

Das Buch gewährt einen schnellen Einstieg in das Fachgebiet, wobei die darlegten Grundlagen längerfristig Bestand haben werden. Dem Leser wird ein bewährter und guter Leitfaden in die Hand gegeben, der in verständlicher Sprache und umfassender Illustration Grundlagen, Prinzipien, Funktionssträger, Auswahlkriterien und Lösungen aufzeigt.

Der Autor verfügt über langjährige Erfahrungen in der Maschinenkonstruktion, der Forschung und Entwicklung sowie der Lehrtätigkeit. Er ist durch viele Fachbücher und Zeitschriftenaufsätze zum Thema Handhabungstechnik in Teilefertigung und Montage bekannt.

Leserkreis:

- Studierende des Maschinenbaus an Technischen Universitäten, Fachhochschulen und Berufskollegien, insbesondere in den Vertiefungsfächern Fertigungstechnik, Fertigungsmaschinenbau und Mechatronik/Robotik
- Ingenieure im Beruf, Betriebsmitarbeiter, Projektleiter, Techniker, Lehrlinge an Fachhochschulen sowie Teilnehmer an Weiterbildungskursen im Maschinenbau

Stefan Hesse
Grundlagen der Handhabungstechnik

www.hanser.de
ISBN-10: 3-446-40473-2
ISBN-13: 978-3-446-40473-1
## Inhaltsverzeichnis

1 Bedeutung und Entwicklung ........................................................................................................ 1  
  1.1 Einführung ...................................................................................................................... 1  
  1.2 Geschichtlicher Rückblick ............................................................................................ 4  
  1.3 Handhabungstechnik im Produktionssystem ................................................................. 8  

2 Handhabungsobjekte ................................................................................................................. 12  
  2.1 Gliederung und Merkmale ............................................................................................. 12  
  2.2 Werkstückordnungen .................................................................................................... 16  
  2.3 Werkstückverhalten ...................................................................................................... 23  
    2.3.1 Fallbewegung ......................................................................................................... 23  
    2.3.2 Rollbewegung ....................................................................................................... 27  
    2.3.3 Gleitbewegung ..................................................................................................... 31  
    2.3.4 Kippbewegung ..................................................................................................... 36  
    2.3.5 Wendebewegung ................................................................................................ 38  
  2.4 Handhabungsgerechte Werkstückgestaltung ................................................................... 39  

3 Handhabungsvorgänge ............................................................................................................. 47  
  3.1 Funktionen und Sinnbilder ............................................................................................ 47  
  3.2 Aufstellen von Funktionsplänen .................................................................................... 51  

4 Funktionsträger und Zuführvorrichtungen ............................................................................ 54  
  4.1 Gliederung und Lösungswege ....................................................................................... 54  
  4.2 Speichereinrichtungen .................................................................................................... 55  
    4.2.1 Bunker ................................................................................................................... 57  
    4.2.2 Stapeleinrichtungen ............................................................................................. 73  
    4.2.3 Magazine .............................................................................................................. 80  
  4.3 Einrichtungen zum Mengen verändern ......................................................................... 97  
    4.3.1 Zuteilen ................................................................................................................ 97  
    4.3.2 Abzweigen und Zusammenführen ....................................................................... 111  
    4.3.3 Sortieren .............................................................................................................. 113  
  4.4 Einrichtungen zum Bewegen .......................................................................................... 114  
    4.4.1 Linear- und Dreheinheiten ...................................................................................... 114  
    4.4.2 Einlegeeinrichtungen ............................................................................................. 124  
    4.4.3 Ordnen .................................................................................................................. 140  
    4.4.4 Positionieren ........................................................................................................ 156  
    4.4.5 Weitergeben .......................................................................................................... 160  
    4.4.6 Schwingfördertechnik .......................................................................................... 177  
  4.5 Einrichtungen zum Sichern ............................................................................................ 194  
    4.5.1 Werkstückaufnahmen .......................................................................................... 195  
    4.5.2 Greifer .................................................................................................................. 197  
    4.5.3 Greiferwechseleinrichtungen .............................................................................. 212  
  4.6 Kontrolleinrichtungen .................................................................................................... 215
4.7 Bandzuführung ..................................................................................................219
4.8 Schraubenzuführung ..........................................................................................225
4.9 Kontinuierliche Werkstückzuführung ................................................................231
4.10 Auswahl von Funktionsträgern ........................................................................233

5 Flexible Handhabungstechnik ...........................................................................242
  5.1 Industrieroboter .................................................................................................242
    5.1.1 Koordinatensysteme ...............................................................................245
    5.1.2 Bewegungssteuerung und -beschreibung ...............................................247
      5.1.2.1 Vektordarstellung ..........................................................................248
      5.1.2.2 Frame-Konzept ..............................................................................250
      5.1.2.3 Beschreiben von Drehungen ..........................................................252
      5.1.2.4 Koordinatentransformation ............................................................253
      5.1.2.5 Denavit-Hartenberg-Konvention ...................................................256
    5.1.3 Roboterkinematik ...................................................................................257
    5.1.4 Programmiertechniken ...........................................................................262
  5.2 Flexible Werkstückbereitstellung ......................................................................264

6 Zuführen von Schüttgut und Fluiden ...................................................................271
  6.1 Stellen von Stoffströmen ...................................................................................271
  6.2 Zuführen von Schüttgut ....................................................................................277

7 Transfersysteme ....................................................................................................282
  7.1 Verkettung von Arbeitsmitteln ...........................................................................283
  7.2 Weitergabe- und Werkstückträgersysteme .......................................................288
  7.3 Werkstückträger ................................................................................................297
  7.4 Werkstückträgerschnelleinzug ..........................................................................305
  7.5 Werkstückträgerführung ....................................................................................307

8 Sicherheitstechnische Anforderungen ..................................................................313
  8.1 Gefährdungspotenzial .......................................................................................313
  8.2 Schutzeinrichtungen und Maßnahmen ..............................................................315
  8.3 Robotereinsatz ohne trennende Schutzeinrichtungen (OTS) ............................321

9 Lösungen zu den Übungsaufgaben .....................................................................324

Anhang ....................................................................................................................339

Literatur und Quellen ............................................................................................340

Sachwortverzeichnis ...............................................................................................342
1 Bedeutung und Entwicklung


**Handhabung (handling)**

Schaffen, definiertes Verändern oder vorübergehendes Aufrechterhalten einer vorgegebenen räumlichen Anordnung von geometrisch bestimmten Körpern in einem Bezugskoordinatensystem, ohne beabsichtigte Veränderungen am Objekt selbst.

1.1 Einführung


„Zusätzlich zur Entwicklung flexibler, vollautomatischer Fertigungsmaschinen und von automatischen Materialzuführungsgeräten ist es notwendig, einen Weg zu finden, wie das Produkt automatisch von Maschine zu Maschine gebracht werden kann. Dies ist..."
offensichtlich, dass für vollautomatische Fabriken irgendein Typ von beweglichen und universell einsetzbaren Einrichtungen für die Materialhandhabung notwendig ist.


Eine Automatisierung der Werkstückhandhabung ist vor allem aus folgenden Gründen erforderlich:

- Das Zuführen von Werkstücken im Takt einer Maschine ist keine schöpferische Tätigkeit und menschenunwürdig.
- Die Leistungen der Maschinen sind derart gestiegen, dass manuelles Beschicken aus Gründen der Leistung und Daueraufmerksamkeit nicht mehr realisierbar ist.
- Verschiedene Prozesse (Vakuum, Radioaktivität, Dämpfe in einer Galvanik u. a.) erlauben eine direkte Anwesenheit des Menschen nicht.
- Handhabungsobjekte mit extremen Abmessungen (sehr groß, sehr klein) lassen sich nicht ohne Hilfsmittel manuell manipulieren.

Werkstückhandhabung (workpiece handling) beschreibt somit den Materialfluss im Mikrobereich eines Arbeitsplatzes, während der Materialfluss in einem Produktionsbereich, gleichsam im Makrobereich, zum innerbetrieblichen Transport gehört.


Werden Werkzeuge gehandhabt, dann gehört der Ablauf zum wertschaffenden Hauptprozess. Beschicken und Zuführen kann dagegen nur als Hilfsprozess betrachtet werden. Die Handhabungsvorgänge wirken in diesem Fall nicht werterhöhend. Sie sind daher auf das geringst mögliche Maß zu beschränken, insbesondere dort, wo die menschliche Arbeitskraft noch in Anspruch genommen werden muss [1-1].

Im Rahmen dieses Buches wird die Handhabung von Arbeitsgut, Schüttgut und als Ausnahme auch die Zuführung von Stoffen und Medien, behandelt.

**Arbeitsgut (goods, working material)**
Alle Stoffe, Halbzeuge, Roh- und Fertigteile, die im Be- oder Verarbeitungsprozess vorkommen, bearbeitet, verarbeitet, montiert und kontrolliert werden. In der Handhabungstechnik geht es um definiert geformtes, also geometrisch bestimmtes Gut, für das ein körpereigenes Koordinatensystem definiert werden kann.
Man kann die Werkstückhandhabung an industriellen Arbeitsplätzen in verschiedene Technisierungsstufen einteilen. Welche Stufe man wählen soll, hängt von wirtschaftlichen, qualitativen und quantitativen Forderungen ab [1-2].

**Stufe 1**
Alle notwendigen Funktionen werden von Hand ausgeführt. Eingesetzte Hilfsgeräte, z.B. ein Hubtisch, führen keine Zubringefunktionen im Sinne der Definition aus.

**Stufe 2**

**Stufe 3**

**Stufe 4**

**Stufe 5**
Alle notwendigen Zubringefunktionen (siehe dazu Kap. 3) werden von Zubringeeinrichtungen maschinell ausgeführt. Die Funktionen werden automatisch überwacht. Die Werkstücke werden in der Regel automatisch geordnet, wenn sie nicht extrem kompliziert oder empfindlich sind.

**Stufe 6**
Das Zubringegut liegt als Fließgut (Band, Draht, Materialbahnen...) bzw. Quasifließgut (Stangen, Rohre, Materialstreifen...) vor. Das erübrigt das Ordnen und erfordert im Allgemeinen weniger Zubringefunktionen als bei Stückgut.

**Stufe 7**

1.2 Geschichtlicher Rückblick

Bereits vor 4400 Jahren hatten die Chaldäer recht moderne Vorstellungen vom Sternenhimmel. Im Sternbild APIN, das der astronomischen Keilschriftserie MUL.APIN den Namen gegeben hat, ist auch ein Saattrichter dargestellt, genannt UR.BAR.RA (Bild 1.2 links). Das ist die wohl älteste Zuführerichtung. Sie wurde an einen hölzernen Pflug angebaut, der von einem Ochsen gezogen wurde. Diese Entwicklung orientierte sich am Bedarf einer verbesserten Saatgutausbringung.

Bild 1.2 Saattrichter und Mühlenhüpfer als historische Zuführgeräte

Im Mittelalter beschreibt der Kriegsingenieur des Königs Heinrich III. von Frankreich, Agostino Ramelli (1531-1600?), in einem großen Maschinenbau-Buch (1588) die Zuführung (feed) von Getreidekörnern zum Mahlstein. Dieser Vorgang war bereits auf rein mechanische Art in einen Regelkreis eingebunden: Je schneller sich der Mahlstein dreht, desto kräftiger läuft der Körnerstrom (Bild 1.2 rechts).


- 1786 Handling von Ronden an Münzprägepressen (J.P. Droz)
- 1873 Spencer (USA) baut Drehautomaten mit Magazinzuführung
- 1880 Worley fertigt Revolverdrehautomaten mit Stangenzuführung
- 1923 Morris Motors (England) nimmt mechanisch gesteuerte Taktstraße in Betrieb
- 1924 Rundtaktmaschinen mit automatischer Teilezuführung (Glühlampenfertigung)

Sachwortverzeichnis

Abfüllen 275, 281
Abrollen 27
Abzweigen 111
Anschlagdämpfung 318
Arbeitsgut 2, 13
Ausgleichsspeicher 55
Auslaufbunker 280
Auslaufgestaltung 77, 78
Auslegerachse 115
Automatisierungsgrad 9
Bahnsteuerung 248
Bandabzug 222
Bandbeschleunigung 164
Bandförderer 164
Bandübergabestelle 166
Bandzuführeinrichtung 219
Basiskoordinaten 246
Bauplangeistaltung 324
Beschickungsspeicher 55
Bewegung 114
Bewegungsgesetz 125
Bewegungssteuerung 247
Bewertungsprozess 238
Blechklammmgreifer 207
Blistergurt 43
Bohrvorrichtung 159
Borstenfeld, schwingendes 192
Bremselemente 318
Brückenbildung 75, 278
Bunker 57
Bunkerzuführeinrichtung 49
Bunkerzähigkeit 233
Continuous motion 231
C-Zyklus 132
Denavit-Hartenberg-Konvention 256
Depalettiersystem 88
Differenzialverzweigung 185
Direktantrieb 131, 134
Doppelarmeinleger 127
Doppelgurtförderer 289
Doppeluntersetzung 226
Dosieren 274
Drehflügelantrieb 123
Drehkranzbunker 58
Drehmomentmotor 131
Dreifach-Gabelgreiforgan 206
Druckluftdüse 187
Durchbiegung 117
Durchlaufspeicher 285
Durchlichtbetrieb 266
Eingabekontrolle 96
Einlegeeinrichtung 124
Ein-Massen-Schwinger 177
Einschienen-Transfersystem 302
Einweglichtschranke 215
Einzelleitgestaltung 40
Elementarfunktion 47
Elevatorförderer 75
Entwirrgerät 69
Fallbewegung 23
Fallschacht 24
Flächenschwing-Gerät 192
Flachpalette 21, 84
Flexibilität 242
Flexedrug 10
Förderband 162
Förderkettentaktung 173
Formnest 22
Frame-Konzept 250
Freiheitsgrad 12
Fügemechanismus 157
Fügeteilzuführung 183
Fügeteilzuführung, pneumatische 293
Führungskennziffer 26
Führungsverhalten 26
Füllungskontrolle 217
Funktion 54
Funktionsplan 51, 325
Gefahr 314
Gefährdungspotenzial 313
Gelenkfinger 201
Gelenkkoordinaten 246
Gesamtlösung, optimierte 235
Gewichtskraftausgleich 136
Gleitbewegung 31
Gleitfrequenz 178
Gleitreibungskoeffizient 34
Gleitschienenabstand
<table>
<thead>
<tr>
<th>Fachbegriff</th>
<th>Seitenzahl</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Glossoverzeichnis</td>
<td>343</td>
</tr>
<tr>
<td>Globoid-Kurvengetriebe</td>
<td>174</td>
</tr>
<tr>
<td>Greifbacke</td>
<td>200</td>
</tr>
<tr>
<td>Greifer</td>
<td>197</td>
</tr>
<tr>
<td>Greiferfinger</td>
<td>200</td>
</tr>
<tr>
<td>Greifer-Schwenkarm</td>
<td>172</td>
</tr>
<tr>
<td>Greifkraftbestimmung</td>
<td>203</td>
</tr>
<tr>
<td>Greifmethode</td>
<td>198</td>
</tr>
<tr>
<td>Griff in die Kiste</td>
<td>270</td>
</tr>
<tr>
<td>Grobanalyse Arbeitsplatz</td>
<td>240</td>
</tr>
<tr>
<td>Grundbacke</td>
<td>200</td>
</tr>
<tr>
<td>Gurtablagemulde</td>
<td>79</td>
</tr>
<tr>
<td>Gurtförderer</td>
<td>164</td>
</tr>
<tr>
<td>Hakenvorschub</td>
<td>219</td>
</tr>
<tr>
<td>Halbkreis-Distanzsensor</td>
<td>317</td>
</tr>
<tr>
<td>Halten</td>
<td>194</td>
</tr>
<tr>
<td>Handhabung</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td>Handhabungsaufgabe</td>
<td>47</td>
</tr>
<tr>
<td>Handhabungseinrichtungen</td>
<td>54</td>
</tr>
<tr>
<td>Handhabungsmodul</td>
<td>118</td>
</tr>
<tr>
<td>Handhabungssubjekt</td>
<td>12</td>
</tr>
<tr>
<td>Handhabungstechnologie</td>
<td>51, 185</td>
</tr>
<tr>
<td>Handhabungsvorgang</td>
<td>8</td>
</tr>
<tr>
<td>Handlingmodul</td>
<td>133</td>
</tr>
<tr>
<td>Hängefähigkeit</td>
<td>41</td>
</tr>
<tr>
<td>Haufwerk</td>
<td>52</td>
</tr>
<tr>
<td>Hauptschlussspeicher</td>
<td>285</td>
</tr>
<tr>
<td>Hochleistungsschallquelle</td>
<td>139</td>
</tr>
<tr>
<td>Hub balken</td>
<td>104</td>
</tr>
<tr>
<td>Hub-Dreh-Einheit</td>
<td>308</td>
</tr>
<tr>
<td>Hubrechentransport</td>
<td>173</td>
</tr>
<tr>
<td>Hubsegmentbunker</td>
<td>61</td>
</tr>
<tr>
<td>Hubzuteileinrichtung</td>
<td>102</td>
</tr>
<tr>
<td>Hüllkontur</td>
<td>21</td>
</tr>
<tr>
<td>Identifikationssystem</td>
<td>94</td>
</tr>
<tr>
<td>Industrieroboter</td>
<td>242</td>
</tr>
<tr>
<td>Interpolation</td>
<td>248</td>
</tr>
<tr>
<td>Kanalbreite</td>
<td>33</td>
</tr>
<tr>
<td>Karnaugh-Diagramm</td>
<td>154</td>
</tr>
<tr>
<td>Kartenmesser</td>
<td>106</td>
</tr>
<tr>
<td>Karussellspeicher</td>
<td>87</td>
</tr>
<tr>
<td>Kassettenmagazin</td>
<td>92</td>
</tr>
<tr>
<td>Kegelrollenkurve</td>
<td>309</td>
</tr>
<tr>
<td>Kettentransferanlage</td>
<td>289</td>
</tr>
<tr>
<td>Kettenumlaufspeicher</td>
<td>286</td>
</tr>
<tr>
<td>Kinematisches System</td>
<td>199</td>
</tr>
<tr>
<td>Kippbewegung</td>
<td>36</td>
</tr>
<tr>
<td>Kipppranke</td>
<td>187</td>
</tr>
<tr>
<td>Kipprampe</td>
<td>36</td>
</tr>
<tr>
<td>Kippschutz</td>
<td>152</td>
</tr>
<tr>
<td>Klemmroboter</td>
<td>322</td>
</tr>
<tr>
<td>Kleinteilmagazin</td>
<td>84</td>
</tr>
<tr>
<td>Klemmgreifer</td>
<td>201, 209</td>
</tr>
<tr>
<td>Klemmrollenvorschub</td>
<td>219</td>
</tr>
<tr>
<td>Klinkenrollbahn</td>
<td>168</td>
</tr>
<tr>
<td>Kolbendosierung</td>
<td>275</td>
</tr>
<tr>
<td>Kombigreifer</td>
<td>208</td>
</tr>
<tr>
<td>Kontrolleinrichtung</td>
<td>215</td>
</tr>
<tr>
<td>Koordinatensysteme</td>
<td>245</td>
</tr>
<tr>
<td>Koordinatentransformation</td>
<td>253</td>
</tr>
<tr>
<td>Kreuznut-Spannpalette</td>
<td>299</td>
</tr>
<tr>
<td>Kugelkran</td>
<td>272</td>
</tr>
<tr>
<td>Kurvenschaltgetriebe</td>
<td>136</td>
</tr>
<tr>
<td>Kurvensteuerung</td>
<td>131, 132</td>
</tr>
<tr>
<td>Laserscanner</td>
<td>218</td>
</tr>
<tr>
<td>Lasersensor</td>
<td>317</td>
</tr>
<tr>
<td>Leistungsparameter</td>
<td>238</td>
</tr>
<tr>
<td>Liefermenge</td>
<td>146</td>
</tr>
<tr>
<td>Lineareinheit</td>
<td>115, 117</td>
</tr>
<tr>
<td>Linearmotor</td>
<td>292</td>
</tr>
<tr>
<td>Linearpositionierer</td>
<td>134</td>
</tr>
<tr>
<td>Luftdüse</td>
<td>147</td>
</tr>
<tr>
<td>Luftgleitrinne</td>
<td>35</td>
</tr>
<tr>
<td>Luftpolsterventil</td>
<td>35</td>
</tr>
<tr>
<td>Magazin</td>
<td>80</td>
</tr>
<tr>
<td>Magazinaustrag</td>
<td>75</td>
</tr>
<tr>
<td>Magazinfüllsystem</td>
<td>267</td>
</tr>
<tr>
<td>Magazinpalette</td>
<td>93</td>
</tr>
<tr>
<td>Magazinzuführeinrichtung</td>
<td>86</td>
</tr>
<tr>
<td>Magnetfußelement</td>
<td>197</td>
</tr>
<tr>
<td>Magnetfriedhaftrad</td>
<td>71</td>
</tr>
<tr>
<td>Magnetrollenwagen</td>
<td>58</td>
</tr>
<tr>
<td>Manipulator</td>
<td>7</td>
</tr>
<tr>
<td>Massedosierung</td>
<td>274</td>
</tr>
<tr>
<td>Massenträgheitsmoment</td>
<td>123, 176</td>
</tr>
<tr>
<td>Materialfluss</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td>Mehrebenenvibrator</td>
<td>180</td>
</tr>
<tr>
<td>Mehrfach-Werkstückträger</td>
<td>301</td>
</tr>
<tr>
<td>Mehrfachzuteiler</td>
<td>110</td>
</tr>
<tr>
<td>Mehrmaschinenversorgung</td>
<td>86</td>
</tr>
<tr>
<td>Mehrrichtungskette</td>
<td>161</td>
</tr>
<tr>
<td>Mikrowurf</td>
<td>178</td>
</tr>
<tr>
<td>Montagepresse</td>
<td>237</td>
</tr>
<tr>
<td>Monte-Carlo-Methode</td>
<td>285</td>
</tr>
<tr>
<td>Morphologischer Kasten</td>
<td>110, 236</td>
</tr>
<tr>
<td>Multifunktionsteil</td>
<td>45</td>
</tr>
<tr>
<td>Multigreifer-Umsetzer</td>
<td>173</td>
</tr>
<tr>
<td>Sachwort</td>
<td>Seite</td>
</tr>
<tr>
<td>----------</td>
<td>-------</td>
</tr>
<tr>
<td>Sortieren</td>
<td>113</td>
</tr>
<tr>
<td>Sortierweiche</td>
<td>112</td>
</tr>
<tr>
<td>Spannlagenfamilie</td>
<td>299</td>
</tr>
<tr>
<td>Speicherdichte</td>
<td>20</td>
</tr>
<tr>
<td>Speicheineinrichtungen</td>
<td>55</td>
</tr>
<tr>
<td>Spindelantrieb</td>
<td>120</td>
</tr>
<tr>
<td>Spiralscheibenmagazin</td>
<td>83</td>
</tr>
<tr>
<td>Spiralspeicherung</td>
<td>83</td>
</tr>
<tr>
<td>Spreizmagnet</td>
<td>79</td>
</tr>
<tr>
<td>Standsicherheit</td>
<td>37</td>
</tr>
<tr>
<td>Stapelbildung</td>
<td>74</td>
</tr>
<tr>
<td>Stapelbunker</td>
<td>75</td>
</tr>
<tr>
<td>Stapeleinrichtung</td>
<td>73</td>
</tr>
<tr>
<td>Stapelgreifer</td>
<td>206</td>
</tr>
<tr>
<td>Stauraumförderer</td>
<td>291</td>
</tr>
<tr>
<td>Steifigkeit</td>
<td>117</td>
</tr>
<tr>
<td>Steigungswinkel</td>
<td>163</td>
</tr>
<tr>
<td>Stauraumflussvarianten</td>
<td>271</td>
</tr>
<tr>
<td>Stopper (Transfersystem)</td>
<td>300</td>
</tr>
<tr>
<td>Störungsspeicher</td>
<td>51, 55, 287</td>
</tr>
<tr>
<td>Stoß</td>
<td>124</td>
</tr>
<tr>
<td>Struktogramm</td>
<td>263</td>
</tr>
<tr>
<td>Stäckdosierung</td>
<td>274</td>
</tr>
<tr>
<td>Stückgut</td>
<td>10</td>
</tr>
<tr>
<td>Stufenhubförderer</td>
<td>66</td>
</tr>
<tr>
<td>Stufenmagazin</td>
<td>90</td>
</tr>
<tr>
<td>Stützgewölbe</td>
<td>76</td>
</tr>
<tr>
<td>Symbolik (Industrieroboter)</td>
<td>261</td>
</tr>
<tr>
<td>Systemverhalten</td>
<td>314</td>
</tr>
<tr>
<td>Tänzerwalze</td>
<td>222</td>
</tr>
<tr>
<td>TCP</td>
<td>246</td>
</tr>
<tr>
<td>Teilfunktion</td>
<td>50</td>
</tr>
<tr>
<td>Teleoperator</td>
<td>7</td>
</tr>
<tr>
<td>Transfergreifereinrichtung</td>
<td>205</td>
</tr>
<tr>
<td>Transfersystem</td>
<td>282</td>
</tr>
<tr>
<td>Transformationsmatrix</td>
<td>255</td>
</tr>
<tr>
<td>Transportsystem</td>
<td>305</td>
</tr>
<tr>
<td>Trichterbunker</td>
<td>278</td>
</tr>
<tr>
<td>Trommelbunker</td>
<td>58</td>
</tr>
<tr>
<td>Tumelmagazin</td>
<td>82</td>
</tr>
<tr>
<td>Turmvibrator</td>
<td>180</td>
</tr>
<tr>
<td>Umlaufspeicher</td>
<td>286</td>
</tr>
<tr>
<td>Vakuumsauger</td>
<td>209</td>
</tr>
<tr>
<td>Vektordarstellung</td>
<td>248</td>
</tr>
<tr>
<td>Vereinzeler</td>
<td>99</td>
</tr>
<tr>
<td>Vereinzeln</td>
<td>97, 105</td>
</tr>
<tr>
<td>Verhaltenstyp</td>
<td>14</td>
</tr>
<tr>
<td>Verkettungsarten</td>
<td>283</td>
</tr>
<tr>
<td>Vertikalförderung</td>
<td>297</td>
</tr>
<tr>
<td>Vibrationsförderer</td>
<td>179</td>
</tr>
<tr>
<td>Vibrationswendelförderer</td>
<td>6</td>
</tr>
<tr>
<td>Vollschleppföller</td>
<td>309</td>
</tr>
<tr>
<td>Volumenminderung</td>
<td>274</td>
</tr>
<tr>
<td>Vorschubbehinde, pneumatische</td>
<td>221</td>
</tr>
<tr>
<td>Vorzugsorientierung</td>
<td>37</td>
</tr>
<tr>
<td>Wafer-Handlinggerät</td>
<td>138</td>
</tr>
<tr>
<td>Walkwand-Schneckendosierer</td>
<td>279</td>
</tr>
<tr>
<td>Walzeneinzug</td>
<td>319</td>
</tr>
<tr>
<td>Wälzenförderer</td>
<td>170</td>
</tr>
<tr>
<td>Walzenordnungseinrichtung</td>
<td>148</td>
</tr>
<tr>
<td>Walzenvorschub</td>
<td>219</td>
</tr>
<tr>
<td>Wälzringtrieb</td>
<td>117</td>
</tr>
<tr>
<td>Wanderbalkensystem</td>
<td>173</td>
</tr>
<tr>
<td>Wechselvorrichtung (Greifer)</td>
<td>213</td>
</tr>
<tr>
<td>Weiche (Transfersystem)</td>
<td>291</td>
</tr>
<tr>
<td>Weiche (Werkstückträger)</td>
<td>310</td>
</tr>
<tr>
<td>Weiche, selbstschaltende</td>
<td>112</td>
</tr>
<tr>
<td>Weitergeben</td>
<td>160</td>
</tr>
<tr>
<td>Welkoordinaten</td>
<td>246</td>
</tr>
<tr>
<td>Wendenbewegung</td>
<td>38</td>
</tr>
<tr>
<td>Wenden</td>
<td>171</td>
</tr>
<tr>
<td>Wendestange</td>
<td>224</td>
</tr>
<tr>
<td>Wendestation</td>
<td>38</td>
</tr>
<tr>
<td>Wendeübergabe</td>
<td>171</td>
</tr>
<tr>
<td>Werkstückaufnahme</td>
<td>94, 195</td>
</tr>
<tr>
<td>Werkstückbunker</td>
<td>57</td>
</tr>
<tr>
<td>Werkstückkennungssystem</td>
<td>265</td>
</tr>
<tr>
<td>Werkstückflussfunktion</td>
<td>80</td>
</tr>
<tr>
<td>Werkstückgestaltung</td>
<td>39</td>
</tr>
<tr>
<td>Werkstückgrundformen</td>
<td>13</td>
</tr>
<tr>
<td>Werkstückhaltevorrichtung</td>
<td>195</td>
</tr>
<tr>
<td>Werkstückhandhabung</td>
<td>1, 2</td>
</tr>
<tr>
<td>Werkstückmerkmale</td>
<td>14</td>
</tr>
<tr>
<td>Werkstückordnungen</td>
<td>16</td>
</tr>
<tr>
<td>Werkstückpalette</td>
<td>298</td>
</tr>
<tr>
<td>Werkstückschlange</td>
<td>98</td>
</tr>
<tr>
<td>Werkstückspeicher</td>
<td>55, 286</td>
</tr>
<tr>
<td>Werkstückträger</td>
<td>296, 298, 310</td>
</tr>
<tr>
<td>Werkstückträgerführung</td>
<td>300, 307</td>
</tr>
<tr>
<td>Werkstück-Trägermagazin</td>
<td>22, 196</td>
</tr>
<tr>
<td>Werkstückträgerschnelteinzug</td>
<td>305</td>
</tr>
<tr>
<td>Werkstückverhalten</td>
<td>23</td>
</tr>
<tr>
<td>Werkzeugkoordinatensystem</td>
<td>246</td>
</tr>
<tr>
<td>Wiederholgenauigkeit</td>
<td>156</td>
</tr>
<tr>
<td>Winkelgreifer</td>
<td>204, 208</td>
</tr>
<tr>
<td>Wirrteil</td>
<td>13</td>
</tr>
<tr>
<td>Sachwortverzeichnis</td>
<td>Sachwortverzeichnis</td>
</tr>
<tr>
<td>---------------------</td>
<td>---------------------</td>
</tr>
<tr>
<td>Zahnriementrieb 120</td>
<td>Zugmittel-Kurbelgetriebe 137</td>
</tr>
<tr>
<td>Zapfenstopper 300</td>
<td>Zuteilen 97</td>
</tr>
<tr>
<td>Zellenradbunker 64</td>
<td>Zuteilerelement 100</td>
</tr>
<tr>
<td>Zentrifugalförderer 68</td>
<td>Zuteilschieber 108</td>
</tr>
<tr>
<td>Zick-Zack-Magazin 90</td>
<td>Zweifachgreifer 204</td>
</tr>
<tr>
<td>Zubringeeinrichtung 110</td>
<td>Zweimassen-Schwingsystem 179</td>
</tr>
<tr>
<td>Zubringegut 3</td>
<td>Zweierwege-Rohrweiche 277</td>
</tr>
<tr>
<td>Zuführbarkeitskriterium (Schrauben) 228</td>
<td>Zwischenanschlag 119</td>
</tr>
<tr>
<td>Zuführeinrichtung 5</td>
<td>Zwischenlage 93</td>
</tr>
<tr>
<td>Zufühprozess 3</td>
<td>Zwischenmagazin 81</td>
</tr>
<tr>
<td>Zuführsystem 18, 54</td>
<td>Zwischenspeicher 56</td>
</tr>
<tr>
<td>Zug-Druck-Element 130</td>
<td>Zylinderführung 202</td>
</tr>
</tbody>
</table>