b	X-X
HEED	P	High energy electron diffraction	b	E-E
TEM	G	Transmission electron microscopy	b	E-E
HRTEM	G	High-resolution transmission electron microscopy	b	E-E
SEM	G	Scanning electron microscopy	s	E-E
STEM	G	Scanning transmission electron microscopy	b	E-E
XRT	G	X-ray topography	b	X-X
FIM	G	Field ion microscopy	s	I-I
SAXS	G	Small-angle X-ray scattering	b	X-X
LAXS	P	Large-angle X-ray scattering	b	X-X

A Atomart, P Phase, G Gefüge, s Oberfläche (surface), b Inneres (bulk)

U – V: U Anregung durch, V Emission von, I Ionen, X Röntgenstrahlen,

E Elektronen

---

# Stichwortverzeichnis

## A

Abkürzungen für physikalische Analyseverfahren, 31, 535

Absorberwerkstoff, 213

Additionspolymerisation, 374

Additiv

antistatisches, 381

Adhäsion, 275

Adhäsionsenergie, 280, 482

Adsorption, 271

Aktivierung

von Elektronen, 224

thermische, 169

Aktivierungsenergie, 108

Diffusion, 110

Fe<sub>3</sub>C in Fe, 96

Kriechen, 170

Rekristallisation, 118

Selbstdiffusion, 110

Viskoelastizität, 196

Viskosität, 193, 308

Aktivierungsenergie der Keimbildung, 93

Altern von Gummi, 273

aluminiothermisches Schweißen, 479

Aluminiumlegierung, 329

amerikanische Bezeichnungen, 531

amorphe Metalle, 366

Analyse von Schadensfällen, 504

Anisotropie

elastische, 152

mechanische, 150

Anlassen, 358

anodische Oxidation, 436

anomale Elektronendichte, 138

Antiklebmittel, 399

Antiphasengrenze, 61

antistatische Additive, 381

antistatische Behandlung, 233

Aramidfaser, 422

aromatisches Polymer, 398

ASTM-Korngrößen, 534

Atom, 28

Atomabstand, 36

Atomarten in der Erdkruste, 492

Atomgewicht, 29

Atomprozent, 73

Aufdampfen, 434

Aufspalten der Versetzung, 59

Aufspritzen, 434

Ausdehnungskoeffizient, 250

Ausform-Stähle, 359

Aushärten, 105, 334

Ausscheidung, 122

Ausscheidungshärtung, 332

Austenit, 359

## B

Bainit, 359

bainitisch-austenitische Gefüge, 458

Baustahl, 342

Bauteil, 450

Beanspruchung

tribologische, 279

- Beanspruchungsprofil, 496  
 Behandlung  
   antistatische, 233  
   thermochemische, 105  
   thermomagnetische, 105  
   thermomechanische, 105  
 Bestrahlung, 220  
 Beton, 2, 311  
 Beugung, 11  
 Beweglichkeit einer Reaktionsfront, 117  
 Bewegung von Versetzungen, 161  
 Bezeichnung der Werkstoffe, 499, 525  
 Biegebeanspruchung, 466  
 Biegefestigkeit, 298  
 Bimetall, 414  
 binäre Diagramme, 90  
 Bindemittel, 311  
 Bindung  
   kovalente, 39  
   metallische, 40  
   zwischenmolekulare, 42, 378  
 Bindungsenergie, 34, 36  
 Bindungskraft, 35  
 Blasen von Folien, 465  
 Blasprozess, 404  
 Blechtextur, 121  
 Bleikristallglas, 310  
 Bloch-Wand, 242  
 Borfaser, 422  
 Borid, 292  
 Borieren, 357  
 Bravais-Gitter, 46  
 Brennstoffzelle, 232  
 Bronze, 324, 361  
 Bruch, 280  
 Bruchdehnung, 176  
 Bruchfestigkeit, 14  
 Bruchmechanik, 178, 510  
 Bruchverformung, 169  
 Bruchzähigkeit, 181  
 Burgers-Vektor, 56
- C**  
 Cermet, 433  
 CFK, 424  
 chemische Eigenschaften, 261  
 Chromstahl  
   rostbeständiger, 267
- crazes, 383  
 Curie-Temperatur, 238  
 CVD-Verfahren, 438
- D**  
 Dämpfung, 195  
 Dauermagnet, 221, 237  
 Dehnung, 13  
   logarithmische, 156  
 Diamantstruktur, 294  
 Dichte, 3, 29  
 Dielektrizitätskonstante, 36, 233  
 Diffusion, 104  
 Diffusionskoeffizient, 108  
 Diffusionsschweißen, 480  
 Dimensionierung, 496  
 Dipolanziehung, 43  
 Dipoleffekt, 378  
 Dotieren, 225, 464  
 Drahtziehen, 466  
 Druck  
   hydrostatischer, 152  
 Druckfestigkeit, 293, 314  
 Duplexgefüge, 135  
 Duromer, 378  
 dynamische Moduln, 195  
 dynamische Viskosität, 404
- E**  
 EDX, 31, 535  
 EELS, 31, 535  
 Eigenschaftsprofil, 3, 496  
 Eindruckhärte, 203  
 Einkristall, 150  
 Einsatzhärten, 104, 114, 357  
 Einschnürung, 157  
 Einwegeffekt, 253, 400  
 Eisen-Kohlenstoff-Diagramm, 96  
 elastische Konstanten, 151  
 Elastizität, 148  
 Elastizitätsmodul, 5, 151  
 Elastomer, 191, 379  
 elektrochemische Korrosion, 263  
 Elektrodenpotential, 265  
 Elektronen  
   Aktivierung, 224  
 Elektronendichte

anomale, 138  
Elektronenmangel, 273  
Elektronenstrahlschweißen, 480  
Elementarzelle, 45  
Energie  
  thermische, 106  
Energiebedarf, 493  
Entmischung, 76  
Entropie, 79  
Entropieelastizität, 77, 191  
Epoxidharz, 392  
Ermüdungsriß, 182, 185  
Erosion, 281  
Erstarrung  
  eutektische, 95, 123  
  Volumenänderung, 453  
Erstarrungsfront, 94  
Erwartungswert, 507  
eutektische Erstarrung, 95, 123  
eutektische Reaktion, 89  
eutektische Rinne, 91  
eutektisches System, 88  
eutektoide Umwandlung, 123  
eutektoidisches System, 88  
Explosivschweißen, 480  
Explosivumformen, 470

**F**

Falkkristall, 67  
Faradaysches Gesetz, 266  
Farbe, 246  
Faser  
  keramische, 422  
Faserkristall, 51, 67  
Faserlänge  
  kritische, 421  
Feinkornhärtung, 164  
Fensterglas, 306  
Ferroelastizität, 191  
ferromagnetische Eigenschaften, 237  
Fertigungseigenschaften, 4  
Fertigungstechnik, 474  
fertigungstechnische Eigenschaften, 497  
Festigkeit, 3, 158  
Festkörperanalyse, 535  
Festkörperreaktion, 105  
Fett, 404  
Fließgeschwindigkeit, 193

Fließpressen, 466  
Flüssigkeit, 193  
  metastabile, 122  
Formänderung  
  elastische, 153  
  plastische, 153, 156  
Formgedächtnis, 253  
Formgedächtnispolymere, 400  
Formkörper  
  poröser, 460  
Formzahl, 504  
Freie Enthalpie, 79  
Freiformschmieden, 466  
Fremddiffusion, 106  
Frenkel-Defekt, 54  
Fügen, 477  
Funktionswerkstoff, 12, 211  
Fuzziness, 509  
Fuzzy-Zufallsfunktion, 509

**G**

Gas, 44  
Gaslöslichkeit, 453  
Gasturbinschaufel, 297  
Gaußsche Fehlerfunktion, 112  
Gaußverteilung, 508  
Gebrauchseigenschaften, 4, 497  
Gefüge  
  bainitisch-austenitisches, 458  
  lamellares, 94  
  stäbchenförmiges, 94  
Gefügeanisotropie, 150  
Geschichte, 18  
Gesensschmieden, 466  
Gewichtsprozent, 73  
Gibbssche Energie, 79  
Gibbssches Phasengesetz, 86  
Gießverfahren, 455  
Gitter  
  reziprokes, 49  
Gitterkonstante, 50  
Glas, 44, 65  
  metallisches, 66, 361  
  optisches, 309, 484  
Glasbildung, 121  
Glasstruktur, 8  
  Fe-B, 67  
  Fensterglas, 306

Gummi, 9, 394  
 Polymer, 8, 67  
 SiO<sub>2</sub>, 8  
 Glastemperatur, 121  
 Glasübergang, 122  
 Gleichgewicht  
   eingefrorenes, 104  
   heterogenes, 77  
   mechanisches, 78  
   metastabiles, 96  
   stabiles, 96, 104  
   thermodynamisches, 78  
 Gleitebene, 160  
 Gleitlager, 276, 279, 389  
 Gleitrichtung, 160  
 Gleitstufe, 163  
 Gleitsystem, 160  
 Glühen  
   spannungsfreies, 361, 369, 484  
 Glühfaden, 324  
 Glukose, 443  
 Graphenschicht, 140  
 Graphit, 47, 294  
 Graphitschicht, 140  
 graues Gusseisen, 364  
 Grenzflächen, 460  
 Grenzflächenenergie, 92, 482  
 Großwinkelkorngrenze, 62, 116  
 Gummi, 190, 392  
   Altern, 273  
 Gummielastizität, 191  
 Gusseisen, 364, 458  
   weißes, 364  
 Gussfehler, 456  
 Gusspore, 95

## H

Haarkristall, 422  
 Halbleiter, 8, 222, 461  
 Halbleiterbauelement, 463  
 Halbzeug, 450  
 Handelsbezeichnung, 499  
 härtpbarer Stahl, 342, 344  
 Härte, 203  
 Härten, 358, 484  
 Härter, 389  
 hartmagnetische Werkstoffe, 242  
 Hartmetall, 429

Hartstoff, 432  
 Härtungsmechanismus, 164, 321  
 Hausmüll, 514  
 Hebelregel, 85  
 Heizleiter, 272  
 Helmholtzsche Freie Energie, 79  
 heterogen Gleichgewicht, 77  
 HIP-Verfahren, 460  
 hitzebeständiger Stahl, 272  
 Hitzebeständigkeit, 173  
 hochempfindlicher Film, 55  
 hochleitfähige Kupfersorten, 327  
 Hochpolymer, 374  
 hochschmelzende Stoffe, 297, 323, 459  
 Hochtemperatur-Supraleiter, 51  
 hochtemperaturbeständige Kunststoffe, 395  
 Hochtemperaturwerkstoffe, 296, 328  
 Holz, 439  
 Hookesches Gesetz, 151  
 Hüllrohr, 214  
 Hydrat, 311  
 Hydratation, 312  
 hydrostatischer Druck, 152

## I

Informationsspeicherung, 495  
 innere Spannung, 188, 479, 484  
 integrierter Schaltkreis, 221, 415, 461  
 interkristalline Korrosion, 270  
 intermetallische Verbindung, 328  
 interstitielle Löslichkeit, 73  
 Invar, 250  
 Ionenbindung, 37  
 Isolator, 233  
 I-Träger, 451

## K

Kalander, 474  
 Kältebehandlung, 104  
 Kaltpressschweißen, 480  
 Kaltverfestigung, 157, 164, 468  
 Kaltverformung, 468  
 Kaolinit, 293  
 Karbid, 292, 339, 350, 351, 429  
 katastrophale Oxidation, 273  
 Kautschuk, 378, 393  
 Kavitation, 281

- Keimbildung, 92
  - Aktivierungsenergie, 93
  - heterogene, 92, 94
  - homogene, 92
- Keimgröße
  - kritische, 92
- Keramik
  - klassische, 302, 459
- keramische Faser, 422
- keramische Werkstoffe, 7, 292
- Kerbschlagarbeit, 204
- Kerbschlagversuch, 353
- Kerbwirkungszahl, 504
- Kernbrennstoff, 211
- kernphysikalische Eigenschaften, 213
- Kettenmoleküle, 8
- Kieselglas, 8, 66
- kinematische Viskosität, 404
- Kinken, 191
- klassische Keramik, 302, 459
- Kleben, 395, 477
- Klebstoff
  - organischer, 478
- Kleinwinkelkorngrenze, 62, 116
- Kohäsion, 401, 402, 482
- Kohlefaser, 296, 422
- Kohleglas, 296
- Kohlenstoff-Nanoröhre, 140
  - einwandige, SWNT, 140
  - mehrwandige, MWNT, 140
- Kohlenstoffstahl, 96
- Kokille, 455
- kombinierte Reaktion, 130
- Kompostieren, 514
- Kompressionsmodul, 153
- Kondensator, 233
- Konstruktion
  - verschrottungsgerechte, 514
- Konzentrationsdreieck, 91
- Koordinationszahl, 38, 45
- Kopolymerisation, 374
- Korngröße, 104
- Korngrenze, 61
  - versprödete, 358
- Kornseigerung, 114
- Kornwachstum, 129, 130
- Korrosion, 262, 337
  - elektrochemische, 263
  - interkristalline, 270
  - Korrosionsermüdung, 264
  - Korrosionsschutz, 268
  - Korrosionssystem, 263
  - Korundfaser, 422
  - kovalente Bindung, 39
  - Kräfte im Walzspalt, 469
  - Kriechen, 167
  - Kriechgeschwindigkeit, 169
  - Kriechkurve, 171, 340, 385
  - Kristall, 7, 44
  - Kristallanisotropie, 64, 150, 339
  - Kristallbaufehler, 54
  - Kristallerholung, 106
  - Kristallisation, 92
    - sphärolithische, 103, 127
  - Kristallisationsgrad, 379
  - Kristallkeim, 98
  - Kristallplastizität, 155
  - Kristallstruktur
    - AgBr, 55
    - Diamant, 40
    - Fe<sub>3</sub>Al, 75
    - Fe-C, 349
    - FeAl, 75
    - Graphit, 40
    - Kaolinit, 303
    - kfz, 41
    - krz, 41
    - MgO, 38
    - NaCl, 53, 55
    - Polyethylen, 9, 52
    - SiO<sub>2</sub>, 9
  - kritische Faserlänge, 421
  - kritische Keimgröße, 92
  - kritische Risslänge, 181
  - kritische Schubspannung, 161
  - kritisches Risswachstum, 506
  - Kunstharz, 378
  - künstliche Werkstoffe, 492
  - Kunststoff, 7
    - schäumbare, 395
  - Kunststoffabfälle, 514
  - Kurzzeichen für Kunststoffe, 530

**L**

  - Lagerwerkstoff, 279, 341
  - Laserschweißen, 480
  - Laserstrahl, 367

- leak before break design, 507  
 Lebensdauer, 169, 498, 505  
 Leder, 372  
 Leerstelle, 54, 107, 271  
 Leichtmetalle, 526  
*n*-leitende Gebiete, 138  
*p*-leitende Gebiete, 138  
 Leiter  
   elektrischer, 221, 223  
 Leitfähigkeit  
   elektrische, 221  
   thermische, 237  
 Leitungsband, 228  
 Lichtbogenschweißen, 480  
 Lichtleiter, 305  
 Lignin, 414, 439, 442  
 Lithographie  
   optische, 461  
 Lochfraß, 266  
 logarithmische Dehnung, 156  
 Lokalelement, 266, 435  
 Löslichkeit  
   interstitielle, 73  
 Lösungsenthalpie, 72  
 Lötten, 477  
 Lüders-Band, 352  
 Luftfeuchtigkeit, 281  
 Luncker, 453
- M**
- Magnetisierungskurve, 238  
 Manganhartstahl, 131, 349  
 Martensit, 131, 252, 254, 358  
 Martensit-finish, 133  
 Martensit-start, 133, 256, 349  
 martensitaushärtender Stahl, 358  
 martensitische Umwandlung, 106, 132  
 Martensittemperatur, 349  
 Massegehalt, 73  
 mehrachsige Beanspruchung, 202, 501  
 mehrachsige Zugbeanspruchung, 316  
 melting flow index, 382  
 Messing, 324  
 Metall  
   amorphes, 366  
 Metall-Inertgas-Schweißen (MIG), 480  
 metallische Bindung, 40  
 metallisches Glas, 66, 361
- metastabile Flüssigkeit, 122  
 mikrolegierte Baustähle, 333  
 Mikroorganismen, 513  
 Mikrorisse, 177, 506  
 Mikrotechnik, 139  
 Millersche Indizes, 49  
 Mischkristall, 72  
 Mischkristallhärtung, 164, 324  
 Mischphase, 71, 75  
 Mischreibung, 405  
 Mischungsentropie, 77  
 Mischungslücke, 84, 98  
 Moderatorwerkstoff, 213  
 Modul  
   dynamisches, 195  
 Mohssche Härteskala, 203  
 Molekülketten, 372  
 Molekülstruktur  
   Coniferylalkohol, 443  
   H<sub>2</sub>O, 42  
   PA, 378  
   PAN, 378  
   PE, 376  
   PIB, 378  
   PMMA, Plexiglas, 378  
   Polyacethylen, 378  
   Polyisopren (Naturkautschuk), 378  
   PP, 378  
   PS, 378  
   PTFE, 378  
   PVC, 42, 378  
   Silikon, 378  
   Zellulose, 407, 443  
 Molprozent, 73  
 Monomer, 8
- N**
- Nachbehandlung, 483  
 Nanophasen-Keramik, 140  
 Nanophasen-Partikel, 140  
 Nanotechnik, 138  
 Nanowerkstoffe, 21, 139  
 natürlicher Werkstoff, 492  
 Nietten, 477  
 Nitrid, 292  
 Nitrierhärtung, 104, 357  
*n*-leitende Gebiete, 461  
 Nockenwelle, 279

Normalglühen, 360  
Normalisieren, 360  
Normalspannung, 150  
Normbezeichnungen, 533

**O**

obere Verwendungstemperatur, 294  
Oberflächenbehandlung, 434  
Oberflächenbeschichtung, 414  
Oberflächenenergie, 263, 276, 277, 402, 482  
Opferanode, 269  
optische Gläser, 309, 484  
optische Lithographie, 461  
Ordnung, 76  
Ordnungsparameter, 75  
Ordnungsphase, 337  
organischer Klebstoff, 478  
Orientierung von Kristallen, 63  
Oxid, 271, 292  
Oxidation, 264  
    anodische, 436  
    katastrophale, 273  
Oxidationsenthalpie, 271  
Oxidhaut, 453, 479

**P**

Passivierung, 268  
Pasten, 149  
periodisches System, 520  
peritektische Reaktion, 89  
peritektisches System, 88  
Perlit, 359  
Perowskit, 51, 228  
Pfannkuchenform, 65  
Pflanzenfaser, 409  
Phase, 72  
Phasengemisch, 71, 416  
Phasengrenze, 72, 275  
    inkohärente, 278  
    kohärente, 278  
    teilkohärente, 278  
Phononen, 236  
photoelektrischer Effekt, 230  
Photographie, 55  
Piezopolymer, 400  
Pigment, 381  
Plasma, 44

Plasmaschweißen, 480  
Plasmaspritzen, 434  
plastische Formänderung, 153, 156  
Plattierung, 435  
p-leitende Gebiete, 461  
Polykondensation, 375  
Polymer, 8  
    aromatisches, 398  
Polymermoleküle, 379  
Polymerwerkstoffe, 372  
Pore, 136, 322  
poröser  
    Formkörper, 460  
Portlandzement, 311  
Porzellan, 293  
Pseudoelastizität, 254  
PVD-Verfahren, 438  
Pyrolyse, 295

**Q**

Quantentopf, 232  
Quarz, 9, 300  
Quasidreistoffsystem, 91  
Quasikristall, 65, 72  
Querkontraktionszahl, 152

**R**

Radar, 235  
Randentkohlung, 114  
Raumgitter, 45  
Reaktionsfront  
    Beweglichkeit, 117  
Referenzelektrode, 267  
Reflektionsgrad, 249  
Reibkorrosion, 264  
Reibkraft, 280, 404  
Reibschweißen, 480  
Reibungskoeffizient, 263, 280  
Reibungskraft, 470  
Reißfestigkeit, 176  
Rekristallisation, 105, 114  
Rekristallisationsfront, 118  
Rekristallisationsglühen, 360  
Rekristallisationskeim, 117  
Rekristallisationsschaubild, 120  
Relaxationszeit, 124, 174, 484  
Reynoldssche Zahl, 194



- reziprokes Gitter, 49  
 Rinne  
   eutektische, 91  
 Rissgrund, 148  
 Risslänge  
   kritische, 181  
 Risswachstum  
   kritisches, 506  
   unterkritisches, 175, 506  
 Rohkautschuk, 393  
 Rohstoff, 488  
 Rohstoffpreise, 495  
 Röntgenstrahlen, 11  
 rostbeständiger Chromstahl, 267  
 Rotbrüchigkeit, 277  
 Rückgewinnung, 491, 496, 512  
 R-Wert, 206, 467
- S**
- Sandguss, 455  
 Sättigungsmagnetisierung, 239  
 Schadensfall, 507  
   Analyse, 504  
 Schaltkreis  
   integrierter, 221, 415, 461  
 schäumbarer Kunststoff, 395  
 Schäume, 135, 395  
 Scherung, 131, 151  
 Schichtkristall, 404  
 Schichtstruktur, 40  
 Schichtverbund, 414  
 Schleifen, 474  
 Schleuderguss, 456  
 Schlickerguss, 302, 458  
 Schmelzentropie, 80  
 Schmelzschweißen, 480  
 Schmelzspinnen, 361  
 Schmelztemperatur, 5, 105, 110, 215, 217, 249,  
   294, 296, 297, 429, 430  
 Schmelzwärme, 80  
 Schmiermittel, 263, 279  
   feste, 280  
   flüssige, 280  
 Schmierstoff, 404  
   fester, 404  
   flüssiger, 404  
 Schmirgelpapier, 476  
 Schneckenextruder, 473  
 Schnelldrehstahl, 356, 432  
 Schnittgeschwindigkeit, 432, 475  
 Schraubenversetzung, 57  
 Schubmodul, 152  
 Schubspannung, 151  
   kritische, 161  
 Schwefelbrücke, 378  
 Schweißen  
   aluminiothermisches, 479  
 Schweißbarkeit, 479  
 Schwellwert, 187  
 Schwinden, 429  
 Schwindmaß, 454  
 Schwingfestigkeit, 181, 500, 503  
 Selbstdiffusion, 110  
 Selbstschmiereffekt, 279, 280  
 Sensor, 225, 228, 252  
   nanometerskaliger, 140  
 Sicherheitsfaktor, 501  
 Silikon, 8  
 Silikongummi, 399, 400  
 Silumin, 330  
 Sintern, 300, 311, 458  
 Sinterverfahren, 322, 459  
 SiO<sub>2</sub>, 9, 300  
 Smith-Diagramm, 186  
 Sonderkarbid, 341  
 Sonderschweißverfahren, 480  
 Spanbildung, 476  
 Spanen, 474  
 Spannbeton, 429  
 Spannung, 13  
   innere, 188, 479, 484  
   nominelle, 156  
   wahre, 156  
 Spannung-Dehnung-Diagramm, 156  
 spannungsfrei Glühen, 361, 369, 484  
 Spannungsintensität, 148  
 Spannungsrelaxation, 173, 429  
 Spannungsrissskorrosion, 148, 263, 264, 270,  
   273, 274  
 Speicherichte, 493  
 Speichermodul, 195  
 Speicherung von Information, 493  
 Sphäroguss, 362, 456, 479  
 Sprengplattieren, 434  
 Spritzguss, 456  
 Sprödigkeit, 175  
 Sprungtemperatur, 244

- Stabilisator, 381  
Stahl, 344  
    härtpbarer, 342, 344  
    hitzebeständiger, 272  
    martensitaushärtender, 358  
Stahlbeton, 427  
Stahlguss, 456  
Stahlproduktion, 344  
Standardpotential, 267  
Standzeit, 476  
Stapelfehler, 59  
Stapelfehlerenergie, 60, 167, 324  
Stapelfolge, 46  
Stärke, 494  
Stauchung, 151  
stereographische Projektion, 63  
Strahlenschäden, 212, 396  
Strahlenschutz, 214  
Strahlenverfestigung, 219  
Strangguss, 457  
Strangpressen, 465, 466  
Streckgrenze, 14, 157  
Streckgrenzenverhältnis, 176  
Streuung von Messwerten, 507  
Strukturwerkstoff, 12, 148  
Stufenversetzung, 57  
Stützwalzen, 471  
Styrol, 389  
Sublimationsenergie, 276  
Sublimationswärme, 80  
Summenhäufigkeit, 508  
Superelastizität, 254  
Superlegierung, 338  
superplastisches Umformen, 173  
Supraleiter, 244  
Systemeigenschaft, 262
- T**  
Teer, 193  
Teilchenhärtung, 332  
Teilchenvergrößerung, 130  
Temperatur-Druck-Diagramm, 301  
Temperaturwechselbeständigkeit, 298  
Textur, 65  
Texturglüfung, 485  
thermische Energie, 106  
thermodynamischer Wirkungsgrad, 493  
Thermoplast, 378, 472
- Tiefziehblech, 63, 200, 467  
Tiefziehen, 466  
Tiefziehfähigkeit, 202, 325  
Titanlegierungen, 327  
Ton, 149, 300  
Tränkwerkstoff, 433  
Transformatorblech, 120  
Transistor, 221  
transkristalline Korrosion, 270  
Trennen, 474  
Trennscheiben, 476  
Tribologie, 279  
tribologische Beanspruchung, 279
- U**  
Übergangselement, 320  
Übergangstemperatur, 176  
Ultraschallschweißen, 480  
Umformen, 450, 465  
    superplastisches, 173  
    von Kunststoffen, 458  
Umformtechnik, 156  
Umformverfahren, 466  
Umwandlungshärtung, 341  
Umwandlungswärme, 93  
Unmischbarkeit, 99  
Unordnung, 73, 76  
Unterkühlung, 94  
unterkritisches Risswachstum, 175, 506  
Unterschied der Atomradien, 73  
UP-Harze, 424  
Urformen, 452  
Urformverfahren, 452
- V**  
Vakuulguss, 453  
Van-der-Waals-Bindung, 38  
Verbindung  
    intermetallische, 328  
    offen schmelzende, 89  
    verdeckt schmelzende, 89  
Verbundwerkstoff, 7  
Verfestigungskoeffizient, 159  
Verformungsenergie, 117, 156  
verformungsinduzierte Umwandlung, 255, 349  
Vergüten, 361, 483, 484  
Verlustmodul, 195

Vernetzung, 378  
 Vernetzungsgrad, 379  
 Versagen des Werkstoffs, 157, 261, 508  
 Verschleiß, 262, 279  
 Verschleißkoeffizient, 284  
 Verschleißpartikel, 405  
 Verschleißwiderstand, 262, 430  
 verschrottungsgerechte Konstruktion, 514  
 Versetzung, 56  
   Aufspalten, 59  
   Bewegung, 161  
 Versetzungsdichte, 59, 116  
 Versetzungslinie, 56, 162  
 Versetzungsring, 56, 57, 116, 332  
 versprodete Korngrenzen, 358  
 Verwendungstemperatur, 338  
   obere, 294  
 Verzndern, 271  
 Vierstoffsystem, 92  
 Viskoelastizität, 195  
 Viskosität, 193, 306  
   dynamische, 404  
   kinematische, 404  
 Volumenänderung beim Erstarren, 453  
 Volumenanteil, 74  
 Vulkanisation, 9, 378, 393

## W

Wachs, 404  
 Walzen, 469  
 Walzplattieren, 434  
 Walzspalt, 469  
 Wärmebehandlung, 104, 341  
 Wärmehalt, 417  
 Wärmeleitfähigkeit, 236, 418  
 warmfester Werkstoff, 350  
 Warmverformung, 465  
 Wassergehalt, 313  
 Wasserstoffbrücke, 42  
 Wasserstoffelektrode, 267  
 Wasserstoffkrankheit, 327  
 Wasserstoffversprödung, 264  
 WDX, 31, 535  
 Wechselfestigkeit, 185, 338, 506  
 Wechselwirkungsenergie, 74  
 Weichglühen, 104, 106, 115, 360  
 Weichmacher, 381, 383  
 Weichmacherkonzentration, 386

weichmagnetischer Werkstoff, 240  
 weißes Gusseisen, 364  
 Weißsche Bezirke, 242  
 Werkstoff  
   hartmagnetischer, 242  
   keramischer, 7, 292  
   künstlicher, 492  
   natürlicher, 492  
   Versagen, 157, 261, 508  
   warmfester, 350  
   weichmagnetischer, 240  
   zunderbeständiger, 272  
 Werkstoffbezeichnung, 17, 499, 525  
 Werkstoffdatenbanken, 493  
 Werkstoffkosten, 4  
 Werkstoffkunde, 4  
 Werkstoffmenge pro technischem Nutzen, 492  
 Werkstoffprüfnormen, 16, 533  
 Werkstoffsystem, 16, 283, 474  
 Werkstofftechnik, 4  
 Werkstoffwissenschaft, 3  
 Werkzeugstähle, 342, 432  
 Wertigkeit, 45  
 Whisker, 422  
 Widerstandsschweißen, 477  
 Wöhler-Kurve, 186, 506  
 Wolfram-Glühdraht, 324  
 Wolfram-Inertgas-Schweißen (WIG), 480

## X

XRD, 535

## Y

Young's modulus, 151

## Z

Zahnräder, 279  
 Zeit-Temperatur-Diagramm  
   Ausform-Stahl, 360  
   Ausscheidung in Al-Fe, 125  
   bainitisches Gusseisen, 458  
   Cr-Stahl, 350, 351  
   kontinuierliche abkühlung, 351  
   Rekristallisation, 130  
   Umwandlung, Stahl, 132  
 Zeitdehngrenze, 171

- Zeitstandfestigkeit, 171  
Zeitstandversuch, 167, 172  
Zellulosefasern, 442  
Zement, 311  
    hydraulischer, 311  
    polymerer, 311  
Zementmörtel, 428  
Zeolithe, 305  
Zerkleinerungstechnik, 175  
Zerspanbarkeit, 476  
Ziehhol, 468  
Zipfelbildung, 206  
Zonenschmelzen, 100  
Zugfestigkeit, 157  
Zugspannung, 151  
Zugversuch  
    Baustahl, 166  
    mehrachsiger, 200, 316  
    Metallglas, 367  
    Polymer, 381  
    Spannbeton, 427  
    und Sicherheitsfaktor, 501  
    Zellwand, 440  
Zukunft, 18  
zunderbeständiger Werkstoff, 272  
Zustandsdiagramm  
    Al-C, 88  
    Al-Cu, 334  
    Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-CaO, 301  
    Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-CaO-SiO<sub>2</sub>, 301  
    Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>, 301  
    Al-Si, 330  
    Al-Si-C, 90  
    Al-Si-O-Ca, 91  
    Al-X, 331  
    allgemein, 83, 84, 104  
    Cu-Zn, 325  
    Fe, 83  
    Fe-C, 96  
    Fe-Cr, 349  
    Fe-Cr-Ni, 332  
    Fe-Mo, 349  
    Fe-Nb, 349  
    Fe-Ni, 349  
    Fe-O, 453  
    Fe-Pb, 331  
    Mg-Sn, 154  
    Ni-Al, 86  
    SiO<sub>2</sub>, 301  
    SiO<sub>2</sub>-CaO, 312  
    SiO<sub>2</sub>-Na<sub>2</sub>O, 307  
    Ti-Al, 328  
    Ti-Mo, 329  
    TiC-Co, 431  
    U-Mo, 216  
    UO<sub>2</sub>-PuO<sub>2</sub>, 88, 216  
    W-C, 431  
Zweiwegeffekt, 253  
Zwillingsgrenze, 62  
Zwischengitteratom, 54, 107  
zwischenmolekulare Bindung, 42, 378  
Zwischenstufengefüge, 351