

**Drehmaschinen** sind Werkzeugmaschinen zur Bearbeitung von in der Regel rotationssymmetrischen Werkstücken mit spanenden Fertigungsverfahren. Die Schnittbewegung erfolgt durch die Rotation des Werkstücks. Durch das Verfahren der Werkzeuge mit dem Bettschlitten entstehen die Vorschubbewegungen. Als Fertigungsverfahren sind Drehen, Bohren, Fräsen und weitere je nach Ausstattung der Drehmaschinen nutzbar, um die unterschiedlichsten Werkstücke herzustellen.

### ■ 32.1 Allgemeine konstruktive Anforderungen

Der Fertigungsprozess auf Werkzeugmaschinen muss höchste Anforderungen erfüllen. Dies gilt nicht nur für die Durchführung des technologischen Verfahrensablaufs, sondern auch für die Steuerung und Organisation des Einsatzes der Werkzeugmaschinen, um eine wirtschaftliche Arbeitsweise sicherzustellen. Außerdem müssen Vorschriften und Gesetze eingehalten werden, die die konstruktive Gestaltung der Maschine beeinflussen [32.1].

Die Funktionen von CNC-gesteuerten Werkzeugmaschinen für Fertigungsaufgaben sind von vielen Einflussfaktoren und Anforderungen abhängig, die ausführlich z. B. von *Weck* oder *Spur* behandelt werden. Unabhängig von der Art des Fertigungsverfahrens sind immer folgende **Anforderungen an Werkzeugmaschinen** nach *Weck* sehr wichtig: [32.2]

- Genauigkeit bei statischer, dynamischer und thermischer Belastung,
- Festigkeitsverhalten der stark belasteten Maschinenteile,
- Sicherheit der Fertigungseinrichtung,
- Umweltverhalten (Geräusche, Staub, Kühlschmierstoffe usw.),
- Automatisierung der Maschinen einschließlich des Materialflusses.

Bild 32.1 enthält eine Übersicht der Anforderungen.

Die **Genauigkeit von Werkzeugmaschinen** hat nach *Spur* als Leitmotiv für eine hohe Produktqualität zentrale Bedeutung. Verformungen an der Bearbeitungsstelle in der Maschine durch das statische, dynamische und thermische Verhalten sämtlicher im Kraftfluss liegender Baugruppen beeinflusst z. B. die Genauigkeit. Aus diesen Maschineneigenschaften ergeben sich die Fertigungsgenauigkeit, die Oberflächengüte der Werkstücke sowie die ausnutzbare Leistung der Maschine und damit die Produktivität. [32.3]

Die Wirtschaftlichkeit der Maschinen wird zum Teil durch das Einhalten der Vorschriften für die Sicherheit und das Umweltverhalten beeinträchtigt. Damit werden aber als Ziele menschenwürdige Arbeitsplätze und geringe Unfallhäufigkeit erreicht.

Der wirtschaftliche Einsatz wird außerdem durch den Grad der **Automatisierung** bestimmt. Die Automatisierung beschränkt sich nicht nur auf den Ablauf des eigentlichen Bearbeitungsprozesses, sondern auch auf die Beschickung der Maschinen. Dazu gehören die Ver- und Entsorgung mit Werkstücken, Werkzeugen und Spänen. Werkzeugmaschinen können ihre Aufgabe als Produktionsmittel nur dann optimal erfüllen, wenn sie unter Berücksichtigung dieser Grundforderungen an die vorgesehenen Fertigungsaufgaben angepasst werden.

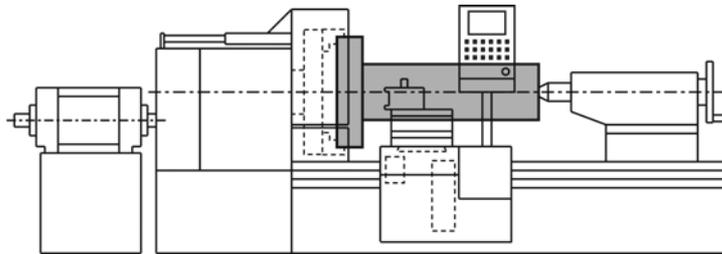
Die **Fertigungsaufgabe** ergibt sich aus den Angaben auf den technischen Zeichnungen durch die Konstruktion. Die Kenntnisse und Erfahrungen in der Konstruktion über Werkzeugmaschinen und Produktionstechnik haben entscheidenden Einfluss auf wirtschaftliche Fertigung. Entsprechend der Fertigungsaufgabe und dem gewählten Verfahren sind die den Arbeitsraum bestimmenden Kenngrößen, wie Anzahl und Lage der Bewegungsachsen sowie die funktionalen Eigenschaften der Bearbeitungseinheiten festzulegen. Die geforderte Genauigkeit und Oberflächengüte der Werkstücke muss durch die Auslegung der Werkzeugmaschine gewährleistet sein. Die Vielfalt der Bearbeitungsaufgaben und die Losgrößen bestimmen die Art und den Grad der Automatisierung.



Bild 32.1 Werkzeugmaschinen – Anforderungen und Einflussgrößen [nach 32.1]

## ■ 32.2 Aufbau von Werkzeugmaschinen

Die Werkzeugmaschinen müssen zur Formgebung der Werkstücke die **Relativbewegungen** zwischen Werkzeug und Werkstück ermöglichen. Die Steuerung der Relativbewegungen kann manuell oder automatisch erfolgen. Die Relativbewegung als wichtigste Funktion der Werkzeugmaschinen kann aufgeteilt werden in Hauptbewegung und Vorschub- bzw. Zustellbewegung. Am Beispiel einer Drehmaschine im Bild 32.2 wird das System Werkzeugmaschine mit typischen Baugruppen vorgestellt. [32.1]

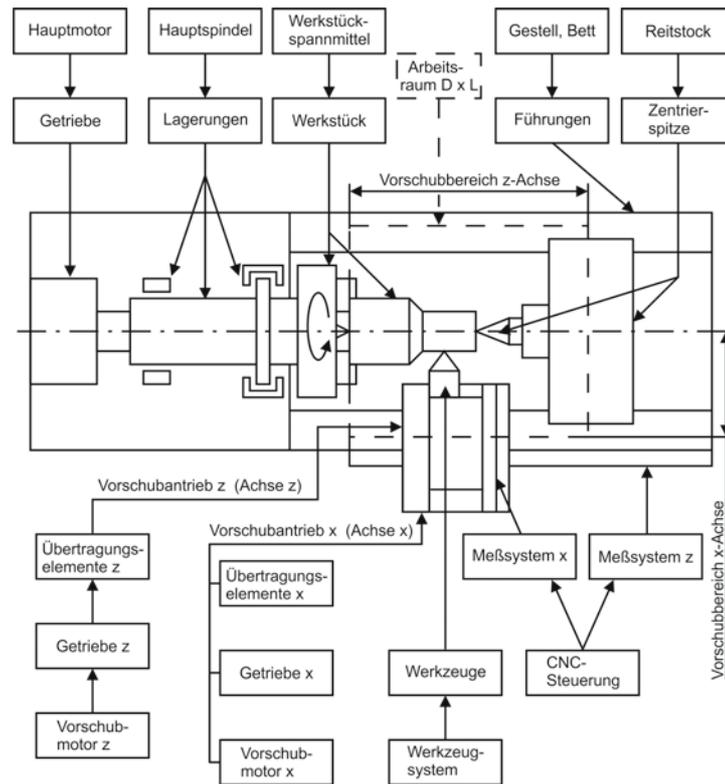


**Bild 32.2** CNC-Drehmaschine; vereinfachte Darstellung (nach Fa. Wohlenberg) [32.1]

Es müssen Baugruppen vorhanden sein, die die entsprechenden Bewegungen unter Aufnahme von Kräften ermöglichen und es sind geeignete Antriebe erforderlich. Die Antriebe und alle Hilfsfunktionen müssen gesteuert werden. Alle Baugruppen werden in der Regel auf einem Gestell angeordnet und ergeben eine transportierbare Einheit Werkzeugmaschine.

Bei der in Bild 32.2 dargestellten Drehmaschine handelt es sich um eine **Spitzendrehmaschine** für große Werkstückdurchmesser und Werkstücklängen mit entsprechenden Werkstückgewichten. Diese Drehmaschine wird als **Modularsystem** mit Standardbaugruppen für alle erforderlichen Werkstücke und Bearbeitungsaufgaben eingesetzt.

Die Analyse der Drehmaschine führt zu der vereinfachten **Systemdarstellung** im Bild 32.3, die zur Erklärung alle wesentlichen Baugruppen enthält, wie Hauptantrieb, Spindelkasten, Reitstock, Bett, Bettschlitten, Werkstückspannmittel, Werkzeugsystem, Vorschubantriebe, Messsysteme und CNC-Steuerung. Alle diese Teilsysteme sind um den Arbeitsraum  $D \times L$  als Kernbereich jeder Werkzeugmaschine angeordnet.



**Bild 32.3** Systemdarstellung einer CNC-Drehmaschine (vereinfacht) [32.1]

Die **Hauptbewegung** wird bei spanenden Werkzeugmaschinen Schnittbewegung genannt und ist bei einer Drehmaschine die Drehbewegung der Hauptspindel mit dem eingespannten Werkstück. Die Vorschub- und Zustellbewegungen erfolgen als Längsbewegung in der Achse Z und als Quer- oder Planbewegungen in der Achse X, um das am Bettschlitten eingespannte Werkzeug zu bewegen. Für jede Achse sind Positionsmesssysteme vorhanden.

Als **Arbeitsraum** wird der Bereich bezeichnet, in dem diese Bewegungen entsprechend der Auslegung der Vorschubachsen wirksam werden können. Bei Dreh- und Rundschleifmaschinen ist er zylindrisch, bei Maschinen zum Fräsen und Bohren meist quaderförmig.

Die schematische Darstellung der wichtigsten Baugruppen ist durch getrennte Haupt- und Vorschubantriebe gekennzeichnet, die heute bei Werkzeugmaschinen mit CNC-Steuerungen üblich sind.

### ■ 32.3 Konzept zur Drehbearbeitung

Die Bearbeitung von Werkstücken auf Drehmaschinen erfolgt mit Komponenten, die entsprechend dem Stand der Technik von den Herstellern der Werkzeugmaschinen entwickelt und angeboten werden. In der Fertigung sind für den Einsatz der Drehmaschinen Konzepte für einen wirtschaftlichen Einsatz zu entwickeln. Bild 32.4 zeigt ein **Konzept zur Drehbearbeitung** mit Komponenten nach *Koschnick*.

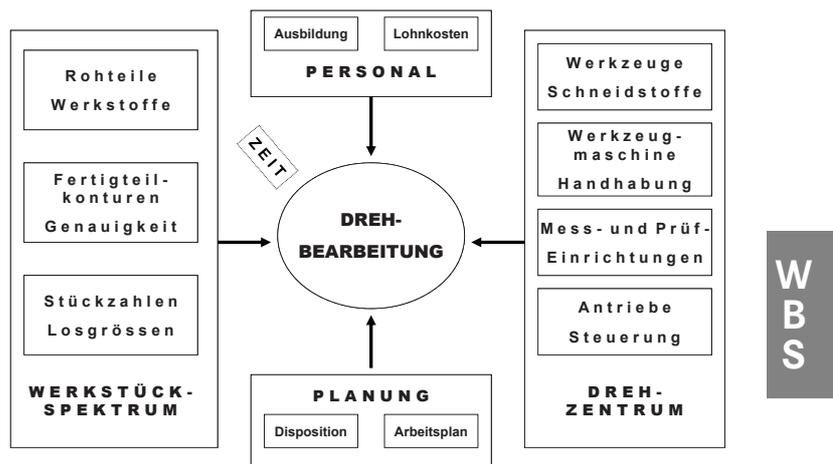


Bild 32.4 Konzept zur Drehbearbeitung mit Komponenten (Koschnick [32.4])

## Sachwortverzeichnis

### Symbole

2,5D-Bearbeitung 284  
3-Achsen-Bearbeitung 586  
3-Achs-Transfer 326  
3D-Laseranlagen 395  
3D-Programmierung 286  
3D-Schneidkopf 399  
3-Walzen-Rundbiegemaschine 370  
4-Säulen-Pressen 340  
5-Achsen-Fräsen 579  
5-Achsen-NC-Programmierung 586  
5-Achsen-Simultanbearbeitung 585  
5-Achs-Simultanbearbeitung 426  
6-Achs-Roboter 451

### A

Abbesches Prinzip 91, 241  
Abdichtung 337  
Abgassystem 341  
Abkantpressen 365  
Ablaufdiagramme 46  
Ablauforganisation 38  
Ablaufplan 273  
Ablaufsteuerung 269  
Abrasive sand 401  
Abrasivezusatz 398  
Abrichtblock 635  
Abrichten 634  
- kontinuierliches 671  
Abrichtgerät 652  
Abrichtspindeln 652  
Abrichttechnik 666, 675  
Abrichtverfahren 664, 670  
Abrichtwerkzeuge  
- stehende 635  
Abschreibungen 63

Absenkeinrichtung 399  
Absolutwertgeber 244  
Abstrecken 332  
Abstreifer 197  
Abtaste 237  
Abtastung 88  
- fotoelektrische 241  
- induktive 243  
- magnetische 243  
Abwasserleitung 401  
AC-Digitalantriebe 575  
Achsantriebe  
- elektrische 443  
Al-Legierungen 342  
Aluminiumfolie 355  
Anbohrführung 498  
Andrehsupporte 518  
Andrückkraft 362  
Anfasen 397  
Anforderungen an Werkzeugmaschinen 406  
Anforderungen der Märkte 416  
Anhaltswerte 465  
Anhaltswerte Tiefbohren 521  
Anmutung 142  
Anpasssteuerung 270  
Antriebsbauart 312  
Anweisungsliste 272  
Anwesenheitszeit 61  
Anziehungskraft 224  
Arbeitsbewegung 293  
Arbeitsergebnis 157, 165  
Arbeitsgenauigkeit 158  
Arbeitshub 303, 304  
Arbeitskosten 60  
Arbeitsraum einer Drehmaschine 418  
Arbeitsspindel 441  
Arbeitsvermögen 297, 299

Arbeitswalzen 354  
 arithmetisches Mittel 95  
 Asynchrone Steuerung 269  
 Asynchronmotor 214  
 Aufbauorganisation 38  
 Aufbohren 513  
 Auffahrsicherung 584  
 Auffederung 299, 309  
 Aufnehmer 80, 343  
 Aufsteckfräserdorn 257  
 Ausbringung 323  
 Ausführungen 417  
 Ausgangsgrößen 642  
 Ausgespanntheit 141  
 Ausgewogenheit 140  
 Auskammern 510  
 Auslegung  
 – überkritische 168  
 – unterkritische 168  
 Ausschlagmethode 83  
 Ausschneiden 377  
 Ausschuss 59  
 Außenläufermaschine 328  
 Außenräumen 592  
 Außenräumwerkzeuge 593  
 Außenrund-Formschleifen 647  
 Außenrundscheifen  
 – spitzenloses 648  
 Außenrund-Umfangs-Längsschleifen 646  
 Außenrund-Umfangs-Querschleifen 647  
 Außenrund-Umfangs-Schälsschleifen 646  
 Außenrund-Umfangs-Schrägschleifen 647  
 Außenstößel 333  
 Auswuchtgüte 252  
 Automatisierung 32, 407  
 Automatisierungseinrichtungen 504  
 Automatisierungsgrad 321, 367, 614  
 Autorendesign 137  
 Axialfehler 248  
 Axialvorschub-Querwalzen 360  
 Axialwalzen 358

**B**

Backenfutter 258  
 Bahngenaugigkeit 231  
 Bajonett-Schnellverschluss 253  
 Bandabwicklung 381  
 Bandsägemaschinen 609, 610, 614  
 Bandsägen 609  
 Bandsäge-Werkzeuge 609  
 Bandvorschub 381  
 Bär 293  
 Bärführung 300  
 Bauformen 417, 418, 457  
 Bauformen der Fräsmaschinen 528  
 Bauhaus 134  
 Beanspruchung 161  
 – dynamische 360  
 Bearbeitungszentren 31, 364, 531, 554, 581  
 Bearbeitungszentren in Gantrybauweise 475  
 Bedienoberflächen 692  
 Bedienpulte 518  
 Bedientafel 461  
 Belastungs-Beanspruchungs-Konzept 146  
 Belastungsgrößen 413  
 Belegungsgrad 54  
 Belegungszeit 54  
 Bemessungsdrehmoment 213  
 Bemessungsdrehzahl 213  
 Bemessungsleistung 213  
 Berechnungen 413  
 Berechnungen beim Fräsen 526  
 Beschleunigungsmoment 232  
 Beschnitt 382  
 Betriebsarten 216  
 Betriebsmittelkosten 62  
 Bettbauweise 179  
 Bettfräsmaschinen 544  
 Bewegungen der Sägemaschine  
 – mechanische 616  
 Bezugstemperatur 122  
 Biegefingerring 371

- Biegehilfe 366  
Biegekopf 372  
Biegemaschinen 364  
Biegen 364  
- zentrales 368  
Biegeoperationen 364  
Biegeradius 366  
Biegestation 368  
Biegestempel 364  
Biegewange 364  
Biegewinkel 366  
Biegezelle 367  
Biegezentrum 367  
Bindung  
- galvanische 633  
Bindungen 632  
- keramische 633  
- metallische 632  
Blechbauteile 384  
Blechhalter 314  
Blechplatine 336  
Blechringe 382  
Blechstreifen 381  
Blechumformung 290  
Block 343  
Blockbandsäge-Maschinen 625  
Bodediagramm 167  
Bodenreißer 333  
Bohrbuchenträger 498  
Bohren 472  
Bohrölzuführapparat (BOZA) 493  
Bohrrohr-Führungslager 518  
Bohrrohr-Klemmlager 518  
Bohrstangen-Klemmlager 460  
Bohr- und Fräsmaschinen 530  
Bohrverfahren 524  
Bombiereinrichtung 366  
Box-in-Box-System 482  
Braun 134  
Break-Even-Diagramm 60  
Break-Even-Punkt 60  
Bremsenergie 300  
Bremsgerüst 382  
Brennschneiden 394  
Bruttoentgelt 61  
BTA (Boring and Trepanning Association)-Bohren 489  
BTA-Verfahren 513  
BTA-Werkzeugen 493  
Bügelsäge-Verfahren 607
- C**
- CAD-Daten 401  
Camlock-Schnellverschluss 253  
CAM-System 282  
Capto-Schnittstelle 251  
CBN 694  
CBN-Schleifscheiben 644  
- galvanisch einschichtig belegte 644  
C-Gestell 309  
Closed Loop 238  
CNC 276  
CNC-Bahnsteuerungen 487  
CNC-Bohr-/Fräsmaschinen 581  
CNC-Drückzentrum 351  
CNC-Maschine 155  
CNC-Stanzmaschinen 378  
CNC-Steuerungen 519, 617, 584  
CNC-Teileprogramm 453  
Coil 321  
Compact Crossbar 319  
Cray-Code 114  
Crossbar-Feeder 320  
Crossbar-Roboter 320  
Crossbar-Transfersystem 318  
Crushieren 637
- D**
- Dämpfung 193, 195  
Dämpfungseigenschaften 574  
Dämpfungsmaß 168, 173, 230  
Dämpfungsmaßnahmen 169  
Definition für Werkzeugmaschinen 155  
Dehnmessstreifen 118  
Deutscher Kalibrierdienst 131  
Diamant 694

- Diamant-Profilrolle 670  
 Differenzmethode 90  
 Direktantrieb 304, 331  
 Distanzhülsen 381  
 DMS-Halbbrücke 119  
 DMS-Vollbrücke 119  
 Doppel-Dreispindler 438  
 Doppelkammanordnung 224  
 Doppelkniehebelpressen 314  
 Doppelteile 318  
 Doppel-Vierspindler 438  
 Dorn 343  
 Dornhonen 711  
 Draht-DMS 118  
 Drehbearbeitungszentren 467  
 Dreh-Fräs-Zentren 31  
 Drehmaschinen 406, 413, 416, 417  
 - programmgesteuerte 420  
 Drehmoment 120  
 Drehrichtungsumkehr 324  
 Drehstromservoantrieb 461  
 Drehstromservomotoren 518  
 Drehtische 572  
 Drehverfahren 412  
 Drehzahl  
 - biegekritische 202, 226  
 Drehzahlkennwert 207, 226  
 Drehzahlmessung 121  
 Dreirollen-Biegemaschine 371  
 Druck 120  
 - hydrostatischer 335  
 Druckaufbau 341  
 Druckberührzeiten 301  
 Druckeigenspannungen 362  
 Drücken 346  
 Druckraum 335  
 Drückrolle 346  
 Druckspeicherantrieb 331, 387  
 Druckstange 310  
 Druckstößel 328  
 Druckübersetzer 340  
 Druckübersetzung 400  
 Druckwalmaschinen 353, 356  
 Druckwarmberührzeit 326  
 Drückwerkzeug 351  
 Dual-Code 114  
 Duogerüst 354  
 Durchflussrichtung 332  
 Durchlaufverfahren 328, 360  
 Durchziehen 346  
 Dynamik 223
- E**
- Edelstahl 394  
 Effektivität 39  
 Effizienz 39  
 E-Gestell 309  
 Eigenfrequenz 168, 171, 202, 223,  
 230, 234  
 Eigenkreisfrequenz 168  
 Eigenschaften des Menschen 146  
 Eigenspannungen 182  
 Einbauraum 340  
 Eingaben 40  
 Eingriffsgrenze 125  
 Einheitensystem  
 - internationales 81  
 Einlippenbohren 489  
 Einlippenbohrer 491  
 Einmassenschwinger 166  
 Einstechverfahren 328, 359  
 Einstellgrößen 413  
 Einstellzeit 92  
 Einstiegs-Universalmaschinen 534  
 Einzelmaschinen 31, 317  
 Einzugskraft 248  
 Einzweckmaschinen 31  
 Ejektorbohren 489, 495  
 EJEKTOR-Verfahren 513  
 Elastomermembran 336  
 EMO 417  
 Emulsionen 638  
 Energiekosten 65  
 Energieverbrauch 59  
 Engpass Maschine 52  
 Engpass Mensch 52  
 Entgeltgruppen 61  
 Entgeltnebenkosten 61  
 Ergebnisse 41

Ergonomie 141, 144  
Erregerfrequenz 165  
Erwartungswert 95  
Exzenterpressen 310  
Exzenterwelle 321

**F**

Fähigkeit eines Prozesses  
- potentielle 129  
- tatsächliche 129  
Fahrständerbauweise 683  
Fahrständermaschinen 548  
Fanuc 576  
Faserverbundwerkstoffe 402  
Feature 284  
Feeder 320  
Feederautomation 320  
Fehler  
- kleinste 95  
- systematische 83  
Feiertage  
- gesetzliche 54  
Feinschneiden 326, 386  
Feinschneidpressen 378  
Feinstdrähte 348  
Feldstellbereich 213  
Fertigbearbeitung 573  
Fertigung 28  
- endkonturnahe 318  
Fertigungsaufgaben 407, 416, 417,  
710, 720  
Fertigungsgenauigkeit 158  
fertigungsgerecht 142  
Fertigungskapazität 52  
Fertigungsmesstechnik 76  
Fertigungsprozess 28, 34  
Fertigungstechnik 28  
Fertigungsverfahren 28  
Fertigziehen 349  
Festigkeit 160  
Festkörperlaser 392  
Festkörperreibung 189  
Fest-Los-Lagerung 203  
Festwalzen 361  
Festwalzmaschinen 362  
Fettschmierung 207  
Finishtopscheibe 719  
Finiten Elemente 164  
Flachbackenwerkzeug 360  
Flachbettbauweise 180  
Flachbettdrehmaschinen 457  
Flachbettlaseranlage 394  
Flachdraht 349  
Flächenspannfutter 256  
Flächenträgheitsmoment 162, 180  
Flächenverbund 586  
Flachprodukte 354  
Flachschleifen 655, 662  
Flachwalzanlagen 354  
Flexform-Verfahren 336  
Flexibilität 157  
Fliegende Schere 381  
Fließgutfertigung 353  
Flugzeugindustrie 571  
Flüssigkeitsreibung 189  
Folgeoperationen 319  
Folgepressen 319  
Folgeschnitt 385  
Folgeverbundwerkzeuge 326, 385  
Folgewerkzeuge 385  
Formatbreite 382  
Formate 379  
Formbohren 510  
Formgenauigkeit 403  
Formkategorien 138  
Formrolle 635, 664, 666, 670  
Formschluss 249  
Form-Schrägeinstechschleifen 647  
Formteile 384  
Fräs-Dreh-Maschinen 552  
Fräsen 523  
Fräsmaschinen 523  
Fräsverfahren 523  
Fräswerkzeugtypen 525  
Freiformschmieden 301  
Frequenzumrichter 215  
- feldorientierter 216  
Fressverschleiß 190  
Friktionsspindelpresse 305

- Frontdrehmaschine 439  
 Fugendämpfung 182  
 Führung  
   - aerostatische 194  
   - hydrostatische 194, 574  
 Führungen 651, 658  
 Führungsbahnabdeckung 197  
 Führungsflächen 576  
 Führungsrohre 449  
 Führungsschlitten 501  
 Führungssystem  
   - innenliegendes 477  
 Fundamentalvoraussetzungen 78  
 Funktion 137  
 Funktionsplan 272
- G**
- Gantry 537  
 Gantry-Antrieb 224, 229  
 Gantry-Bauweise 476, 569, 583  
   - modifizierte 581  
 Gaußsche Normalverteilung 96  
 G-code 278  
 Gebrauch 134  
 Gegenfließpressen 315  
 Gegenhalter 388  
 Gegenhalterkolben 387  
 Gegenlaufabrichten 637  
 Gegenschlaghämmer 297, 298  
 Gegenstempel 386  
 Gegenzug 334  
 Gehrungssägen 615  
 Gelenkantrieb 314  
   - mehrgliedrig 316  
 Gelenkstabkinematik 181  
 Genauigkeit 130, 240  
   - des gefertigten Werkstücks 159  
   - dynamische 159  
   - geometrische 158  
   - stationäre 158  
   - thermische 159  
   - von Werkzeugmaschinen 407  
 Generalüberholung 71  
 Geradeausziehmaschinen 347
- Geradführung 187  
 Gesamtanlageneffektivität 156  
 Gesamtschneidkraft 386  
 Gesamtschnitt 385  
 Gesamtsteifigkeit 480  
 Geschwindigkeitsverhältnis 637  
 Gesenkbiegen 364  
 Gesenkbiegepressen 364  
 Gesenkschmieden 297, 301, 307  
 Gestalt 135, 137  
 Gestaltelemente 137  
 Gestalten  
   - werkzeugmaschinengerecht 32  
 Gestalter 134  
 Gestaltstruktur 137  
 Gestaltung  
   - material- und fertigungsgerechte 142  
 Gestellbauformen 179, 309, 528  
 Gestellbauteile 481, 574  
 Gestellwerkstoff 182  
 Getriebe  
   - elektronische 435  
 Getriebeteil 357  
 Getriebeübersetzung ins Langsame 234  
 Gewichtskraft 233  
 Gewichtsreduzierung 336  
 Gewindeschneidfutter 257  
 Gewindespindel 303  
 Gewindestange 360  
 Gewindesteigung 360  
 Gewindewalzen 360  
 Gewindewalzmaschinen 360  
 Glanzgrad 399  
 Glattschnittanteil 379  
 Glattwalzen 361  
 Glattwalzmaschinen 361  
 Gleichlaufabrichten 637  
 Gleichstrommotor 212  
 Gleitbelag  
   - abformbarer 190  
 Gleitziehen 346  
 GRAFCET 274  
 Granit 183

Graycode 240  
Greiferschienensystem 318  
Greifersystem 321  
Greiferzangen 321  
Grobblech 397  
Großbandsäge-Maschinen 624  
Größen  
- dynamische 118  
- kinematische 118  
Großraumpressen 319  
Großteile 467  
Großteil-Transferpressen 318  
Grundentgelt 61

**H**

Haftreibung 189, 231  
Halbleiter-DMS 118  
Halbleiter-Widerstandsthermometer  
123  
Hämmer 297  
Handbediente Drehmaschinen 420  
Handonmaschine 704  
Handling 319  
Handlingszellen 451  
Handspannmittel 258  
Hartbearbeitung 579  
Hauptbewegung 410  
Heidenhain 576  
Herstellung 134  
High Speed Cutting 579  
Hilfsmassedämpfer 184  
Hilfsstoffe 59  
Hinterachskomponenten 342  
Hinteranschlag 365  
Hinterbearbeitungsschlitten 447  
Hinterschnitt 336  
Hochdruckaggregat 400  
Hochdruckspeicher 331  
Hochdruckwasserstrahl 398  
Hochgenauigkeitslager 208  
Hochgeschwindigkeitsbearbeitung  
579, 584  
Hochlaufzeit 217, 234  
Hochleistungssägen 620

Hochleistungserspanung 257  
Hochschule für Gestaltung 134  
höherfeste Bleche 373  
Hohlkörper 346  
Hohlschaftkegel 249  
Honen 701  
Honwerkzeug 708  
Horizontal-Bandsägemaschinen 610  
Horizontalbauweise 343  
Horizontalbearbeitungszentren 554  
Horizontale Honmaschinen 704  
Horizontalpressen 315  
Horizontalzylinder 340  
HSC 580  
HSC-Maschine 580  
HSC-Nachrüstsätzen 580  
HSC-Spektrum 580  
Hub 311  
Hubantrieb 707  
Hublänge 311  
Hubzahl 299  
Hybridbearbeitung 476  
Hybridlager 208  
Hydraulikkolben 332  
Hydrodehnspannfutter 257  
Hydroforming 335  
Hydromec-Verfahren 335  
Hydrostatikbuchse 443  
Hydrostatikführungen 443  
Hypoidgetriebe 225

**I**

IHU-Pressen 342  
IHU-Teile 342  
Industriedesign 134  
Informationsverlust 88  
Inkrementalgeber 244  
Innenbearbeitung 362, 469  
Innen-Hochdruck-Umformen 339  
Innenläufermaschine 328  
Innenräumen 591  
Innenraumwerkzeuge 593  
Innenrundscheifen  
- spitzenloses 649

- Innenrund-Umfangs-Längsschleifen 648  
 Innenrund-Umfangs-Querschleifen 648  
 Innenstößel 333  
 In-Process-Dressing 675  
 In-Process-Messwertaufnahme 709  
 Instandhaltung 59  
 Instandhaltungskosten 65  
 Integral-Grundkörper 481  
 Integralschaum 403  
 Integrationsfähigkeit 157  
 Integration von Bearbeitungsverfahren 425  
 Interferometer 112  
 Interpolation 239, 277  
 Interpolationsfehler 240  
 Investitionsgüter 420  
 Isothermschmieden 339
- K**
- Kalibrierketten 131  
 Kalibriervorgang 341  
 Kaltband 354  
 Kaltfließpressen 315  
 Kaltumformung 290  
 Kanalstruktur 453  
 Kapazität 53, 55  
 Kapazitätserweiterung 68  
 Kapillardrossel 192  
 Karosseriebauteile 326  
 Karusseldreharbeiten 573  
 Kavitäten 586  
 Kegelpaarung 248  
 Kernbohren 513  
 Kernprozesse 42  
 Kippsteifigkeit 163  
 Klassifizierung der Werkzeugmaschinen 155  
 Kleinserienfertigung 336  
 Klemmen  
 - mechanische 186  
 - thermische 188
- KM-Schnittstelle 251  
 Knetwelle 328  
 Kniegelenk 313  
 Kniehebel 313  
 Kniehebelsystem 313  
 Kollisionskontrolle 586  
 Kompensationsmethode 83  
 Komperatorprinzip 91  
 Komplettbearbeitung 390, 417, 418, 425, 426, 437, 569  
 Komplettbearbeitungsmaschinen 31  
 Kompositionsprinzipien 140  
 Konsolbauweise 179  
 Konsoltisch 535  
 Konstruktion  
 - steifigkeitsgerechte 162  
 Kontaktlänge 640  
 Kontaktplan 272  
 Kontaktsteifigkeit 162  
 Konturgenauigkeiten  
 - volumetrische 576  
 Konzept zur Drehbearbeitung 411  
 Koordinatenbezeichnungen 528  
 Kopfpresse 319  
 Kopfstück 313  
 Kosten 38, 134  
 Kraftspannmittel 258  
 Kraftstoffleitungen 372  
 Krankheit 61  
 Kreisformtest 231  
 Kreisfrequenz 167  
 Kreismesser 381  
 Kreissägemaschinen 608, 613  
 Kreuztisch 560  
 Kreuztischmaschine 530  
 KSS-Anlagen 502  
 Kugelgewindeantriebe 575  
 Kugelgewindetrieb 226  
 Kugelrollspindel 443  
 Kühlmittelanlage 460  
 Kühlschmiermittel 716  
 Kühlschmierstoffe 709  
 Kunstharzbindungen 632  
 Kupplungs-/Bremskombination 322  
 Kupplungsspindelpresse 305

Kurbelpressen 294, 311  
Kurbelwinkel 308  
Kurvenscheren 382  
Kurvensteuerung 318  
Kurzhubgesenkhammer 294  
Kurzhubhonen 702, 712  
Kurzzeitfähigkeit 175  
KV-Faktor 229, 237

**L**

Lage 222  
Lagemessung  
- direkte 236  
- indirekte 231, 236  
Lagerabstand  
- optimaler 201  
Lageregelbarkeit 231  
Lageregelgenauigkeit 223  
Lageregelkreis 229  
Lageregeltakt 231  
Lageregler 229  
Lagertechnik  
- automatisierte 626  
Lagerung  
- angestellte 203  
Lagervorspannung 205  
Lamellenträger 356  
Längenmesssysteme 106, 114  
Längenmessung 100  
Langgutlager 626  
Langhubhonen 702  
Längs-Außen-Profilschleifen 655  
Längsnahtschweißen 372  
Längsteilanlagen 382  
Längs-Umfangs-Planschleifen 655  
Längswalzanlagen 353  
Längswellenantrieb 312  
Laschen 390  
Laser-Integration 552  
Laserinterferometer 111  
Laserschneidkopf 390  
Laserstrahl 390  
Lasertechnologien 392  
Lastenheft 650

Lastmoment 232  
Lebensdauer  
- wirtschaftliche 69  
Lebensmittelindustrie 399  
Lebenszykluskosten 157  
lehrsches Dämpfungsmaß 168  
Leichtbau 342  
Leichtbaumaßnahmen 169  
Leistung 134  
Leistungsentgelt 61  
Leitkurve 586  
Leitspindel 421  
Life Cycle Cost 57  
Linearantriebe 318  
Linearfertigung 368  
Linearität 130  
Linearmotoren 223, 234, 400  
Linear-Wälzführungen 574  
Lochen 376  
Lohnnebenkosten 61  
Lookahead-Funktion 231  
Los 54  
Lösungen 638

**M**

Magnetspannvorrichtung 260  
Managementprozesse 43  
Manipulator 622  
Manuelle Programmierung 281  
Maschinenbett 461  
Maschinengenauigkeit 576  
Maschinengestell 651  
Maschinenkinematiken 680  
Maschinenkonzept 424, 425, 429  
Maschinenkonzeption 30  
Maschinenrahmen 389  
Maschinenschraubstock 260  
Massenausgleichselemente 384  
Massenträgheit 230, 234  
Massivumformteile 321  
Massivumformung 290  
Maßkalibrieren 353  
Maßverkörperung 80  
materialgerecht 142

- Materialkosten 60  
 Median 95  
 Mehrdraht-Ziehmaschinen 347  
 Mehrlohn 59  
 Mehrmaschinenbedienung 53  
 Mehrseitenbearbeitung 585  
 Mehrspindel-Drehautomat 432  
 Mehrstufenpresse  
   - hydraulische 337  
 Mehrstufenpressen 321  
 Membrandrossel 193, 209  
 Membranspannfutter 258  
 Mengenleistung 157  
 Mengensägen 619  
 Merker 274  
 Messabweichung 91  
   - 1. Ordnung 91  
   - 2. Ordnung 91  
   - kinematische 92  
   - systematische 93  
   - zufällige 93  
 Messanlage 80  
 Messeinrichtung 78  
 Messen 78  
 Messergebnis 78  
 Messersätze 383  
 Messerschneiden 376  
 Messglieder 80  
 Messgröße 78  
 Messmethode 82  
 Messobjekte 78, 100  
 Messort 78  
 Messprinzip 82  
   - abbildendes 241  
   - interferenzielles 242  
 Messsystem  
 Messsysteme  
   - induktive inkrementale 109  
   - inkrementale 107  
   - interferentielle inkrementale 116  
   - interferometrische inkrementale 111  
   - magnetische inkrementale 109  
   - photoelektrisches inkrementales 109  
 Messverfahren 86  
   - absolute 113, 240  
   - analoge 88  
   - digitale 89  
   - direkte 86  
   - diskontinuierliche 88  
   - indirekte 87  
   - inkrementales 239  
   - kontinuierliche 88  
 Messwert 78  
 Messwertauflösung 237, 238  
 Messwerterfassung 236  
 Messwertgenauigkeit 237  
 Metallbearbeitung 402  
 METAV 417  
 Methode der finiten Elemente 480  
 Methoden  
   - statistische 95  
 Mieten 64  
 Mischkopf 400  
 Mischreibung 189  
 Mittelwert 95  
 Mittenantrieb 583  
 Modalanalyse 170, 481  
 Modularität 439  
 Modulsystem 409  
 Modul-Bauweise 457  
 Moiré-Effekt 242  
 Motorspindel 219, 584  
 Multi-Blanking-Anlagen 382  
 Multi-Tool-System 468  
 Multitoolwerkzeug 389  
 Multiturn-Drehgeber 246
- N**
- Nacharbeit 59  
 Nachführmethode 85  
 Nachgiebigkeit 161  
   - dynamische 166  
 Nachgiebigkeitsfrequenzgang 167  
 near-netshape 318  
 Neigungswinkel 380  
 Nennkraft 303  
 Nichteisenmetalle 396

Niederhalte kraft 334  
Niederhalter 380  
Niederhalterstößel 334  
Niederzugfutter 258  
Niveauindex 175  
Normalmaschine 514  
Normalverteilung  
- standardisierte 98  
Nullpunktspannsystem 253  
Nutzungsdauer 70  
Nyquistdiagramm 167

**O**

O-Anordnung 163, 196, 203, 226  
Oberbär 301  
Oberdruckhämmer 297  
Oberflächenqualität 335, 399  
Oberflächenwalzverfahren 361  
Obermesser 380  
Oberwalze 370  
O-Gestell 309  
O-Gestellbauweise 300  
Öl-Luft-Schmierung 207  
Ordnungsmäßigkeit 39  
Organisation 37  
Ortskurve 167

**P**

Palettenspeicher 559  
Palettenwechselsystem 572  
Parallelhaltung 331  
PC-Bussystem 368  
Pendelhub 324  
Pendelschleifverfahren 662  
Peripheriegeräte 478  
Persönliche Verteilzeit 56  
Pflichtenheft 650  
Phasenwinkel 167  
Piezoelement 184  
Pinolenkasten 445  
Plananlage 248, 258  
Planetengetriebe 218, 225  
Planscheiben 460

Plan-Seitenschleifmaschinen 691  
Plasmaschneidanlagen 378, 397  
Plasmaschneidkopf 397  
Plasmastrahl 396  
Plateaubearbeitung 710  
Platine 366  
Platinenschneidanlagen 384  
Plattenmaschine 515  
Pleuel 310  
Polpaarzahl 215  
Polygon 251  
Portal 561, 569  
Portalbauweise 179, 399, 569  
Portalmaschinen 571  
Positioniereinheiten 389  
Positioniergenauigkeit 159, 660  
Positionierung  
- mehrdimensionale 116  
Positionserfassung 105  
Positionsmesssysteme 105  
Postprozessor 285  
Präzisions-Drehmaschinen  
- konventionelle 421  
Präzisionsführung 387  
Präzisionsgetriebe 225  
Präzisionsschmieden 306, 339  
Präzisionsschnitt 402  
Prellschlag 303  
Prellschlagkraft 304  
Presse  
- mechanische 308  
- hydraulische 294  
Pressenkörper 293  
Pressenlinien 319  
Pressenrahmen 293  
Pressentisch 308  
Presskraft 308  
Pressmaschinen 293  
Produktionsdrehautomaten 424  
Produktionsfaktoren 57  
Produktionsplanungssysteme 572  
Produktionstechnik 26  
Profildraht 348  
Profilherstellung 346  
Profilieren 634

Profilschienen 373  
 Profilschienenführung 196  
 Profilstangen 349  
 Profilsteigung 360  
 Programmierung  
 - rechnergestützte 282  
 - werkstatorientierte 282  
 Prototypenfertigung 335  
 Prozeduren 39  
 Prozessdatenerfassung 503  
 Prozesse 39  
 Prozessfähigkeit 175  
 Prozessfähigkeitsindizes 129  
 Prozessfähigkeitsuntersuchungen 129  
 prozessgeführt 269  
 Prozessgrößen 639  
 Prozessketten 41, 43  
 Prozesslage 129  
 Prozessmanagement 43  
 Prozessorganisation 38  
 Prozesssteuerung  
 - statistische 124  
 Prüfanweisungen 132  
 Prüfmittelüberwachung 130  
 Pseudozufallsfolge 240  
 Pumpensystem 400

## Q

Qualität 38  
 Qualitätsdatenbasis 76  
 Qualitätsregelkarten 124  
 Quartogerüst 354  
 Querbalken 569  
 Querkeilwalzen 358  
 Querschiene 389  
 Querschnittsabnahme 347  
 Querteilanlagen 380  
 Querteilschere 380  
 Querwalzanlagen 353  
 Querwellenantrieb 312

## R

Radial-Axial-Umformung 357  
 Radial-Biegestempel 368  
 Radialfertigung 368  
 Radialschrägkugellager 203  
 Radialwalzen 358  
 RAM 571  
 Randfestigkeit 361  
 Randzone 362  
 Randzonenausbildung 643  
 Rastkraft 224  
 Raststufen 324  
 Ratio 69  
 Rationalisierung 69  
 Rattern 172  
 Räumen 590  
 Raumkosten 64  
 Räummaschinen 596  
 Räumwerkzeug 590  
 Reaktionsharzbeton 182  
 Reckwalzen 358  
 Referenzmarken 113  
 Reflexionsvermögen 402  
 Refraktometer 112  
 Regelung 265  
 Reiben 472  
 Reibkraft 233  
 Reibkraftcharakteristik 190  
 Reibschluss 249  
 Reibtrieb 304  
 Reibungszustand 189  
 Reinigen 634  
 Reinmetalle 402  
 Reitstock 462  
 Relativbewegung 366, 409  
 Reproduzierbarkeit 590  
 Resonanz 168  
 Reststück 450  
 Revolverstanzmaschine 389  
 Richtanlage 321  
 Richtmaschine 380  
 Richtungserkennung 238  
 Riemengetriebe 217  
 Ringwalzmaschinen 357

- Ringzacke 386  
Ringzackenkolben 387  
Ritzel-Zahnstange-Getriebe 228  
Rohrstrangpresse 343  
Rohrverzweigungen 340  
Rollformanlagen 373  
Rollformen 372  
Rollreibung 195  
Rotationsscheren 381  
Ruck 231  
Rückfederung 366  
Rückhub 304, 305  
Rückseitenbearbeitung  
- doppelte 447  
Rückwirkung 83  
Rundbiegemaschinen 370  
Rundknetmaschinen 328  
Rundlaufgenauigkeit 256  
Rundmesser 382  
Rund-Schwenktisch 534  
Rundwalzen 359  
Rundwerkzeuge 360  
Rüstzeit 335
- S**
- Sägeautomaten 619  
Sägeeinheit 613  
Sägemaschinen-Steuerungen 617  
Sägen 607  
Sägeverfahren 607, 611  
- Bewertung 613  
Sägevorschub 616  
Sägevorschub-Technologie 617  
Sägewerkzeuge 608  
Sägezentren 621  
Sampling 88  
Säulenbauweise 179  
Schabotthämmer 298  
Schärfen 634  
Scheren 378, 379  
Scherschneiden 376  
Scherstation 321  
Schichten 54  
Schichtzeit 54  
Schiebeeinsätze 340  
Schiebetische 384  
Schlagzahl 299  
Schlaufengrube 380  
Schleifenergie 638  
Schleifgeschwindigkeitsverhältnis  
639  
Schleifkraft 640  
Schleifleistung 641  
Schleifmittel  
- hochharte 632  
- konventionelle 631  
Schleiföle 638  
Schleifscheiben  
- konventionelle 644  
Schleifscheibendurchmesser  
- äquivalente 640  
Schleifscheibenverschleiß  
- radialer 641  
Schleifscheibenwechsel 678  
Schleifspindelantrieb 659  
Schleifspindeln 651  
Schleifverhältnis 641  
Schleppfehler 230  
Schleppwalzapparat 348  
Schlichten 286, 287  
Schließkraft 340  
Schlitten 358  
Schmiedelinie 338  
Schmierung 197  
Schneckenantriebe  
- hydrostatische 575  
Schneckengetriebe 225  
Schneiddüse 396  
Schneiden 377  
Schneidenergie 397  
Schneidgas 392  
Schneidgeschwindigkeit 401  
Schneidprogramm 401  
Schneidspalt 379  
Schneidstoffe 709  
Schneidstößel 386  
Schneidwasser 401  
Schnellfräsen 579  
Schnellhub-Pendelschleifen 687

- Schnellläuferpressen 378  
Schnitt  
- gestützter 386  
Schnittbewegung 702  
Schnittflächen 386  
Schnittfuge 392  
Schnittgeschwindigkeit 211, 394, 639  
Schnittkoordinaten 401  
Schnittkraft 211  
Schnittkraftberechnung 414  
Schnittleistung 414  
Schnittlinie 377  
Schnittschlag 379  
Schnittstelle  
- digitale 244  
Schrägbettbauweise 180  
Schrägwalzmaschinen 353  
Schraubeinheiten 369  
Schrumpffutter 257  
Schruppen 286  
Schubladeneffekt 186  
Schulterführungskonzept 684  
Schwalbenschwanz 448  
Schwenkbiegemaschinen 366  
Schwenkbiegen 364  
Schwenkbrücke 538  
Schwenk-Dreh-Kombination 484  
Schwenkfutter 470  
Schwensynchronspindel 445  
Schwertzapfen 253  
Schwingfestigkeit 362  
Schwingschnitt 380  
Schwingungen 165, 218, 231  
- erzwungene 165, 205  
- freie, gedämpfte 171  
Schwingungstilgung 184  
Schwungrad 303, 308  
Schwungradspeicher 325  
Schwungrad-Spindelpressen 303  
Segmentwerkzeuge 360  
Selbsterregte Schwingungen 172  
Selbsthemmung 248  
Semi-Closed Loop 238  
Sendzimir-Gerüst 354  
Senken 472  
Senkrecht-Außenräummaschinen 598  
Senkrecht-Fräsmaschinen 528  
Senkrecht-Innenräummaschinen 597  
Sensoren 100  
Servoantrieb 326, 388  
Servomotor 221  
Servopressen 315, 322  
Setzstock 460, 469, 651  
Sextogerüst 354  
Sicherheit  
- statistische 99  
Sicken 390  
Sieben Verschwendungsarten 51  
Siemens 576  
Single Tube System 514  
Singleturn-Drehgeber 246  
Sonderfräsmaschinen 530  
Sortieren durch Roboter 624  
Spaltanlagen 382  
Späneentsorgung 460  
Spanen 607  
Spanndorn 259  
Spannkopf 259  
Spannmarken 255  
Spannstock 260  
Spannsystem 250  
Spannungsspitzen 331  
Spannungsstellbereich 213  
Spannzangenfutter 256, 259  
Spannzylinder 442  
Span-zu-Span-Zeit 212  
Sperrluft 208  
Spezifisches-Gantry-Konzept 479, 483  
Spielfreiheit 186  
Spindeleinheiten 573  
Spindeleinheitenwechsler 572  
Spindelkasten 439, 462  
Spindellage 432  
Spindellager 208  
Spindelmotoren 442  
Spindeln  
- vagabundierende 453

- Spindelschlagpresse 305  
Spindelsteigung 226, 234  
Spindeltrieb 303  
Spindeltrommel 441  
Spitzendrehmaschinen 409, 457  
Spritzschichten  
- thermische 711  
Squeeze-Film-Effekt 170, 190  
Stabilität 130  
Stahl-Crushierrolle 670  
Stahlkugeln 337  
Standardabweichung 96  
Ständerbauweise 179  
Ständerfräsmaschinen 529  
Stangenführung 449  
Stangenlademagazin 450  
Stanzabfall 388  
Stanzautomaten 315  
Stanz-Biegeteile 385  
Stanzen 377  
Stanz-Laser-Kombinationen 384  
Stanz-Lasermaschinen 378  
Stanz-Nibbelmaschinen 390  
Stanzwerkzeug 378  
Stapeljochsysteme 626  
Steifigkeit 160, 192, 195, 227  
- dynamische 165, 190  
- statische 161  
Steilkegel 251  
Stellgrößen 638  
Steuern 263  
Steuerung 262  
- analoge 268  
- binäre 269  
- digitale 268  
- elektrische 268  
- mechanische 266  
- speicherprogrammierbare 268, 270  
- verbindungsprogrammierte 268  
Steuerungstechnik 691  
Stichprobenprüfung 124  
Stick-Slip-Effekt 190  
Stoffe  
- formlos feste 337  
Störungen 73  
Stößel 293  
Stößelbeschleunigung 323  
Stößelgeschwindigkeit 310, 313  
Stößelkraft 294, 313  
Stößelverriegelung 331, 341  
Stößelweg-Zeit-Charakteristik 314  
Strahlauslauf 399  
Strahldivergenz 397  
Strahlleistung 401  
Strangpressen 332, 343  
Streckziehen 332  
Streifenscheren 381  
Streuungsindex 175  
Stribeck-Kennlinie 189  
Strömungsgeschwindigkeit 398  
Struktur 137  
Strukturbauteile 340  
STS (Single Tube System) 489  
Stückgut 353  
Stückzeit 454  
Stufenpressen 317  
Stützwalzen 354  
Superfinishbänder 718  
Superfinishen 712  
Superfinishmaschinen 715  
Superfinishsteine 717  
Support 569  
Supportkonzept 682  
Synchrone Steuerung 269  
Synchronmotor 213, 222, 442  
Synchronspindel 445  
Systemdarstellung 409  
Systeme  
- technische 27  
Systemgrößen 638
- T**
- Tafelscheren 379  
Taktzeit 326  
Tänzerrollen 347  
Tapping Center 567  
Tätigkeitszeit 53  
Technischer Fortschritt 72

Technologiedaten für die Bohr-  
 bearbeitung 521  
 Teiletransfer 324  
 Teilung  
 - periodische 238  
 Temperaturdehnung 174  
 Temperaturleitfähigkeit 174  
 Temperaturmessung 122  
 Temperaturskala  
 - internationale 123  
 Thermospannung 124  
 Tiefbohren 489  
 Tiefbohrmaschinen 496, 513  
 Tiefbohröle 501  
 Tiefbohrverfahren 489, 513  
 Tiefschleifen 663  
 Tiefziehen 314  
 - hydromechanisches 335  
 Tiefziehverfahren  
 - wirkmedienbasierte 335  
 Titanlegierung 402  
 Torque-Antriebe  
 - integrierte 477  
 Torque-Motor 223, 235, 322, 538  
 Torsionssteifigkeit 161, 373  
 Traganteil 362  
 Trägersägen 618  
 Tragkraft 192  
 Transferanlagen 329  
 Transfereinrichtungen 317  
 Transferpressen  
 - mechanische 315  
 Transferstraße 558  
 Transfersysteme 319  
 Transferwerkzeuge 387  
 Treibscheiben 304  
 Trends  
 - technologische 34  
 Trennfestigkeit 386  
 Triogerüst 354  
 Trockenlauf 401  
 Trommelschaltung 453  
 Tryoutpressen 325  
 Twin-Anordnung 397

## U

Überdeckungsgrad 637  
 Überlastfähigkeit 222  
 Überrollfrequenz 206, 219  
 Übersetzung ins Langsame 217, 225  
 Übersetzung ins Schnelle 218  
 Überwachungssysteme 617  
 U/f-Betrieb 215  
 Umfangslinien 382  
 Umformarbeit 308  
 Umformautomaten 293, 384  
 Umformmaschinen 290  
 Umformstufen 317  
 Umformtechnik 290  
 Umkehrpunkt 386  
 Umkehrspiel 223, 225, 228, 231  
 Umwelt 134  
 Universal-Dreh-/Fräsmaschine 426  
 Universal-Drehmaschine 422  
 Universalfräsmaschinen 530, 533  
 Universalmaschine 515  
 Universalsägen 618  
 Universal-Spindeleinheiten 573  
 Unsicherheitsfortpflanzung 94  
 Unterbär 301  
 Untermaßzapfen 253  
 Unterschlitten 571  
 Unterstützungsprozesse 42  
 Unterwalzen 370  
 Unwucht 384  
 Urlaub 61  
 Urwert 125  
 UTC-Zeitskala 121  
 u-Verteilung 98

## V

V-Abtastung 114  
 Vakuumsaugerspinnen 318  
 Vakuumspannvorrichtung 260  
 Varianz 96  
 VDI-Schnittstelle 252  
 VDW 416  
 Verbundwerkstoffe 399

- Verfahrens kinematiken 712  
Verfahrensvergleich 73  
Verfahrgeschwindigkeiten 574  
Vergleichselement 80  
Vergleichspräzision 130  
Vergleichsverfahren 90  
Verkettung 317  
Verknüpfungssteuerung 269  
Verriegeln 249  
Verrippung 162  
Verschleiß 189  
Verschwendung 50  
Verteilungsfunktion der Normal-  
verteilung 97  
Verteilzeit  
- sachliche 56  
Vertikaldrehmaschine 427  
Vertikaldrehzentrum 429  
Vertikale Honmaschinen 705  
Vertrauensbereich 99  
Vertrauensfaktor 99  
Vertrauensniveau 99  
Verzahnungen 573  
Verzug 403  
Vierbahnenbett 467  
Vierpunktkontakt 196  
Vincent-Bauart 304  
Vincent-Pressen 304  
Virtuelle Maschine 454  
Vollbohren 513  
Volumenstrom 332  
Vorbeschleunigung 331  
Vorfertigung 607  
Vorformpresse 342  
Vorgabezeit 55  
Vorrichtungsbaukasten 260  
Vorschlichten 286  
Vorschubantriebe der Bettschlitten  
518  
Vorschubgeschwindigkeit  
- tangentiale 639  
Vorschubgeschwindigkeiten 574  
Vorschubkraft 233, 353  
Vorschubleistung 415  
Vorschubzange 450  
Vorsteuerung 231  
Vorwärmung 339  
Vorziehen 349
- W**
- Waagrecht-Außenräummaschinen  
598  
Waagrecht-Fräsmaschinen 528  
Waben-Regalanlagen 626  
Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion  
97  
Walzanlagen 353  
Walzdorn 356  
Walzen 353  
Walzenlager 370  
Walzenvorschub 368  
Walzgerüst 354  
Wälzkörperrückführung 195  
Walzmaschinen 353  
Walzprofilieranlagen 372  
Walzprofilieren 364  
Walzrichtung 380  
Walzspalt 354  
Walzverfahren 353  
Walzziehen 346  
Walzziehmaschinen 348  
Warmband 354  
Wärmeeintrag 399  
Wärmequellen  
- externe 173  
- innere 173  
Wärmeverluste 223  
Wärmeverlustleistung 215  
Warmmassivumformung 306  
Warmumformautomaten 322  
Warmumformung 290  
Warmziehen 346  
Warngrenze 125  
Wartezeit 53, 55  
Wasseraufbereitung 400  
Wasserbecken 399  
Wasserstrahlschneidanlagen 378, 398  
Wechselgesenk 364  
Wechselpalette 254

- Wegaufnehmer 118  
 Wegmesssysteme 105  
   - inkrementale 652  
 Wegsteuerung 276  
 Weg-Zeit-Verlauf 314  
 Werkstattmessgeräte 100  
 Werkstoffschieber 450  
 Werkstoffspektrum 399  
 Werkstoffstangen 433  
 Werkstückabführung 451  
 Werkstückdrehzahl 639  
 Werkstückgeschwindigkeit 639  
 Werkstückspektrum 30  
 Werkstückspindelkasten 518  
 Werkstückspindelstock 651  
 Werkstückträger 528  
 Werkstücktransfer 311  
 Werkstückzuführung 451  
 Werkzeuge-Einheiten  
   - angetriebene 448  
 Werkzeugfolgeplan 454  
 Werkzeug-/Formenbau 571  
 Werkzeughalter 448  
 Werkzeugkosten 65  
 Werkzeugmagazin 485  
 Werkzeugpaket Tiefbohren 516  
 Werkzeugschlitten 443  
 Werkzeugspeicher 389  
 Werkzeugspindelkasten 518  
 Werkzeugstähle 399  
 Werkzeugsysteme 460  
 Werkzeugsystem-Paletten 468  
 Werkzeugträger 528  
 Werkzeugverschleiß 59  
 Werkzeugwechseinrichtungen 505  
 Wertschöpfung 49  
 Wertschöpfungsprozesse 42  
 Widerstandsthermometer 123  
 Wiederbeschaffungswert 71  
 Wiederholgenauigkeit 159, 249,  
   255, 659  
 Wiederholpräzision 130  
 Wiederverkaufswert 71  
 Winkelgenauigkeit 383  
 Winkelmesssysteme 115  
 Winkelscheren 383  
 Wirbelstromverluste 215  
 Wirkgrößen 639  
 Wirkmedium 335  
 Wirkungsgrad 225, 226  
 Wirtschaftlichkeit 39  
 Wuchtgüte 202  
 Wuchtsystem 551

## Z

- Zählmethode 85  
 Zahnradantrieb 304  
 Zahnriemengetriebe 226  
 Zeichen 135  
 Zeichenfunktion 141  
 Zeit 38  
   - pro Einheit 53  
   - tatsächlich gebrauchte 55  
   zeitgeführt 269  
 Zeitmessung  
   - digitale 121  
 Zeitquantisierung 88  
 Zeitspannungsvolumen 703  
 Zeitspanvolumen 639  
   - bezogenes 639  
 Zelle 155  
 Zentralwert 95  
 Zentrierdorn 358  
 Zentrieren 248  
 Zentriervorrichtung 382  
 Zentrischspanner 260  
 Zentrum 155  
 Zerspanleistung 590  
 Zerspanvolumen 640  
 Zerteilen 376, 379  
 Zerteilverfahren 376  
 Ziehbank 349  
 Ziehdüse 347  
 Zieheinrichtung 334  
 Ziehkissen 333  
 Ziehmaschinen 346  
 Ziehmatrize 335  
 Ziehrichtung 346  
 Ziehscheiben 346

## 742 Sachwortverzeichnis

---

- |                          |     |                          |     |
|--------------------------|-----|--------------------------|-----|
| Ziehschlitten            | 349 | Zuganker                 | 304 |
| Ziehstempel              | 334 | Zugankerbauweise         | 298 |
| Ziehstößel               | 314 | Zugspindel               | 421 |
| Ziehstufen               | 347 | Zuhaltekraft             | 341 |
| Ziehteilgeometrien       | 337 | Zusammenarbeit           |     |
| Ziehtrommeln             | 347 | - interdisziplinäre      | 420 |
| Ziehverfahren            |     | Zusatzmassen             | 169 |
| - wirkmedienunterstützte | 337 | Zustellung               | 707 |
| Ziehverhältnis           | 335 | Zwangsparallelführung    | 387 |
| Zinsen                   | 64  | Zweipunkt-Exzenterpresse | 369 |
| Zuführeinrichtung        | 398 | Zweipunktkontakt         | 196 |
| Zugänglichkeit           | 547 | Zylinderlaufbahnen       | 710 |