

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Technische Mathematik</b>	<b>9</b>
<b>1.1 Einheiten im Messwesen</b>	
SI-Basisgrößen und Basiseinheiten .....	10
Abgeleitete Größen und Einheiten .....	10
Einheiten außerhalb des SI .....	12
<b>1.2 Allgemeine Grundlagen</b>	
Formelzeichen, mathematische Zeichen ..	13
Großen und Einheiten .....	15
Goldener Schnitt, Besondere Zahlen .....	17
Winkel im Dreieck, Satz des Pythagoras ..	18
Funktionen im Dreieck .....	19
<b>1.3 Mathematik</b>	
Elementare Rechenregeln .....	20
Lineare Gleichungen, Quadratische und	
Kubische Polynomgleichung .....	22
Folgen, Geometrische Reihe .....	24
Lineare-, Potenz-, Exponentielle-,	
Logarithmus-, Sinus-, Cosinusfunktion ..	26
Potenzen und Wurzeln komplexer Zahlen ..	29
Ableitung einer Funktion,	
Differenzierungsregeln, Ableitungen .....	30
Das unbestimmte Integral .....	33
Partielle Integration, Substitutionsregel ..	34
Integration rationaler Funktionen .....	35
Anwendungen .....	37
Rechenwerte der Statistik .....	41
<b>1.4 Geometrische Grundkonstruktionen</b>	
Kartesisches Koordinatensystem .....	42
Polarkoordinatensysteme .....	43
Strecken, Lote, Winkel .....	44
Tangenten, Kreisbögen, Vielecke .....	45
Inkreis und Umkreis beim Dreieck,	
Kreismittelpunkt, Ellipse, Spirale .....	46
Zykloide, Evolvente, Parabel, Hyperbel ..	47
<b>1.5 Längen</b>	
Teilung von Längen .....	48
Gestreckte Länge, Federdrahlänge .....	49
<b>1.6 Flächen</b>	
Eckige Flächen .....	50
Dreiecke, Vielecke, Kreis .....	51
Kreisausschnitt, Kreisabschnitt,	
Kreisring, Ellipse .....	52
<b>1.7 Volumen und Oberfläche</b>	
Würfel, Vierkantprisma, Zylinder,	
Hohlyzylinder, Pyramide .....	53
Pyramidenstumpf, Kegel, Kegelstumpf,	
Kugel, Kugelabschnitt .....	54
<b>1.8 Masse</b>	
Volumen zusammengesetzter Körper,	
Berechnung der Masse .....	55
<b>1.9 Schwerpunkte</b>	
Linien- und Flächenschwerpunkte .....	56
<b>2 Technische Physik</b>	<b>57</b>
<b>2.1 Kinematik, Dynamik</b>	
Geradlinige Bewegung .....	58
Kreisförmige Bewegung .....	60
Geschwindigkeiten an Maschinen .....	61
Harmonische mechanische Schwingung ..	62
Dynamik der Rotation, Trägheitsmoment ..	65
<b>2.2 Mechanik</b>	
Darstellung, Zusammensetzung und	
Zerlegung von Kräften .....	66
Gleichgewicht, Kräfteermittlung .....	67
Reibungskraft, Reibungsarten,	
Reibungszahlen .....	69
Reibungszahl und Reibungswinkel,	
Reibung an der schießen Ebene .....	70
Drehmoment, Mechanische Arbeit .....	71
Leistung und Wirkungsgrad .....	73
<b>2.3 Festigkeitslehre</b>	
Festigkeitslehre, allgemein .....	74
Schnittgrößen als inneres Kräfte system ..	75
Beanspruchungsarten .....	76
Flächen-, Widerstandsmomente .....	79
Besondere Beanspruchungsarten .....	81
Belastungsfälle .....	83
Großeneinfluss, statische	
Bauteilfestigkeit .....	84
Anwendungsfaktor .....	85
Dynamische Festigkeit, Dauerfestigkeit ..	86
Gestaltwechselfestigkeit .....	87
Mittelspannungsempfindlichkeit .....	92
Sicherheiten .....	93
Vordimensionierung, Festigkeitsnachweis	
94	
<b>2.4 Fluidmechanik, Strömungslehre</b>	
Druckarten .....	96
Durchflussgeschwindigkeit, Energie .....	97
Viskosität und Reynoldszahl .....	98
Stromungswiderstand .....	100
<b>2.5 Thermodynamik, Wärmelehre</b>	
Auswirkungen bei	
Temperaturänderungen .....	101
Schmelzen, Verdampfen, Verbrennen ..	102
Erster Hauptsatz der Thermodynamik ..	103
Kreisprozesse idealer Gase, zweiter	
Hauptsatz der Thermodynamik .....	105
<b>2.6 Elektrotechnik</b>	
Ohmsches Gesetz, Widerstand .....	106
Schaltung von Widerständen .....	107
Stromarten .....	108
Elektrische Arbeit und Leistung,	
Elektrisches Feld .....	109
Plattenkondensator,	
Dauermagnetismus, Elektromagnetismus	
110	
<b>2.7 Optik</b>	
Lichtausbreitung, Reflexion .....	112
Reflexion, Brechung .....	113
<b>3 Technische Kommunikation</b>	<b>115</b>
<b>3.1 Produktentwicklung</b>	
Projektstrukturplan, Netzplan .....	116
Projektmanagement .....	117
Scrum Begriffe und Rollen, Scrum Ablauf ..	118
Konstruktionsablauf nach VDI 2221 .....	119
Funktionsanalyse, Funktionsstrukturen ..	120
Idee findungsmethoden .....	121
Konstruktionsprinzipie .....	122
Bewertungsverfahren .....	123
Nutzwertanalyse, FMEA .....	124
Gestaltungsregeln in der Konstruktion ..	125

<b>3.2 Zeichnungselemente</b>	<b>4 Werkstofftechnik</b>	<b>205</b>
Schriftzeichen .....	Stoffwerte .....	206
Normzahlen, Radien, Maßstäbe .....	Periodisches System der Elemente .....	208
Zeichenblätter .....	Molekülgruppen, pH-Wert .....	209
Stücklisten, Positionsnummern .....	Dissoziation, Neutralisation .....	210
Linien .....		
<b>3.3 Darstellungen in Zeichnungen</b>	<b>4.1 Stoffe</b>	
Grundregeln für die Darstellung .....	Stoffwerte .....	206
Ansichten .....	Periodisches System der Elemente .....	208
Schnittdarstellung .....	Molekülgruppen, pH-Wert .....	209
Schraffuren, Systeme der Maßeintragung .....	Dissoziation, Neutralisation .....	210
<b>3.4 Maßeintragung</b>	<b>4.2 Stähle, Bezeichnungssystem</b>	
Maßeintragung in Zeichnungen .....	Definition und Einteilung von Stahl .....	211
Zeichnungsvereinfachung .....	Normung von Stahlprodukten .....	212
Bemaßungsarten .....	Werkstoffnummern .....	213
<b>3.5 Dimensionelle Tolerierung</b>	Bezeichnungssystem .....	214
ISO-GPS-System, Regeln und Grundsätze .....		
Dimensionelle Tolerierung .....	<b>4.3 Stähle, Stahlsorten</b>	
ISO-Passungen .....	Erzeugnisse aus Stahl – Übersicht .....	218
Passungsempfehlungen, -auswahl .....	Stähle – Übersicht .....	219
Allgemeintoleranzen .....	Legierungselemente .....	221
Allgemeintoleranzen nach ISO GPS .....	Unlegierte Baustähle .....	222
Spezifikation linearer Maße .....	Schweißgeeignete Feinkornbaustähle .....	223
Hüllbedingung, Materialbedingung .....	Einsatzstähle, unlegiert und legiert .....	224
<b>3.6 Geometrische Tolerierung</b>	Vergütungsstähle, unlegiert und legiert .....	225
Geometrische Tolerierung .....	Nitrierstähle, Stähle für Flamm- und Induktionshärtung, Automatenstähle .....	226
<b>3.7 Oberflächenangaben</b>	Kaltarbeitsstähle, Warmarbeitsstähle, Schnellarbeitsstähle .....	227
Rauheitskenngrößen .....	Nichtrostende Stähle .....	228
Oberflächenangaben .....	Federstahl .....	230
Rauheit von Oberflächen .....	Stähle für Blankstahlerzeugnisse .....	231
Wärmebehandelte Teile – Härteangaben .....		
<b>3.8 Werkstückelemente</b>	<b>4.4 Stähle, Fertigerzeugnisse</b>	
Butzen an Drehteilen, Werkstückkanten .....	Bleche und Bänder .....	233
Zentrierbohrungen, Rändel .....	Präzisionsstahlrohre .....	236
Freistiche .....	Stahlprofile .....	237
Gewindeausläufe, Gewindefreistiche .....	Längen- und flächenbezogene Masse .....	246
<b>3.9 Darstellung von Maschinenelementen</b>	<b>4.5 Wärmebehandlung</b>	
Gewinde und Schraubenverbindungen .....	Kristallgitter, Legierungen .....	247
Darstellung von Gewinden und Schraubenverbindungen .....	Zustandsdiagramme von Legierungen .....	248
Zahnräder .....	Gefüge bei der Wärmebehandlung .....	249
Wälzläger .....	Kohlenstoffäquivalente .....	250
Dichtungen .....	Wärmebehandlung der Stähle .....	251
Sicherungsringe, Nuten, Federn, Keilwellen und Kerbverzahnungen .....	Werkzeugstähle, Einsatzstähle .....	252
<b>3.10 Schweißen und Löten</b>	Vergütungsstähle .....	253
Symbole für Schweißen und Löten .....	Nitrierstähle, Automatenstähle, Aluminiumlegierungen .....	254
<b>3.11 CAD – CAx</b>	<b>4.6 Gusseisen</b>	
Anforderungen an den Modellaufbau .....	Bezeichnungssystem .....	255
Boole'sche Operationen, Sweepingarten .....	Gusseisenwerkstoffe .....	256
Featuretechnik .....		
Parametrik .....	<b>4.7 Leichtmetalle</b>	
Baugruppen, Baugruppenstrategien .....	Aluminium, Aluminiumlegierungen .....	259
Vorgehensweisen zur Maßerzeugung .....	Aluminium-Knetlegierungen .....	260
Zeichnungskontrolle .....	Aluminium-Gusslegierungen .....	263
CAE – Simulationsmethoden .....	Aluminium-Profile .....	264
Virtual Reality (VR)/Augmented Reality (AR) .....	Magnesiumlegierungen, Titan, Titanlegierungen .....	267
<b>3.12 Technische Dokumentation</b>	<b>4.8 Schwermetalle</b>	
Technische Dokumentation .....	Übersicht über die Schwermetalle .....	268
Aufbau wissenschaftlicher Schriften, Zitierregeln und Literaturverzeichnis .....	Bezeichnung von Schwermetallen .....	269
<b>3.13 Industrie 4.0</b>	Kupferlegierungen .....	270
Y-Modell, Begriffe .....		
	<b>4.9 Sonstige Werkstoffe</b>	
	Verbundwerkstoffe, keramische Werkstoffe .....	272
	Sintermetalle .....	273
	<b>4.10 Kunststoffe</b>	
	Übersicht über die Kunststoffe .....	274
	Duroplaste .....	277
	Thermoplaste .....	278
	Elastomere, Schaumstoffe .....	281
	Tolerierung von Kunststoff-Formteilen .....	284

Kunststoffprüfung: Zugeigenschaften	286
Prüfverfahren – Übersicht	287
Zugversuch	289
Kerbschlagbiegeversuch,	
Umlaufbiegeversuch	290
Härteprüfung	291
<b>4.12 Korrosion, Korrosionsschutz</b>	
Korrosion	294
<b>5 Maschinenelemente</b>	<b>295</b>
<b>5.1 Gewinde</b>	
Gewindearten, Übersicht	296
Gewinde nach ausländischen Normen	297
Metrische Gewinde und Feingewinde	298
Sonstige Gewinde	299
Gewindetoleranzen	301
<b>5.2 Schrauben</b>	
Übersicht	302
Schrauben – Übersicht	302
Bezeichnung von Schrauben	303
Festigkeitsklassen,	
Mindesteinschraubtiefen	304
Sechskantschrauben	305
Zylinderschrauben	308
Senkschrauben, Blechschrauben	310
Gewindestifte	313
Berechnung von Schrauben	314
Schraubensicherungen	321
Antriebsarten von Schrauben	322
<b>5.3 Senkungen</b>	
Senkungen für Senkschrauben	323
Senkungen für Zylinderschrauben	324
<b>5.4 Muttern</b>	
Übersicht	325
Bezeichnung von Muttern	326
Festigkeitsklassen	327
Sechskantmuttern	328
Sonstige Muttern	330
<b>5.5 Scheiben</b>	
Übersicht	332
Flache Scheiben	333
Scheiben für HV-Schrauben	334
<b>5.6 Stifte und Bolzen</b>	
Übersicht	335
Zylinder-, Kegel-, Spannstifte	336
Kerbstifte, Kerbnägel, Bolzen	337
<b>5.7 Antriebselemente</b>	
Vordimensionierung der Achsen und	
Wellen	338
Keilriemen, Synchronriemen	339
Schmalkeilriemen, Berechnung	342
Verzahnungsgesetz	343
Evolventenverzahnung	344
Stirnräder	345
Modulreihe für Stirnräder	346
Kegelräder, Schneckentrieb	347
Kräfte am Zahn, Zahnfestigkeit	348
Übersetzungen	349
<b>5.8 Welle-Nabe-Verbindungen</b>	
Verbindungen – Übersicht	350
Passfederverbindung, Klemmverbindung	351
Keilwellenverbindungen	352
Passfedern, Scheibenfedern	353
Metrische Kegel, Morse-, Steilkegel	354
<b>5.9 Lagerung</b>	
Gleitlager	355
Gleitlagerbuchsen	356
Walzlager	357
Berechnung	359
Kugellager	360
Rollenlager	362
Sicherungsringe, Sicherungsscheiben	364
Lageranordnung	365
Dichtelemente	366
<b>5.10 Schmierstoffe</b>	
Schmierstoffe	367
<b>5.11 Sonstige Maschinenelemente</b>	
Zylindrische Schrauben-Zugfedern	369
Zylindrische Schrauben-Druckfedern	370
Tellerfedern	371
Gewindestifte, Druckstücke, Kugelknopfe	372
Griffe, Aufnahme- und Auflagebolzen	373
T-Nuten und Zubehör, Kugelscheiben,	
Kegelpfannen	374
Schnellspann-Bohrvorrichtung	375
Normteile für Vorrichtungen	376
<b>6 Fertigungstechnik</b>	<b>377</b>
<b>6.1 Qualitätsmanagement</b>	
Prüfmittel, Messergebnis	378
Prüfmittelfähigkeit	379
Qualitätsmanagement	380
Qualitätsplanung, Qualitätslenkung,	
Qualitätsprüfung	382
Statistische Auswertung	383
Qualitätsfähigkeit	385
Statistische Prozesslenkung	386
Prozessverlauf	387
Maschinenrichtlinie (MRL)	389
CE-Kennzeichnung	390
<b>6.2 Produktionsorganisation</b>	
Erzeugnisgliederung, Stücklisten	391
Arbeitsplan, Fertigungssteuerung	392
Kalkulation	396
<b>6.3 Instandhaltung</b>	
Wartung, Inspektion, Instandsetzung	399
Instandhaltungskonzepte	400
Arbeitssicherheit, Gesundheitsschutz	401
<b>6.4 Gießen, Spritzgießen</b>	
Modelle, Kernkästen	402
Schwindmaße, Maßtoleranzen	403
Spritzgießwerkzeug	404
Werkzeugaufbau	406
Schwindung und Kühlung	407
Dosieren, Kräfte	408
<b>6.5 Umformen</b>	
<b>Biegen</b>	
Biegewerkzeug	409
Biegeverfahren	410
Biegeradien, Zuschnittsermittlung	411
Ausgleichswerte, Zuschnittsermittlung,	
Rückfederung	412
<b>Tiefziehen</b>	
Tiefziehwerkzeug	413
Tiefziehverfahren	414
<b>6.6 Spanende Fertigung</b>	
Zeitspannungsvolumen	417
Spezifische Schnittkraft	418

Drehzahldiagramm .....	419	<b>Löten</b>	Lote und Flussmittel .....	489
Hartfrasen, Kuhlschmierung .....	420	Weichlote und Flussmittel .....	490	
Schneidstoffe .....	421	Lotverbindungen .....	491	
Bezeichnung von Wendeschneidplatten .....	423	<b>Kleben</b>	Klebstoffe, Vorbehandlung der	
Werkzeug-Aufnahmen .....	424	Fugeflächen .....	492	
Kuhlschmierstoffe .....	425	Klebekonstruktionen, Prüfverfahren .....	493	
Entsorgung von Kühlschmierstoffen .....	426	<b>6.11 Arbeits- und Umweltschutz</b>	Arbeits- und Umweltschutz .....	
<b>Drehen</b>		Global Harmonisiertes System (GHS) .....	494	
Übersicht der Drehverfahren .....	427	Gefahrenhinweise – H-Sätze .....	496	
Fertigungsplanung beim Drehen .....	428	Sicherheitshinweise – P-Sätze .....	497	
Schnittdaten beim Drehen .....	433	Gefährliche Stoffe .....	499	
Kräfte und Leistungen beim Drehen .....	436	Entsorgung von Stoffen .....	500	
Hauptnutzungszeit beim Drehen .....	437	Sicherheitsfarben, Verbotszeichen .....	501	
<b>Fräsen</b>		Warnzeichen .....	502	
Übersicht der Fräsenverfahren .....	439	Sicherheitskennzeichnung .....	503	
Fertigungsplanung beim Fräsen .....	440	Kennzeichnung von Rohrleitungen .....	505	
Fräswerkzeuge mit Wendeschneidplatten .....	441	Schall und Larm .....	506	
Schnittdaten Fräsen .....	442			
Teilen mit dem Teilkopf .....	447	<b>7 Automatisierungstechnik</b>	507	
Kräfte und Leistungen beim Fräsen .....	448			
Hauptnutzungszeit beim Fräsen .....	449	<b>7.1 Pneumatik, Hydraulik</b>		
<b>Bohren, Senken, Reiben</b>		Schaltzeichen .....	508	
Bohren, Tieflochbohren, Reiben .....	450	Wegeventile .....	509	
Gewindebohrnen, -formen, -fräsen .....	451	Proportionalventile .....	510	
Schnittdaten beim Bohren .....	452	Kennzeichnung industrieller Systeme .....	511	
Schnittdaten beim Reiben, Senken .....	454	Schaltpläne, Aufbau und Kennzeichnung .....	513	
Schnittdaten beim Gewindebohren .....	455	Hydraulik- und Pneumatikzylinder .....	517	
Bohren, Kräfte und Leistungen .....	456	Hydraulikpumpen .....	518	
Bohren, Hauptnutzungszeit .....	457	Druckflüssigkeiten .....	519	
<b>Schleifen</b>		Rohre .....	520	
Planschleifen, Richtwerte .....	458	<b>7.2 GRAFCET</b>		
Schleifmittel, Bindung .....	459	Grundbegriffe, Grundstruktur .....	521	
Auswahl von Schleifscheiben .....	460	Schritte, Transitionen .....	522	
Schleifen mit Diamant und Bornitrid .....	461	Aktionen .....	523	
Schleifen, Hauptnutzungszeit .....	462	Verzweigung .....	525	
<b>Honen</b>		Strukturierung eines GRAFCET .....	527	
Honen, Richtwerte .....	463	<b>7.3 Elektropneumatik, Elektrohydraulik</b>		
<b>CNC-Technik</b>		Schaltzeichen .....	528	
Koordinatensysteme, Nullpunkte, Bezugspunkte .....	464	Stromlaufpläne .....	529	
Werkzeugkorrekturen, Bahnkorrekturen .....	465	Elektrohydraulische Steuerung .....	530	
Programmaufbau, Wegbedingungen, Zusatzfunktionen .....	466	Sensoren .....	531	
Arbeitsbewegungen nach DIN (Drehen) .....	467	Elektropneumatische Steuerung .....	532	
<b>6.7 Abtragen</b>		<b>7.4 Speicherprogrammierbare Steuerungen</b>		
Drahterodieren, Senkerodieren .....	469	SPS-Programmiersprachen .....	533	
Verfahrenstechnische Einflusse .....	470	Binäre Verknüpfungen .....	537	
<b>6.8 Trennen durch Schneiden</b>		Ablaufsteuerungen .....	538	
Schneidkraft .....	471	<b>7.5 Regelungstechnik</b>		
Schneidwerkzeug .....	472	Grundbegriffe, Prozessleittechnik .....	540	
Werkzeug- und Werkstückmaße .....	474	Bildzeichen für Orte und Geräte .....	541	
Lage des Einspannzapfens .....	475	Regler .....	542	
Richtwerte für das Strahlschneiden .....	476	<b>7.6 Handhabungs- und Robotertechnik</b>		
Schnittqualität für das Strahlschneiden .....	477	Koordinatensysteme, Symbole .....	544	
<b>6.9 Additive Fertigung</b>		Aufbau von Robotern .....	545	
Verfahren .....	478	Greifer, Arbeitssicherheit .....	546	
Lasersintern, Werkstoffe .....	479	<b>7.7 Motoren und Antriebe</b>		
<b>6.10 Fügen</b>		Schutzmaßnahmen gegen elektr. Schlag .....	547	
<b>Schweißen</b>		Schutzarten und Explosionsschutz .....	548	
Schmelzschweißen, Schweißverfahren .....	480	Elektromotoren .....	549	
Verfahren, Schweißpositionen .....	481	<b>Normenverzeichnis</b> .....	551	
Schutzgasschweißen .....	482	<b>Sachwortverzeichnis</b> .....	555	
Lichtbogenschweißen .....	484			
Qualitätssicherung beim Schweißen .....	486			
Gasflaschen-Kennzeichnung .....	487			