

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Vorrichtungen – Allgemein</b> . . . . .	1	<b>6 Vorrichtung – Werkzeug</b> . . . . .	27
1.1 Einleitung . . . . .	1	6.1 Werkzeugeinstellelemente an Vorrichtungen . . .	27
1.2 Der Begriff „Vorrichtung“ . . . . .	1	6.1.1 Vorteile durch die Werkzeugeinstellelemente an Vorrichtungen . . . . .	27
1.3 Vorteile durch den Einsatz von Vorrichtungen in der Fertigung . . . . .	2	6.1.2 Der Werkzeugeinstellvorgang . . . . .	27
1.4 Arten der Vorrichtungen – Einteilung . . . . .	3	6.1.3 Arten der Werkzeugeinstellelemente . . . . .	29
1.5 Vorrichtungsbenennung und Abkürzungen nach DIN-Norm 6300 . . . . .	5	6.1.4 Ermittlung des Höhenmaßes des Werkzeugeinstellblocks als Funktion der Werkstückshöhe . . .	30
1.6 Vorrichtungsklassifizierung . . . . .	5	6.1.5 Voreinstellen von Werkzeugen außerhalb der Werkzeugmaschine . . . . .	30
<b>2 Kosten der Vorrichtung</b> . . . . .	9	6.1.5.1 Voraussetzungen für die Werkzeugvoreinstellung . . . . .	30
2.1 Anteil der Vorrichtungskosten im Rahmen der Gesamtkosten für die Vorbereitung einer Fertigung . . . . .	9	6.1.5.2 Werkzeugeinstellehren . . . . .	30
2.2 Wirtschaftlichkeitsrechnung . . . . .	9	6.1.5.3 Werkzeugeinstellvorrichtungen . . . . .	30
2.2.1 Verschiedene Fälle der Wirtschaftlichkeitsrechnung . . . . .	9	6.1.5.4 Werkzeugeinstellvorrichtungen mit Anschlägen . . . . .	30
2.2.2 Verschiedene Arten der Wirtschaftlichkeitsrechnung . . . . .	9	6.1.5.5 Werkzeugeinstellvorrichtungen mit Anlage- oder Sichtschablone . . . . .	30
2.2.3 Ermittlung der Grenzstückzahl der Werkstücke . . . . .	9	6.1.5.6 Werkzeugeinstellvorrichtungen mit Meßuhren . . . . .	30
2.2.4 Graphische Darstellung der rechnerischen Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsrechnung . . . . .	10	6.1.5.7 Werkzeugeinstellgeräte . . . . .	31
2.2.5 Der „Vorrichtungsanteilfaktor“ . . . . .	12	<b>7 Vorrichtung – Bedienperson</b> . . . . .	32
2.2.6 Einflußfaktoren auf die Fertigungs- und Vorrichtungskosten . . . . .	12	7.1 Ergonomie im Vorrichtungsbau . . . . .	32
<b>3 Terminplanung, Bestellung und Verfolgen der Vorrichtungsaufträge</b> . . . . .	14	7.2 Unfallverhütung bei der Gestaltung und beim Einsatz von Vorrichtungen . . . . .	32
<b>4 Vorrichtung im Wirksystem: Werkstück – Werkzeug – Werkzeugmaschine</b> . . . . .	16	7.2.1 Unfallverhütung hinsichtlich der Bedienung der Vorrichtung . . . . .	32
4.1 Grundbegriffe des Vorrichtungsbaues und Einsatz der Vorrichtungen in der Fertigung . . . . .	16	7.2.2 Unfallverhütung hinsichtlich der Handhabung der Vorrichtung . . . . .	34
4.2 Vorrichtung – Werkstück . . . . .	17	7.2.3 Unfallverhütung hinsichtlich der Ausführung der Vorrichtung . . . . .	34
4.2.1 Vorrichtungsgerechte Gestaltung des Werkstücks . . . . .	17	7.2.4 Unfallverhütung bei kraftbetätigten Vorrichtungen . . . . .	34
4.2.2 Überprüfung der Werkstückzeichnung auf vorrichtungsgerechte Gestaltung des Werkstücks . . . . .	18	<b>8 Bauelemente einer Vorrichtung</b> . . . . .	35
<b>5 Vorrichtung – Werkzeugmaschine</b> . . . . .	18	<b>9 Bildzeichen für Positionier- und Spannprinzipien</b> . . .	36
5.1 Bewegen der Vorrichtung auf dem Werkzeugmaschinentisch . . . . .	18	9.1 Aufbau des Bildzeichensystems . . . . .	36
5.2 Positionieren der Vorrichtung auf dem Werkzeugmaschinentisch . . . . .	20	9.2 Anwendung der Bildzeichen . . . . .	36
5.2.1 Positionier-Anschlagplatte . . . . .	20	9.3 Vorteile durch Anwendung der Bildzeichen . . .	37
5.2.2 Positionierelemente in Verbindung mit der T-Nut des Werkzeugmaschinentisches . . . . .	21	<b>10 Bewegen, Eingeben und Herausnehmen des Werkstücks</b> . . . . .	39
5.2.3 Ermittlung der Positioniergenauigkeit der Vorrichtung auf dem Werkzeugmaschinentisch bei Anwendung der Nutzensteine mit einem Positionierzapfen . . . . .	25	10.1 Bewegen des Werkstücks . . . . .	39
5.3 Spannen der Vorrichtung auf dem Werkzeugmaschinentisch . . . . .	25	10.2 Eingeben des Werkstücks in die Vorrichtung . .	38
5.4 Richtlinien für die Gestaltung der Positionierung und der Spannung der Vorrichtung auf dem Werkzeugmaschinentisch . . . . .	26	10.3 Maßnahmen gegen falsches Eingeben des Werkstücks in die Vorrichtung . . . . .	40
		10.4 Herausnehmen des Werkstücks aus der Vorrichtung . . . . .	41
		10.5 Richtlinien für die Gestaltung der Werkstückhandhabung . . . . .	42
		<b>11 Positionieren des Werkstücks in der Vorrichtung – Allgemein</b> . . . . .	43
		11.1 Bezugspunkt, Bezugslinie... = Basis . . . . .	43
		11.1.1 Arten der Basen . . . . .	43
		11.1.2 Kennzeichnung der Basen in der Werkstückzeichnung . . . . .	46

11.2	Positionierflächen am Werkstück . . . . .	46	13.5.4	Positionieren anderer Werkstücke mit Hilfe von Prismen . . . . .	69
11.2.1	Kontur des Werkstücks als Positionierelement . . . . .	47	13.5.5	Positionierfehler beim Positionieren von rotationskörperartigen Werkstücken mit Hilfe von Prismen . . . . .	69
11.2.2	Bohrung am Werkstück als Positionierelement . . . . .	47	13.5.6	Richtlinien für den Einsatz und die Ausführung von Prismen als Positionierelemente . . . . .	70
11.2.3	Andere Positionierelemente am Werkstück . . . . .	47	13.6	Positionieren des Werkstücks mit Hilfe von Kegelmantelflächen am Werkstück und/oder an Vorrichtung-Positionierelementen . . . . .	71
11.3	Grundlagen des Positionierens des Werkstücks in der Vorrichtung . . . . .	47	13.6.1	Positionierfehler bei Anwendung kegeliger Positionierelemente an Vorrichtung und Werkstück . . . . .	73
11.3.1	Halbpositionieren, Positionieren, Vollpositionieren des Werkstücks in der Vorrichtung . . . . .	47	13.7	Positionieren des Werkstücks mit Hilfe von Kugelflächen am Werkstück . . . . .	73
11.3.2	Überpositionieren des Werkstücks in der Vorrichtung . . . . .	48	13.8	Positionieren des Werkstücks mit Hilfe eines am Werkstück vorhandenen Gewindes . . . . .	74
11.3.3	Einfluß der Werkstücktoleranz auf die Positioniergenauigkeit des Werkstücks in der waagerechten Ebene . . . . .	49	13.9	Aufnahmebolzen als Positionierelemente . . . . .	75
11.3.4	Einfluß der Temperatur auf die Positioniergenauigkeit des Werkstücks . . . . .	49	13.9.1	Positionieren des Werkstücks mit Hilfe von Positionierbolzen – Allgemein . . . . .	75
11.3.5	Positionieren von rotationskörperartigen Werkstücken in der Vorrichtung . . . . .	51	13.9.2	Arten der Aufnahmebolzen (Positionierbolzen) . . . . .	75
11.3.6	Positionieren des Werkstücks nach der Mittelachse – Zentrieren . . . . .	52	13.9.3	Ausführungen der Aufnahmebolzen . . . . .	75
11.3.7	Positionieren des Werkstücks mit Hilfe einer vorhandenen Bohrung am Werkstück . . . . .	54	13.9.4	Ermittlung des Durchmessers und der Durchmessertoleranz des Aufnahmebolzens . . . . .	77
11.3.8	Richtlinien für das Positionieren des Werkstücks in der Vorrichtung . . . . .	54	13.9.5	Berechnung der maximalen Höhe des Positionierbolzens gegen Verklemmung des Werkstücks . . . . .	78
12	Werkstück-Positionierelemente an Vorrichtungen – Allgemein . . . . .	57	13.9.6	Richtlinien für die Ausführung und den Einsatz der Aufnahmebolzen als Positionierelemente . . . . .	78
12.1	Forderungen an die Werkstück-Positionierelemente der Vorrichtung . . . . .	57	13.10	Abgeflachte Aufnahmebolzen als Positionierelemente . . . . .	80
12.2	Verschleiß der Positionierelemente an den Berührungsf lächen mit dem Werkstück . . . . .	57	13.10.1	Berechnungen bei Anwendung der abgeflachten Aufnahmebolzen als Positionierelemente . . . . .	80
13	Arten der Werkstück-Positionierelemente an Vorrichtungen . . . . .	58	13.10.2	Wahl der Lage des abgeflachten Aufnahmebolzens als Funktion der Werkstückbe- messung . . . . .	82
13.1	Positionierelemente zum Positionieren des Werkstücks nach Anriß . . . . .	58	13.10.3	Richtlinien für die Ausführung und den Einsatz der abgeflachten Aufnahmebolzen . . . . .	84
13.2	Positionierelemente zum Positionieren des Werkstücks nach seinen Konturen . . . . .	59	13.11	Positionierelemente für das mehrmalige Positionieren des Werkstücks . . . . .	84
13.3	Positionieren des Werkstücks mit Hilfe von Werkstückpositionierlehren . . . . .	61	13.11.1	Längs- und Kreisteilen – Allgemein . . . . .	85
13.4	Positionier-An- und Auflageelemente . . . . .	61	13.11.2	Feststellelemente für Längs- und Kreisteilungen . . . . .	86
13.4.1	Feste Positionier-An- und Auflageelemente . . . . .	61	13.11.2.1	Feststellelemente mit zylindrischen Rastflächen . . . . .	86
13.4.2	Einstellbare Positionier-An- und Auflageelemente . . . . .	64	13.11.2.2	Feststellelemente mit kegeligen Rastflächen . . . . .	88
13.4.3	Einstellbare und verstellbare Positionier-An- und Auflageelemente . . . . .	64	13.11.2.3	Kombinierte Feststellelemente mit zylindrischen und kegeligen Rastflächen . . . . .	89
13.4.4	Bewegliche Positionier-An- und Auflageelemente . . . . .	65	13.11.2.4	Feststellelemente mit Keilflächen . . . . .	89
13.4.5	Spannmarkenbildung am Werkstück durch Positionier-An- und Auflageelemente . . . . .	65	13.11.2.5	Vorrastelemente . . . . .	89
13.4.6	Richtlinien für die Gestaltung der Positionier-An- und Auflageelemente . . . . .	65	13.11.3	Teilungsfehler beim Längs- und Kreisteilen . . . . .	90
13.5	Prismen als Positionierelemente . . . . .	66	13.11.4	Richtlinien für den Einsatz von Feststellelementen . . . . .	92
13.5.1	Arten, Ausführungen und Konstruktionsmaße der Prismen . . . . .	66	13.12	Richtlinien für die Gestaltung der Werkstück-Positionierelemente der Vorrichtung – Allgemein . . . . .	93
13.5.2	Größe des Prismenwinkels – Einfluß auf die Positioniergenauigkeit . . . . .	67			
13.5.3	Positionieren von rotationskörperartigen Werkstücken mit Hilfe von Prismen . . . . .	69			

<b>14 Stützen des Werkstücks in der Vorrichtung</b> . . . . .	94	16.4.1 Beispiele der Ausführung handelsüblicher Spanneisen	131
14.1 Stützflächen am Werkstück	94	16.4.2 Beispiele selbstgefertigter Spanneisen	134
14.2 Stützelemente an Vorrichtungen – Allgemein	94	16.4.3 Richtlinien für die Wahl der Art und den Einsatz der Spanneisen im Vorrichtungsbau	134
14.2.1 Arten der Stützelemente	94	<b>16.5 Spannhaken als Spannelemente</b>	135
14.2.2 Richtlinien für die Konstruktion und den Einsatz der Stützelemente	98	16.5.1 Richtlinien für die Anwendung und Ausbildung des Spannhaken	135
<b>15 Spannen des Werkstücks in der Vorrichtung</b> . . . . .	98	<b>16.6 Keil als Spannelement im Vorrichtungsbau</b>	137
15.1 Grundsätze des Spannens von Werkstücken	98	16.6.1 Ermittlung der Spannkraft $F_s$ bei Anwendung der Keile als Spannelemente bzw. als Übertragelemente im Vorrichtungsbau	138
15.2 Arten des Spannens	99	<b>16.7 Schrauben und Muttern als Spannelemente im Vorrichtungsbau</b>	140
15.2.1 Unmittelbares und mittelbares Spannen	99	16.7.1 Festigkeit von Spannschrauben	140
15.2.2 Starres und elastisches Spannen	99	16.7.2 Ermittlung der Spannkraft $F_s$ der Mutter und Schraube als Spannelemente	140
15.3 Spannkraftrichtung und Anzahl der in der Vorrichtung gespannten Werkstücke	100	16.7.3 Richtlinien für den Einsatz von Schrauben und Muttern als Spannelemente im Vorrichtungsbau	141
15.4 Werkstückgewicht und Zerspankräfte	101	<b>16.8 Spannexzenter und Spannschrauben als Spannelemente im Vorrichtungsbau</b>	143
15.5 Spannkraften – Eingeleitete Spannkraft $F_{se}$ und Spannkraft $F_s$ am Werkstück	103	16.8.1 Der Kreisexzenter	143
15.5.1 Wirkrichtung der Spannkraft $F_s$	110	16.8.2 Selbsthemmung des Kreisexzenter	145
15.5.2 Reaktionskräfte $F_r$	110	16.8.3 Ermittlung der Spannkraft $F_s$ des Spannexzenter	145
15.6 Faktoren zur Berechnung der Größe der Spannkraft $F_s$	110	16.8.4 Ermittlung des Zapfendurchmessers	146
15.6.1 Kurzzeichen und Bildzeichen für Spann- und Zerspankräfte	111	16.8.5 Ermittlung der Breite des Kreisexzenter	146
15.6.2 Spannkraft-Korrekturfaktoren	111	16.8.6 Richtlinien für die Gestaltung der Kreisexzenter	146
15.7 Berechnungsfälle der Spannkraft $F_s$	112	16.8.7 Arten und Konstruktionsbeispiele der Kreisexzenter	147
15.8 Auswirkung der Spannkraft auf Vorrichtung und Werkstück	115	<b>16.9 Elemente für das Bedienen, Bewegen der Vorrichtung und für das starre Spannen des Werkstücks</b>	147
15.8.1 Deformation der Vorrichtung beim Spannen des Werkstücks	115	16.9.1 Elemente für die Bedienung und Bewegung der Vorrichtung	150
15.8.2 Deformation des Werkstücks beim Spannen	116	16.9.1.1 DIN- und werksgenormte Bedien- und Bewegelemente	150
15.9 Mehrstückspannen	117	16.9.1.2 Werksgenormte und selbstgefertigte Griffe	152
15.9.1 Vorteile des Mehrstückspannens	117	16.9.2 DIN- und werksgenormte Handspannelemente	152
15.9.2 Nachteile des Mehrstückspannens	117	16.9.3 Richtlinien für die Gestaltung und den Einsatz der Bedien- und Handspannelemente	152
15.9.3 Beispiele von Mehrstück-Spannmöglichkeiten und -vorrichtungen	119	<b>16.10 Schnellspannelemente</b>	158
15.9.4 Richtlinien für die Anwendung des Mehrstückspannens und den Einsatz von Mehrstück-Spannvorrichtungen	122	16.10.1 Schnellspannmutter und Schnellspanngewindestifte	158
15.10 Mittiges Spannen des Werkstücks	123	16.10.2 Vorsteckscheibe oder Vorsteckleiste als Schnellspannelemente	159
15.11 Ausgleichspannen	123	16.11 Handelsübliche Kniehebelschnellspanner	159
15.12 Positionieren und Spannen des Werkstücks durch Eingießen mit Hilfe einer Legierung	124	16.12 Handelsübliche Exzenter-, Zahnstangen- und Schubstangen-Schnellspanner	162
<b>16 Spannelemente der Vorrichtung – Allgemein</b> . . . . .	125	<b>17 Füße an Vorrichtungen</b> . . . . .	165
16.1 Anzahl und Lage der Spannelemente	125	17.1 Arten der Vorrichtungsfüße	165
16.1.1 Richtlinien für die Wahl der Anzahl und Lage der Spannelemente in der Vorrichtung	125	17.2 Ausführung, Einbau, Lage und Anzahl der Füße	166
16.2 Spannkraft-Übertrag- und Verteilelemente	126	17.3 Richtlinien für die Gestaltung und den Einsatz der Vorrichtungsfüße	166
16.3 Bedienzeiten der Spannelemente und Kraftaufwand	129		
16.3.1 Spannzeiten als Funktion der Spannelementart und der Spannkrafterzeugung	130		
16.4 Spanneisen als Spannelemente an Vorrichtungen	131		

<b>18</b>	<b>Verschlüsselemente an Vorrichtungen</b> . . . . .	167	<b>22.2</b>	<b>Vorteile durch Anwendung DIN- und werksnormter Vorrichtungsbaulemente</b> . . . . .	185
18.1	Richtlinien für die Gestaltung und den Einsatz der Verschlüsselemente . . . . .	168	<b>22.3</b>	<b>Beispiele von Vorrichtungen aus DIN- und werksnormten Vorrichtungsbaulementen</b> . . . . .	185
<b>19</b>	<b>Vorrichtungskörper – Allgemein</b> . . . . .	172	<b>23</b>	<b>Handelsübliche Standardvorrichtungen</b> . . . . .	188
19.1	Arten der Vorrichtungskörper . . . . .	172	23.1	Universal-Bohrvorrichtungen mit Bohrklappe nach DIN 6347 (Kasten-Bohrvorrichtungen) . . . . .	188
19.1.1	Vorrichtungskörper aus dem „Vollen“ . . . . .	172	23.2	Universalvorrichtungen zum Bohren von wellenartigen Werkstücken . . . . .	189
19.1.2	Verschraubte Vorrichtungskörper . . . . .	173	23.3	Universalvorrichtungen zum Bohren von scheibenartigen Werkstücken . . . . .	189
19.1.2.1	Ausführungsformen der verschraubten Vorrichtungskörper . . . . .	173	23.4	Universal-Schnellspann-Säulengestelle . . . . .	190
19.1.2.2	Vorteile verschraubter Vorrichtungskörper . . . . .	173	23.4.1	Einsatz der Universal-Schnellspann-Säulengestelle . . . . .	192
19.1.2.3	Nachteile verschraubter Vorrichtungskörper . . . . .	173	23.4.2	Positionieren und Spannen des Werkstücks in Universal-Schnellspann-Säulengestellen . . . . .	192
19.1.2.4	Richtlinien für die Gestaltung verschraubter Vorrichtungskörper . . . . .	173	23.4.3	Festlegung der Art und Lage der Positionier- und Spannelemente in Schnellspann-Säulengestellen . . . . .	194
19.1.3	Geschweißte Vorrichtungskörper . . . . .	174	23.4.4	Richtlinien für den Einsatz der Universal-Schnellspann-Säulengestelle . . . . .	195
19.1.3.1	Vorteile der geschweißten Vorrichtungskörper . . . . .	174	23.5	Wendespanner . . . . .	197
19.1.3.2	Nachteile der geschweißten Vorrichtungskörper . . . . .	174	23.6	Rundtische und Rundtaktische . . . . .	197
19.1.3.3	Richtlinien für die Gestaltung der geschweißten Vorrichtungskörper . . . . .	174	<b>24</b>	<b>Späne- und Kühlmittelbeseitigung aus der Vorrichtung sowie Späneschutz der Bauelemente</b> . . . . .	200
19.1.4	Gegossene Vorrichtungskörper . . . . .	174	24.1	Richtlinien für die Gestaltung der Beseitigung der Späne sowie Kühl- und Schmierflüssigkeit aus der Vorrichtung . . . . .	200
19.1.4.1	Vorteile der gegossenen Vorrichtungskörper . . . . .	175	24.2	Späneschutz der Vorrichtungsbaulemente . . . . .	201
19.1.4.2	Nachteile der gegossenen Vorrichtungskörper . . . . .	175	<b>25</b>	<b>Erzeugung der Spannkraft</b> . . . . .	203
19.1.4.3	Ausführungen der gegossenen Vorrichtungskörper . . . . .	175	25.1	Spannen mit Muskelkraft . . . . .	203
19.1.4.4	Richtlinien für die Gestaltung der gegossenen Vorrichtungskörper . . . . .	175	25.1.1	Begrenzung der Muskelspannkraft . . . . .	203
19.1.5	Kombinierte Vorrichtungskörper bzw. Vorrichtungen . . . . .	176	25.2	Spannen mit Federkraft . . . . .	203
19.2	Beispiele verschiedener Ausführungen des Vorrichtungskörpers . . . . .	176	25.3	Kraftbetätigtes Spannen – Allgemein . . . . .	204
19.3	Richtlinien für die Wahl der Vorrichtungskörperart . . . . .	177	25.3.1	Vorteile durch den Einsatz von kraftbetätigten Spannvorrichtungen . . . . .	204
19.4	Richtlinien für die Ausbildung der Vorrichtungskörper – Alle Vorrichtungskörperarten . . . . .	177	25.3.2	Wahl der Art der Spannkrafterzeugung beim kraftbetätigten Spannen . . . . .	205
<b>20</b>	<b>Schrauben und Muttern als Befestigungselemente im Vorrichtungsbau</b> . . . . .	181	25.4	Elektromechanisches Spannen . . . . .	205
20.1	Schrauben zum Verschrauben von Vorrichtungsbaulementen . . . . .	181	25.5	Spannen mit Magnetkraft . . . . .	206
20.2	Schrauben und Muttern zum Befestigen der Vorrichtung auf dem Werkzeugmaschinentisch . . . . .	182	25.5.1	Magnetspannen allgemein . . . . .	206
<b>21</b>	<b>Transportelemente an Vorrichtungen</b> . . . . .	182	25.5.2	Arten des Magnetspannens . . . . .	206
21.1	Allgemein . . . . .	182	25.5.2.1	Permanentmagnetspanner . . . . .	206
21.2	Richtlinien für die Gestaltung der Transportelemente . . . . .	184	25.5.2.2	Elektromagnetspanner . . . . .	207
<b>22</b>	<b>Normung im Vorrichtungsbau</b> . . . . .	185	25.5.2.3	Elektropermanentmagnetspanner . . . . .	207
22.1	DIN- und Werksnorm-Vorrichtungsbaulemente . . . . .	185	25.5.2.4	Dauermagnetische Spannblöcke . . . . .	207
			25.5.2.5	Lamellenblöcke und Lamellenplatten . . . . .	207
			25.5.3	Spannbeispiele mit Hilfe von Magnetspannern . . . . .	207
			25.5.4	Richtlinien für das Spannen der Werkstücke mit Hilfe der Magnetspanner . . . . .	207
			25.6	Spannen mit Fliehkraft . . . . .	209
			25.7	Spannen mit Vakuum . . . . .	210

25.8	Pneumatik und Hydraulik im Vorrichtungsbau . . . . .	211	28.2	Kniehebelspanner an pneumatisch oder hydraulisch betätigten Vorrichtungen . . . . .	241
25.8.1	Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile der Anwendung der Pneumatik und Ölhydraulik im Vorrichtungsbau . . . . .	211	28.2.1	Berechnung der Spannkraft $F_s$ der Kniehebelspanner . . . . .	241
<b>26</b>	<b>Pneumatik im Vorrichtungsbau . . . . .</b>	<b>212</b>	28.3	Programmierbare elektronische Steuerungen für Pneumatik- und Hydraulikanwender . . . . .	241
26.1	Vorteile der Pneumatik . . . . .	212	28.4	Richtlinien für die Lösung pneumatischer und hydraulischer Spannprobleme im Vorrichtungsbau . . . . .	243
26.2	Nachteile der Pneumatik . . . . .	212	<b>29</b>	<b>Vorrichtungen mit plastischer Masse als Druckübertragungsmittel . . . . .</b>	<b>244</b>
26.3	Abgrenzung der Anwendung der Pneumatik im Vorrichtungsbau . . . . .	212	29.1	Arten der Vorrichtungen . . . . .	244
26.4	Pneumatikzylinder und pneumatische Spannelemente . . . . .	213	29.2	Plastische Masse als Druckübertragungsmittel im Vorrichtungsbau . . . . .	244
26.5	Grundarten pneumatischer Steuerungen . . . . .	215	29.2.1	Vorteile der plastischen Masse als Druckübertragungsmittel für Vorrichtungen . . . . .	244
26.5.1	Steuerungsbeispiele . . . . .	215	29.2.2	Nachteile der plastischen Masse als Druckübertragungsmittel . . . . .	245
26.5.2	Pneumatische Zweihand-Sicherheitssteuerungen . . . . .	216	29.3	Spanndorne und Spannfutter mit plastischer Masse als Druckübertragungsmittel . . . . .	245
26.5.3	Sicherheitsschaltung und Endlagenmeldung . . . . .	217	29.3.1	Arten der Dehnhülsen der Spanndorne und -futter . . . . .	245
26.6	Beispiele pneumatisch betätigter Vorrichtungen . . . . .	217	29.3.2	Berechnung der Dehnhülse . . . . .	245
26.7	Richtlinien zur Lösung pneumatischer Steuerungsaufgaben im Vorrichtungsbau . . . . .	217	29.4	Vorrichtungen mit Spannkolben als Spannelement . . . . .	249
<b>27</b>	<b>Ölhydraulik im Vorrichtungsbau . . . . .</b>	<b>221</b>	29.4.1	Arten der Druck- und Spannkolben und ihre Ausführungen . . . . .	249
27.1	Vorteile der Ölhydraulik . . . . .	221	29.4.2	Spannkolben-Rückholeinrichtungen . . . . .	249
27.2	Nachteile der Ölhydraulik . . . . .	221	29.4.3	Berechnung der Bauelemente . . . . .	250
27.3	Hydraulikzylinder als Spannelemente . . . . .	221	29.4.4	Werkstoffauswahl für die Bauelemente . . . . .	250
27.3.1	Forderungen an die Hydraulik-Spannzylinder . . . . .	221	29.4.5	Ermittlung der Spannkraft $F_s$ . . . . .	250
27.3.2	Arten der Hydraulikzylinder . . . . .	221	29.5	Richtlinien für die Gestaltung der Vorrichtungen mit plastischer Masse als Druckübertragungsmittel sowie für den Füllvorgang . . . . .	250
27.4	Hydraulische Druckerzeuger . . . . .	230	29.5.1	Richtlinien – Allgemein (alle Arten betreffend) . . . . .	251
27.4.1	Elektrisch betriebene Hydraulikaggregate . . . . .	230	29.5.2	Richtlinien für Vorrichtungen mit Dehnhülse als Spannelement (Spanndorne und Spannfutter) . . . . .	252
27.4.2	Mit Muskelkraft betätigte Hydraulikpumpen . . . . .	230	29.5.3	Richtlinien für Vorrichtungen mit Spannkolben als Spannelemente . . . . .	252
27.4.2.1	Vorteile der mit Muskelkraft betätigten Hydraulikpumpen . . . . .	230	<b>30</b>	<b>Bohrvorrichtungen . . . . .</b>	<b>253</b>
27.4.3	Hydraulische Schraubpumpen . . . . .	230	30.1	Arten der Bohrrichtungen . . . . .	253
27.4.4	Hydraulik-Schraubspindeln . . . . .	232	30.2	Bohrschablonen . . . . .	253
27.4.5	Hand- und/oder Fußhebel-Kolbenpumpen . . . . .	232	30.2.1	Richtlinien für die Gestaltung von Bohrschablonen . . . . .	254
27.5	Hydraulische Vorrichtungen ohne Krafterzeuger . . . . .	232	30.3	Kleinere Bohrvorrichtungen aus dem Vollen . . . . .	255
27.6	Richtlinien für die Planung der hydraulischen Steuerung einer Vorrichtung . . . . .	233	30.3.1	Flache Bohrvorrichtungen für liegende Werkstücke . . . . .	255
27.7	Grundsaltungen hydraulischer Vorrichtungen . . . . .	236	30.3.2	Bohrvorrichtungen in C-Form . . . . .	256
27.8	Beispiele hydraulisch betätigter Vorrichtungen . . . . .	237	30.4	Kasten-Bohrvorrichtungen . . . . .	258
<b>28</b>	<b>Pneumo-Hydraulik im Vorrichtungsbau . . . . .</b>	<b>238</b>	30.5	Andere Sonder-Bohrvorrichtungen . . . . .	261
28.1	Arten der pneumatisch-hydraulischen Systeme . . . . .	238	30.6	DIN- und werksgenormte handelsübliche Bohrvorrichtungen . . . . .	261
28.1.1	Pneumatisch-hydraulische Druckmittelwandler . . . . .	238	30.6.1	Universal-Kasten-Bohrvorrichtungen . . . . .	261
28.1.2	Pneumatisch-hydraulische Druckübersetzer . . . . .	238	30.6.2	Klappen-Bohrvorrichtungen nach DIN 6347 . . . . .	261
28.1.3	Druckluftbetriebene Hochdruck-Hydraulikpumpen . . . . .	239			

30.7	Verschiedene Lagen der Bohrvorrichtung . . .	262	36	Spanndorne und Spannfutter . . . . .	290
30.8	Richtlinien für die Wahl der Art und Gestaltung von Bohrvorrichtungen . . . . .	264	36.1	Spanndorne – Allgemein . . . . .	291
30.9	Bohrbuchsen . . . . .	265	36.1.1	Spanndorne mit starren Aufnahmeelementen . . . . .	291
30.9.1	Aufgaben der Bohrbuchsen . . . . .	265	36.1.1.1	Positionierfehler bei Anwendung der Spanndorne mit starren Aufnahmeelementen . . . . .	293
30.9.2	Arten und Einsatz der Bohrbuchsen . . . . .	265	36.1.1.2	Richtlinien für den Einsatz der Spanndorne mit starren Aufnahmeelementen . . . . .	293
30.9.3	Bohrbuchsen zum Positionieren und/oder Spannen des Werkstücks . . . . .	267	36.1.2	Spanndorne mit dehnenden Aufnahmeelementen . . . . .	295
30.9.4	Mitlaufende Führungsbohrbuchsen . . . . .	268	36.1.2.1	Spanndorne mit Stieber-Rollkupplung . . . . .	295
30.10	Bohrbuchsenträger . . . . .	270	36.1.2.2	Spanndorne mit Spannhülsen – Bauart Spieth . . . . .	295
30.11	Toleranzen der Innen- und Außendurchmesser von Bohrbuchsen sowie der Bohrungen für Bohrbuchsen im Bohrbuchsenträger . . . . .	273	36.1.2.3	Spanndorne mit Spannringen – Bauart Ringfeder . . . . .	295
30.11.1	Passungen bei Anwendung von Bohrbuchsen . . . . .	274	36.1.2.4	Hydraulische Spanndorne . . . . .	296
30.12	Abstand der Bohrbuchsenstirn zum Werkstück . . . . .	274	36.1.3	Spanndorne mit federnden Aufnahmeelementen . . . . .	296
30.13	Bohrungsgenauigkeit bei Verwendung von Bohrbuchsen . . . . .	277	36.1.3.1	Spreizhülsendorne . . . . .	297
30.14	Toleranz des Bohrungsabstandes der Bohrungen für Bohrbuchsen im Bohrbuchsenträger . . . . .	278	36.1.3.2	Spreizschaftdorne . . . . .	297
30.14.1	Allgemein . . . . .	278	36.1.3.3	Spanndorne mit Ringspannscheiben – Bauart Maurer . . . . .	297
30.14.2	Ermittlung der Toleranz des Abstands der Bohrungen für Bohrbuchsen im Bohrbuchsenträger . . . . .	278	36.1.3.4	Spanndorne mit Spannbuchsen – Bauart Stieber . . . . .	298
30.15	Richtlinien für die Wahl der Art, die Ausführung und den Einsatz von Bohrbuchsen . . . . .	280	36.1.3.5	Spanndorne mit Flachdornspannkörper – Bauart Maurer . . . . .	298
31	Fräsvorrichtungen . . . . .	282	36.1.4	Spanndorne mit gleitenden Aufnahmeelementen . . . . .	299
31.1	Arten der Fräsvorrichtungen und Beispiele . . . . .	282	36.1.5	Andere Spanndorne . . . . .	300
31.2	Richtlinien für die Gestaltung von Fräsvorrichtungen . . . . .	285	36.1.6	Richtlinien für den Einsatz von Spanndornen . . . . .	300
32	Hobelvorrichtungen . . . . .	286	36.2	Spannfutter – Allgemein . . . . .	301
32.1	Hobelvorrichtungen – Allgemein . . . . .	286	36.2.1	Spannfutter mit starren Aufnahmeelementen . . . . .	301
32.2	Richtlinien für die Gestaltung der Hobelvorrichtungen . . . . .	286	36.2.1.1	Spannfutter mit Gewindehülse . . . . .	301
33	Stoßvorrichtungen . . . . .	286	36.2.1.2	Spannfutter mit Spanneisen als Spannelemente . . . . .	301
33.1	Stoßvorrichtungen – Allgemein . . . . .	286	36.2.2	Spannfutter mit schrumpfenden Aufnahmeelementen . . . . .	301
33.2	Richtlinien für die Gestaltung der Stoßvorrichtungen . . . . .	286	36.2.2.1	Spannfutter mit geschlitzter Klemmhülse . . . . .	302
34	Räumvorrichtungen . . . . .	287	36.2.2.2	Spannfutter mit Stieber-Rollkupplung . . . . .	302
34.1	Arten der Räumvorrichtungen . . . . .	287	36.2.2.3	Spannfutter mit Spannhülse – Bauart Spieth . . . . .	302
34.2	Richtlinien für die Gestaltung der Räumvorrichtungen . . . . .	288	36.2.2.4	Spannfutter mit Spannring – Bauart Ringfeder . . . . .	302
35	Drehvorrichtungen . . . . .	288	36.2.2.5	Hydraulische Spannfutter . . . . .	302
35.1	Arten der Drehvorrichtungen . . . . .	288	36.2.3	Spannfutter mit federnden Aufnahmeelementen . . . . .	302
35.2	Richtlinien für die Gestaltung der Drehvorrichtungen . . . . .	290	36.2.3.1	Spannfutter mit Schlitz und Spannschraube . . . . .	303
			36.2.3.2	Spannfutter mit Spannzange . . . . .	303
			36.2.3.3	Spannfutter mit Spannscheiben – System Maurer . . . . .	303
			36.2.3.4	Flachspannfutter – System Maurer . . . . .	304
			36.2.3.5	Korbfutter – System Maurer . . . . .	304
			36.2.3.6	Diaphragma-Spannfutter – System Tobler . . . . .	305
			36.2.4	Spannfutter mit gleitenden Aufnahmeelementen . . . . .	305
			36.2.5	Richtlinien für den Einsatz von Spannfuttern . . . . .	306

<b>37 Drehfutter für besondere Aufgaben</b> . . . . .	306	<b>41 Vorrichtungen für NC- und CNC-gesteuerte Werkzeugmaschinen</b> . . . . .	332
37.1 Drehfutter mit Koordinatenscheibe und -winkel . . . . .	306	41.1 Besonderheiten der Vorrichtungen für NC- und CNC-gesteuerte Werkzeugmaschinen . .	332
37.2 Exzenter-Drehfutter und -Vorrichtungen . .	307	41.2 Forderungen an Vorrichtungen für NC- und CNC-gesteuerte Werkzeugmaschinen . . . . .	333
37.3 Spanndorne und -futter für Zahnräder . . . .	307	41.3 Paletten-Wechseinrichtungen . . . . .	335
<b>38 Kraftbetätigte Drehfutter</b> . . . . .	310	<b>42 Vorrichtungen für flexible Fertigungssysteme</b> . . . .	335
38.1 Kraftbetätigte Backen-Drehfutter – Allgemein . . . . .	310	42.1 Für flexible Fertigungssysteme geeignete Werkstücke . . . . .	335
38.2 Anzahl der Backen eines Drehfutters . . . . .	311	42.2 Forderungen an Vorrichtungen, die an flexiblen Fertigungssystemen eingesetzt werden .	336
38.3 Form der Spannbacken an Drehfuttern . . .	312	42.3 Forderungen an die mit Hilfe flexiblen Fertigungssysteme bearbeiteten Werkstücke . . . .	336
38.4 Harte Aufsatzbacken an Drehfuttern . . . . .	312	42.4 Geeignete Vorrichtungen bzw. Vorrichtungssysteme und Anpassung der Vorrichtung an die Werkstückvielfalt . . . . .	336
38.5 Weiche Aufsatzbacken an Drehfuttern . . . .	312	42.5 Auf Paletten aufgebaute Sonder-Gruppenvorrichtungen . . . . .	336
38.6 Sonderbacken für Drehfutter . . . . .	312	42.6 Baukastenvorrichtungen – Einsatz an flexiblen Fertigungssystemen . . . . .	337
38.7 Kraftbetätigte Zweibacken-Drehfutter . . . .	313	42.7 Anwendung des kraftbetätigten Spanns an flexiblen Fertigungssystemen . . . . .	337
38.8 Hydraulisch betätigte Schwenk-Drehfutter .	314	<b>43 Vorrichtungen in der automatisierten und automatischen Fertigung</b> . . . . .	338
38.9 Positionieren und Spannen des Werkstücks in Schwenkfuttern – Beispiel . . . . .	315	<b>44 Flexible, numerisch gesteuerte Vorrichtungssysteme</b> . . . . .	340
38.10 Kraftbetätigte Universal-Zwei- und Drei-Fingerfutter . . . . .	316	<b>45 Automatische Werkstückerkennung, Positionierung und Spannung in der Vorrichtung</b> . . . . .	341
38.10.1 Vorteile der kraftbetätigten Universal-Zwei- und Drei-Fingerfutter . . . . .	316	45.1 Einsatz der Industrieroboter für Werkstückhandhabung an Vorrichtungen . . . . .	342
<b>39 Gruppenvorrichtungen</b> . . . . .	317	45.1.1 Forderungen an Industrieroboter für die Verknüpfung mit Vorrichtungen . . . . .	342
39.1 Arten der Gruppenvorrichtungen . . . . .	317	<b>46 Werkstückhandhabung und Zubringeeinrichtungen</b> .	343
39.2 Richtlinien für die Konstruktion und den Einsatz der Gruppenvorrichtungen . . . . .	318	46.1 Werkstückflußanalyse . . . . .	345
<b>40 Vorrichtungs-Baukastensysteme</b> . . . . .	319	46.2 Werkstück und Werkstückverhaltenstypen . .	345
40.1 Anwendungsbereiche des Vorrichtungs-Baukastens . . . . .	319	46.3 Vorgehensweise zur Lösung von Handhabungsaufgaben . . . . .	346
40.2 Vor- und Nachteile des Einsatzes der Baukasten-Vorrichtung in der Fertigung . . . . .	322	46.4 Richtlinien zur Lösung von Handhabungsaufgaben . . . . .	346
40.3 Bauelemente der Vorrichtungs-Baukastensysteme . . . . .	324	<b>47 Bohrvorschubeinheiten, Bearbeitungsaggregate</b> . . .	347
40.4 Arten der Vorrichtungs-Baukastensysteme .	325	47.1 Vorteile der Anwendung von Bohrvorschubeinheiten . . . . .	347
40.4.1 Bohrungssysteme . . . . .	325	47.2 Arten der Bohrvorschubeinheiten . . . . .	347
40.4.2 T-Nutssysteme . . . . .	325	47.3 Anwendungsbeispiele der Bohrvorschubeinheiten . . . . .	348
40.4.3 Vor- und Nachteile der Bohrungs- und T-Nutssysteme . . . . .	325	47.4 Richtlinien für die Wahl der Art und den Einsatz der Bohrvorschubeinheiten . . . . .	349
40.5 Wirtschaftlichkeit des Einsatzes der Vorrichtungs-Baukastensysteme . . . . .	325		
40.5.1 Allgemeine Wirtschaftlichkeitsüberlegungen beim Einsatz der Vorrichtungs-Baukastensysteme . . . . .	326		
40.5.2 Montage- und Demontage-Stundensatz der Baukasten-Vorrichtungen . . . . .	326		
40.5.3 Auftrags-Wiederhol-Kostenvergleich zwischen einer Baukasten-Vorrichtung und einer Sondervorrichtung . . . . .	326		
40.5.4 Kosten einer Baukasten-Vorrichtung . .	326		
40.6 Arbeitsschritte bei der Erstellung einer Baukasten-Vorrichtung . . . . .	328		
40.7 Beispiele von Baukasten-Vorrichtungen . . .	329		
40.8 Richtlinien für den Einsatz der Baukasten-Vorrichtungen . . . . .	329		

<b>48</b>	<b>Pneumatisch-hydraulische Vorschubeinheiten</b> . . . . .	354	<b>57</b>	<b>Angaben über das in der Vorrichtung aufzunehmende Werkstück, über die Werkzeugmaschine, die Werkzeuge usw.</b> . . . . .	373
<b>49</b>	<b>Sonder-Prüflehren und Sonder-Prüfvorrichtungen</b> . . . . .	355	<b>58</b>	<b>Angaben über die in Auftrag gegebene Vorrichtung</b> . . . . .	374
49.1	Sonder-Prüflehren – Beispiele . . . . .	355	<b>59</b>	<b>Methodisches Konstruieren von Vorrichtungen</b> . . . . .	375
49.2	Sonder-Prüfvorrichtungen – Beispiele . . . . .	357	59.1	Allgemein . . . . .	375
49.3	Baukasten-Prüfvorrichtungen . . . . .	357	59.2	Aufgabenstellung und einschränkende Bedingungen an die Vorrichtungskonstruktion . . . . .	376
49.4	Richtlinien für die Gestaltung von Sonder-Prüflehren, Sonder-Prüfdornen und Sonder-Prüfvorrichtungen . . . . .	358	<b>60</b>	<b>Methodische Bewertung von Vorrichtungskonstruktionslösungen</b> . . . . .	378
<b>50</b>	<b>Druck-Prüfvorrichtungen</b> . . . . .	360	<b>61</b>	<b>Zeitaufwand für die Vorrichtungskonstruktion – Allgemein</b> . . . . .	381
<b>51</b>	<b>Montagevorrichtungen</b> . . . . .	362	<b>62</b>	<b>Vorgehensweise bei der Erstellung der Vorrichtungskonstruktionszeichnung</b> . . . . .	385
<b>52</b>	<b>Schweißvorrichtungen</b> . . . . .	363	<b>63</b>	<b>Rechnerunterstützte Vorrichtungskonstruktion</b> . . . . .	386
52.1	Schweißvorrichtungen – Allgemein . . . . .	363	<b>64</b>	<b>Fertigungsgerechte Gestaltung von Vorrichtungen</b> . . . . .	386
52.1.1	Einteilung der Schweißvorrichtungen . . . . .	363	<b>65</b>	<b>Sicherung der Lage der Vorrichtungsbaulemente</b> . . . . .	394
52.1.2	Forderungen an die Schweißvorrichtungen . . . . .	364	<b>66</b>	<b>Prüfung der Vorrichtungszeichnung auf fertigungsgerechte Konstruktion der Vorrichtung</b> . . . . .	396
52.1.3	Schweißvorrichtungen – Beispiele . . . . .	364	<b>67</b>	<b>Konstruktionshilfen</b> . . . . .	397
52.1.4	Richtlinien für die Gestaltung der Schweißvorrichtungen . . . . .	366	<b>68</b>	<b>Kontrolle und Einsatz der Vorrichtung in der Fertigung</b> . . . . .	398
52.2	Universalvorrichtungen für Schweißarbeiten . . . . .	366	68.1	Abnahme der Vorrichtung nach Fertigstellung . . . . .	398
52.2.1	Schweißdrehvorrichtungen . . . . .	366	68.2	Messen der Vorrichtung nach Fertigstellung . . . . .	399
52.2.2	Schweißdreh- und Schweißkipptische . . . . .	366	68.3	Prüfung der Vorrichtung durch Werkstückmuster . . . . .	400
52.2.3	Schweißautomatenträger . . . . .	366	68.4	Funktionskontrolle der Vorrichtung . . . . .	400
<b>53</b>	<b>Vorrichtungen im Karosseriebau, in der Luft- und Raumfahrtindustrie (Raketenbau)</b> . . . . .	367	<b>69</b>	<b>Einflußfaktoren auf die Bearbeitungsgenauigkeit des Werkstücks in der Vorrichtung</b> . . . . .	401
<b>54</b>	<b>Vorrichtungskonstruktion</b> . . . . .	368	69.1	Einflußfaktoren seitens des Werkstücks . . . . .	401
54.1	Welche Faktoren beeinflussen den Vorrichtungskonstrukteur und seine Arbeit? . . . . .	368	69.2	Einflußfaktoren seitens der Vorrichtung . . . . .	401
54.2	Zusammenarbeit der Vorrichtungskonstruktion mit anderen Betriebsabteilungen . . . . .	368	69.3	Einflußfaktoren seitens des Werkzeugs . . . . .	401
<b>55</b>	<b>Informationsfluß für den Einsatz von Vorrichtungen</b> . . . . .	370	69.4	Einflußfaktoren seitens der Werkzeugmaschine . . . . .	401
<b>56</b>	<b>Forderungen an die Vorrichtung</b> . . . . .	371	69.5	Einflußfaktoren seitens der Bedienperson . . . . .	401
56.1	Forderungen hinsichtlich der Unfallverhütung . . . . .	371	69.6	Andere Einflußfaktoren . . . . .	401
56.2	Forderungen hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit . . . . .	371	<b>70</b>	<b>Vorrichtungskartei und Testkartei</b> . . . . .	402
56.3	Forderungen hinsichtlich der Funktion . . . . .	371	<b>71</b>	<b>Rücklieferungskontrolle der Vorrichtung</b> . . . . .	404
56.4	Forderungen hinsichtlich der Bedienung und Handhabung . . . . .	372			
56.5	Forderungen hinsichtlich der Ausführung . . . . .	372			
56.6	Forderungen hinsichtlich des Einsatzes einer Vorrichtung für verschiedene Werkstücke . . . . .	372			
56.7	Forderungen hinsichtlich der automatischen Werkstückzuführung in die Vorrichtung . . . . .	372			
56.8	Forderungen hinsichtlich des Ablieferungstermins . . . . .	372			



