

INHALTSVERZEICHNIS

9	3D-DATENSÄTZE VON BAUGRUPPEN UNTER BERÜCKSICHTIGUNG VON FÜGEVERFAHREN UND MONTAGETECHNIKEN ERSTELLEN UND MODIFIZIEREN	9
9.1	Lernsituationen	10
9.2	Funktionsanalyse von Bauteilen und Baugruppen	13
9.2.1	Gesamt- und Teilfunktionen	13
9.2.2	Teil- und Nebenfunktionen	13
9.3	Wirkprinzipien der Verbindungen	14
9.3.1	Kraftschlüssige Verbindungen	14
9.3.2	Formschlüssige Verbindungen	15
9.3.3	Stoffschlüssige Verbindungen	15
9.4	Schraubenverbindungen	16
9.4.1	Reibung am Gewinde	17
9.4.2	Anziehen einer Schraubenverbindung	18
9.4.3	Berechnungen von Schraubenverbindungen	19
9.4.4	Schraubensicherungen	22
9.4.5	Konstruktive Gestaltungsmerkmale von Schraubenverbindungen	25
9.4.6	Bewegungsgewinde	27
9.5	Welle-Nabe-Verbindungen	30
9.6	Kraftschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen	31
9.6.1	Pressverbindungen	32
9.6.2	Kegelpressverbindungen	33
9.6.3	Spannverbindungen	34
9.6.4	Klemmverbindungen	35
9.7	Formschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen	36
9.7.1	Stift- und Bolzenverbindungen	37
9.7.2	Passfederverbindungen	38
9.7.3	Scheibenfederverbindungen	42
9.7.4	Profilwellenverbindungen	43
9.8	Vorgespannt formschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen	46
9.8.1	Keilverbindungen	46
9.8.2	Stirnverzahnungen	47
9.9	Elemente zur Lagesicherung	47
9.9.1	Splinte, Federstecker und Federklappstecker	47
9.9.2	Achshalter	48
9.9.3	Sicherungsring, Sicherungsscheibe, Sprengring	48
9.9.4	Nutmutter mit Sicherungsblech	49
9.9.5	Stelling	50
9.10	Nietverbindungen	52
9.11	Schweißen	53
9.11.1	Schweißbarkeit	53
9.11.2	Schweißbarkeit der Werkstoffe	54
9.11.3	Schweißverfahren	54
9.11.4	Schmelzschweißverfahren	54
9.11.5	Lichtbogenschmelzschweißen	54
9.11.6	Gasschmelzschweißen	56
9.11.7	Strahlschweißen	57
9.11.8	Pressschweißverfahren	58
9.11.9	Kennzeichnung der Schweißnähte in technischen Zeichnungen	59
9.11.10	Gestalten von Schweißverbindungen	64
9.12	Löten	67
9.12.1	Grundlagen des Lötens	67
9.12.2	Lötverfahren	68
9.12.3	Lötvorgang	69
9.12.4	Gestalten von Lötverbindungen	69
9.13	Kleben	71
9.13.1	Funktion und Wirkung von Klebeflächen	71
9.13.2	Klebstoffe	72
9.13.3	Gestalten von Klebeverbindungen	73
9.14	Form- und Lagetoleranzen	75
9.14.1	Formtoleranzen	76
9.14.2	Lagetoleranzen	77
9.14.3	Modell für geometrische Spezifikation und Prüfung – ISO 17450	79
9.14.4	Zeichnungseintragung und Symbole (ISO 1101:2017)	80

9.14.5	Ebenen- und Geometrieangaben mit Indikatoren	83	9.14.11	Geometrische Produktspezifikationen (GPS)	93
9.14.6	Anforderungen an Bezugselemente	86	9.14.12	PMI – Ausblick, Industrie 4.0	99
9.14.7	Anwendungsbeispiel	87	9.15	Technical English	100
9.14.8	Toleranzzonen	89	9.15.1	Connections	100
9.14.9	Tolerierungsgrundsätze	90	9.15.2	Shaft-hub connections	100
9.14.10	Material-Bedingungen	92	9.15.3	Positive shaft-hub connections .	101
			9.15.4	Feather key connection	101

10	SYSTEME DER AUTOMATISIERTEN FERTIGUNG – DATENSÄTZE UND DOKUMENTATIONEN ERSTELLEN UND MODIFIZIEREN	102
10.1	Lernsituationen	103
10.2	Automatisierung und Industrie 4.0	108
10.3	Steuern und Regeln	109
10.3.1	Steuerungstechnik	109
10.3.2	Regelungstechnik	111
10.4	Pneumatische Steuerungen	112
10.4.1	Grundlagen der Pneumatik	112
10.4.2	Drucklufterzeugung	113
10.4.3	Druckluftaufbereitung	114
10.4.4	Pneumatische Arbeitselemente .	115
10.4.5	Wegeventile	118
10.4.6	Benennungen nach DIN EN 81346	125
10.4.7	Weitere Komponenten	126
10.4.8	Vakuumtechnik	129
10.4.9	Verknüpfung von Signalen	130
10.4.10	Anwendung der Signalverknüpfung	132
10.4.11	Pneumatischer Schaltplan (Pneumatikplan)	133
10.4.12	GRAFCET	136
10.5	Kolbenkräfte und Luftverbrauch	141
10.5.1	Kolbenkräfte	141
10.5.2	Luftverbrauch	142
10.6	Schrittketten	144
10.6.1	Aufbau von Schrittketten	144
10.7	Elektropneumatische Steuerungen	148
10.7.1	Schließer, Öffner und Wechsler .	148
10.7.2	Benennungen in der Elektronik .	149
10.7.3	Sensoren	150
10.7.4	Relais und Schütz	152
10.7.5	Stromlaufplan und Pneumatikplan mit Relais	153
10.7.6	Schrittkette in der Elektropneumatik	157
10.8	Hydraulik	161
10.8.1	Hydraulikflüssigkeiten und Viskosität	161
10.8.2	Druckerzeugung	161
10.8.3	Wegeventile	163
10.8.4	Hydraulische Arbeitselemente ..	164
10.8.5	Hydraulischer Kreislauf (offen, geschlossen)	165
10.8.6	Volumenstrom	166
10.8.7	Kolbenkräfte	167
10.8.8	Kolbengeschwindigkeiten	168
10.8.9	Elektrohydraulische Steuerung .	169
10.9	Speicherprogrammierbare Steuerungen	173
10.9.1	Programmiersprache Funktionsplan FUP (Funktionsbausteinsprache)	174
10.10	Technical English	178
10.10.1	Linking of signals and programmable logic controllers (PLC)	178
10.10.2	Automation and Industry 4.0 ...	179

11	3D-DATENSÄTZE VON BAUGRUPPEN UNTER VERWENDUNG VON MASCHINENELEMENTEN SOWIE KAUFTEILEN ERSTELLEN UND MODIFIZIEREN	180
11.1	Lernsituationen	181
11.2	Getriebetechnik	184
11.2.1	Physikalische Grundlagen	184
11.2.2	Drehbewegungen	187
11.2.3	Übersetzungsverhältnisse von Getrieben	190
11.2.4	Zahnradtriebe	194
11.2.5	Zugmittelgetriebe	207
11.2.6	Kettentriebe	212
11.3	Lagerungen und Führungen	221
11.3.1	Reibung	221
11.3.2	Lagerungen	224
11.3.3	Gleitlager	224
11.3.4	Wälzlager	227
11.3.5	Gestaltung von Lagerungen	232
11.3.6	Linearführungen	243
11.3.7	Berechnung und Dimensionierung von Lagerungen	244
11.4	Kupplungen	259
11.4.1	Nicht schaltbare Kupplungen	259
11.4.2	Schaltbare Kupplungen	261
11.4.3	Kupplungen für Sonderzwecke	262
11.5	Dichtungen	264
11.5.1	Statische Dichtungen	264
11.5.2	Dynamische Dichtungen	267
11.6	Wärmebehandlungsverfahren	270
11.6.1	Härteverfahren	271
11.6.2	Härteprüfverfahren	275
11.6.3	Härteangaben in technischen Zeichnungen	276
11.7	Federn	278
11.7.1	Federarten	278
11.7.2	Darstellung von Federn	279
11.8	Technical English	281
11.8.1	Physical basics	281
11.8.2	Gear boxes	282
11.8.3	Bearings	282
12	3D-DATENSÄTZE VON BAUTEILEN UND BAUGRUPPEN NACH GESTALTUNGSTECHNISCHEN VORGABEN ERSTELLEN UND MODIFIZIEREN	283
12.1	Lernsituationen	284
12.2	Komponenten des Technischen Produktdesigns	286
12.2.1	Nutzerorientierung und Ästhetik in der Produktgestaltung	286
12.3	Anforderungen und Vorgaben in der Produktgestaltung	291
12.3.1	Gestaltungsgrundregeln	291
12.3.2	Gestaltungsprinzipien	294
12.3.3	Gestaltungsrichtlinien, Design for X	294
12.3.4	Weitere designbestimmende Einflussfaktoren	298
12.4	Grundlagen der Produktgestaltung	301
12.4.1	Gestaltungsmittel Form	301
12.4.2	Gestaltungsmittel Farbe	304
12.4.3	Gestaltungsmittel Material	306
12.4.4	Gestaltungsmittel Oberfläche	307
12.5	Der Designprozess	308
12.5.1	Designorientierte Aktivitäten im Produktentwicklungsprozess	309
12.5.2	Bewertung von Designkonzepten und Designentwürfen	314
12.6	Medien, Werkzeuge und Modellierungstechniken	315
12.6.1	Skizzen und Renderings	316
12.6.2	Konzeptmodelle	319
12.6.3	Freiformflächenmodellierung im CAD	321
12.6.4	Digitale Visualisierung	323
12.6.5	Designmodelle	325
12.7	Beispiel einer Designentwicklung	328
12.7.1	Klärung der Aufgabe	328
12.7.2	Entwicklung des Funktionskonzepts	331
12.7.3	Entwicklung des Formkonzepts	334

12.7.4	Ausarbeitung des Entwurfs und des CAD-Modells	337	12.9.1	Design of technical products ...	341
12.8	Checkliste für den Designprozess	339	12.9.2	Criteria for good industrial design	341
12.9	Technical English	341	12.9.3	Media and modelling techniques in product design ..	342

13 QUALITÄTS- UND KUNDENORIENTIERTE PRODUKTENTWICKLUNG **343**

13.1	Grundlagen des Qualitätsmanagements	344	13.3.3	Methoden des Qualitätsmanagements	358
13.1.1	Qualität – was ist das?	344	13.4	Statistische Auswertung	366
13.1.2	Qualitätsarten	344	13.4.1	Normalverteilung	366
13.1.3	Qualitätsanforderungen	345	13.4.2	Prozesskennwerte aus Stichprobenprüfungen	368
13.1.4	Qualitätsmerkmale	345	13.4.3	Six Sigma	371
13.1.5	Qualität und deren Einflussfaktoren	346	13.4.4	Statistische Prozessregelung (SPC)	372
13.2	Funktionen des Qualitätsmanagements	347	13.5	Normen zum Qualitätsmanagement	374
13.2.1	Qualitätspolitik	347	13.5.1	Normenreihe DIN EN ISO 9000 ..	374
13.2.2	Qualitätsziele	349	13.5.2	Auditierung und Zertifizierung ..	377
13.2.3	Qualitätsbezogene Kosten	349	13.6	Integriertes Qualitätsmanagementsystem ..	379
13.3	Techniken des Qualitätsmanagements	350			
13.3.1	Elementare QM-Werkzeuge	350			
13.3.2	Neue QM-Werkzeuge	355			

14 SACHWORTVERZEICHNIS **381**