

Stichwortverzeichnis

3D-Jobs, 6

A

Achse

- , Dreh-, 15
- , Fahrzeug-, 79
- , Farbkodierung, 67
- , Haupt-, 15
- , Linear-, 15
- , Neben-, 15
- , Redundanz-, 15
- , Teleskop-, 88

Additionstheoreme, 76, 98

Ähnlichkeitstransformationen, 169

Androide, 1

Annäherungsvektor, 46

Anpresskraft, 149, 150

anthropomorph, 7, 137

- , Gelenkanordnung, 15

anthropozentrisch, *siehe* anthropomorph

Antriebe

- , Arten, 31
- , elektrische, 31
- , hydraulische, 31, 32
- , pneumatische, 31

Antriebs

- leistung
 - , abrufbare, 32
 - , installierte, 32
- system, *siehe* Antriebsstrang

approach-vector, *siehe* Annäherungsvektor

Arbeit

- , mechanische, 194
- , Prinzip der virtuellen, 194
- , Spann-, 194

, virtuelle, 244

- , externe Kraft, 247
- , Gelenantriebsmomente, 244
- , Vorzeichenkonvention, 244

Arbeitsraum, 20, 28

- , Orientierungs-, 120
- , Positions-, 120
- beschränkung, 133

Arkustangens, 64

- , 4-Quadrant, 65

Arm, *siehe* Manipulator

- , Master-, 9
- , menschlicher, 171
- , Slave-, 9
- länge, *siehe* DH-Parameter

Aufgabenstellung

- , Basiskinematik 1, 128
- , Basiskinematik 2, 132
- , Basiskinematik 3, 136
- , Basiskinematik 4, 138
- , Dynamik, 211
- , inverse Geschwindigkeitskinematik, 165
- , inverse Kinematik, 118
- , inverses statisches Problem, 200

Ausrichtung, *siehe* Orientierung

Auswuchtung, 233

Avionik, 79

B

Bahn, 28

- planung, 30

Basiskinematik

- 1, 128
- 2, 131
- 3, 135

4, 137
 Basisvektoren, 44, 49
 Begrenzungsfläche, *siehe* Volumenintegral
 Bernoulli, 217
 Bewegungs-Differenzialgleichungssystem, 222
 Bewegungsfreiheitsgrade, 156, 211, *siehe*
 Freiheitsgrade
 Bewegungsgleichung, 27, 211, 248, 252
 , Algorithmus, 255
 , Manipulatorsegment, 249
 , Realisierung in Simulationsumgebung,
 263
 , Simulation MRK, 273
 des Manipulators, 252
 für planaren 2-DoF
 Ellenbogen-Manipulator, 254
 Bezugskoordinatensystem, 44
 Bezugspunkt, 242
 Bildverarbeitung, 56
 Bindung, 213
 , innere, 217
 -szahl, 213
 bin-picking, 15
 Business-case Robotik, 37

C

CNC-Maschine, 4
 CoBots, *siehe* Collaborative Robots
 Collaborative Robots, 11
 Corioliskräfte, 253

D

d'Alembert, 217
 d'Albertysche Hilfskräfte, 216
 Degrees of Freedom, *siehe* Freiheitsgrade
 Denavit-Hartenberg, *siehe* DH
 Deviationsmomente, 231
 DH, 89
 -Algorithmus
 , Anbindung
 Endeffektorkoordinatensystem, 95
 , Bestimmung DH-Parameter, 95
 , Festlegung Koordinatensysteme, 94
 -Armlänge, 94
 Denavit und Hartenberg, 44, 91
 -Gelenkversatz, 94
 -Gelenkwinkel, 93, 94

-Hilfspunkt, 92, 94
 -Konvention, 12, 89, 91
 -Parameter, 93
 -Parameter-Tabelle, 94
 -Uneindeutigkeit, 95
 -Verwindungswinkel, 94
 Dichte, 227
 Direct-Drive, 31
 DoF, 12, *siehe* Degrees of Freedom
 Drehgeschwindigkeitsvektor, 230
 Drehmatrix, *siehe* Rotationsmatrix
 Drehmoment
 -konstante, 34
 Drehmomentvektor, 196
 Drehratensensor, 164
 Drehung, *siehe* Rotation
 , infinitesimal kleine, 160
 Drehwinkel, 88
 Dynamik, 27, 43, 210
 , wichtige Begriffe, 211

E

EE, *siehe* Endeffektor
 Eigenkollisionen, 28
 Einheiten
 , Normierung, 44
 Einsetzverfahren, 119
 Elementar-Rotation, 67
 Endeffektor, 8
 , einseitig verbunden, 215
 -freiheitsgrade, 165
 -kräfte und Momente, 200
 Energie
 , kinetische, 224, 235
 , Armsegment, 240
 , Aufteilung, 224
 , gesamt, 241
 , infinitesimale kleine, 225
 , potentielle, 221
 , Armsegment, 242
 , gesamt, 243
 , Vorzeichenkonvention, 242
 Erdbeschleunigung, 242
 -svektor, 242
 Euler, 217
 , inverser, 137
 , inverser 323, 110
 -Drehung, 43

- , Darstellungsformen, 79
 - , feste Achsen, 80
 - Jacobi-Matrix, 162
 - Rotationsmatrix
 - , ZYZ, 75
 - Singularität, 76
 - Winkel, 26, 43, 75
 - , 321, 79
 - , 323, 75, 137
 - , numerische Stabilität, 77
 - , Rotationsebene, 73
 - , ZYX, 79
 - , ZYZ, 73
 - Winkelgeschwindigkeit, 160
 - exponentielle Koordinaten, 82
- F**
- Fähigkeitslücken des Menschen, 9, 11
 - Fahrzeug, 79
 - Farbkennzeichnung, 84
 - Feder
 - , Dreh-, 193
 - , lineare, 193
 - Feldlinien, 30
 - Fix 123, 80
 - Flächenelement in Zylinder-Koordinaten, 235
 - Flugkörper, 79
 - Freiheitsgrade, 12, 211
 - , Berechnungsvorschrift, 215
 - , Gelenk-, 213
 - , Zahl, 211
 - Freischneiden, 198
 - Führungslinie, 212
- G**
- Gauß, 201
 - Eliminationsverfahren, 183
 - gebundener Vektor, 45
 - Gegengewicht, 31
 - Gelenk
 - , Bindung, 213
 - , Dreh-Neige-, 128
 - , Kugel-, 136
 - , prismatisches, 88
 - , Pseudo-Kugel-, 135
 - , Rotations-, 88
 - , Translations-, 88
 - , Wertigkeit, 213
 - , wirksames, 24
 - anordnung, anthropomorphe, 15
 - antriebe, 244
 - , zentrale und dezentrale, 31
 - Anzahl, 88
 - anzahl, 166
 - auswahlvariable, 88, 156
 - Nummerierung, 88
 - raum, 28
 - reibung, 245
 - typen, 213
 - variable, 88
 - , verallgemeinerte, 88
 - verbinder, 83
 - versatz, *siehe* DH-Parameter
 - vorschub, 89
 - winkel, 88
 - generalisierte Kraft, 220, 244
 - geschlossene kinematische Kette, 215
 - Geschwindigkeit
 - , Dreh-, 150
 - , EE-Dreh-, 155, 160
 - , EE-Translations-, 154
 - , Euler-Winkel-, 160
 - , Führungs-, 151
 - , Gelenkvariablen-, 150
 - , Relativ-, 151
 - , Relativedreh-, 237
 - , Translations-, 151
 - , Vorschub-, 150
 - des Endeffektors, 150
 - in Weltkoordinaten, 239
 - sverkopplung, Vektor der, 250
 - Geschwindigkeits-Kopplungsmatrix, 249
 - Geschwindigkeitsvektor
 - , Dreh-, 150, 155
 - , zeitliche Ableitung, 160
 - , Translations-, 154
 - Getriebe, 34
 - übersetzungsverhältnis, 34
 - gieren, 79
 - Gleichgewichtsbedingungen, 198
 - Gleitreibungszahl, 245
 - Gleitvektor, 46
 - Golem, 2
 - Grad der Überbestimmtheit, 170
 - Graphentheorie, 30
 - Gravitations

-komponenten, 249
 -vektor, 249
 gravitationsbedingte Kräfte und Momente, 249
 Grenztemperatur, 34

H

Haftreibungszahl, 245
 Hand-Drehen, 7
 Handhabung, *siehe* Manipulation
 Handhabungstechnik, 5
 Hand-Neigen, 7
 Handwurzel, 7, 138
 Hantieren, *siehe* Manipulation
 Hardware-in-the-Loop, 28
 Hauptachsen, 15
 , Lage bei Symmetrie, 233
 -koordinatensystem, *siehe*
 Hauptachsensystem
 -system, 232
 -transformation, 232
 Hauptträgheitsmoment, 232
 , Stab, 233
 Herzstück der Robotersteuerung, 7
 Hexapode, 17, 88, 268
 homogene Koordinaten, 56
 -systemtransformation, *siehe* homogene
 Transformation
 homogene Massenverteilung, 227
 homogene Transformation, 43, 56
 , elementare, 90
 , Matrix, 56
 Homunculum, 2
 Homunculus, *siehe* Homunculum
 hybride Fertigungszelle, 11
 Hydraulikzylinder, 32
 Hydromotor, 32
 Hydromotoren, 32

I

Index
 , hochgestellter, 45
 , tiefgestellter, 44
 -Übereinstimmungsregeln, 237
 Industrieroboter, 5, 8, 11
 , weltweiter Bestand, 12
 , weltweiter Umsatz, 12
 , Zugferd der, 11

Inertia, *siehe* Massenträgheit
 inertielle Verkopplung, 252
 infinitesimal kleine Bewegung, 195
 infinitesimaler Drehvektor, 160, 247
 Inkreisradius, 132
 innere Bewegung, *siehe* Nullraumbewegung
 Integratorblöcke, 264
 Interpolationspolynom, 30
 inverse homogene Transformationsmatrix, 57
 InvEuler323, 110
 Isolierlack, 34

J

Jacobi-Matrix, 24, 156, 219, 239, 247
 , algebraische, 160
 , allgemeine Definition, 265
 , analytische, 160, 164
 , Drehgeschwindigkeits-, 156
 , Euler-, 162
 , geometrische, 156, 160
 , Lineargeschwindigkeits-, 156
 , mathematischer Einschub zum Rang, 168
 , Nullraum, 175
 , Spaltenrang, 166
 , Zeilenrang, 165

K

Kante, 59
 Kardan
 -Aufhängung, 79
 -Winkel, 79
 Kern einer Matrix, *siehe* Nullraum
 Kettenregel, 153
 Kinästhetik, 9
 , Feedback, 11
 Kinematik, 20, 27, 43
 , Begriffsdefinition, 42
 , Beschleunigungs-, 190
 , differenzielle, 27, 43
 , direkte, 20, 43, 89
 , Euler323-, 137
 , geschlossene, 215
 , Geschwindigkeits-, 23, 43, 148, 150
 , inverse, 20, 42, 89, 118
 , Klassifikation, 215
 , Kugel-, 206
 , offene, 215

- , Parallel-, 16, 17, 88
- , Rückwärts-, 89
- , Seriell-, 15–17, 88
- , Vorwärts-, 89
- kinematisch
 - bestimmt, 215
 - unbestimmt, 215
- kinematische Redundanz, 166
- Kinetik, 27, 43, 211
- kleinste Quadratsumme, 201
- Knoten, 59
- Kollisionsfreier Pfad, 29
- Konfiguration, 21, 120
 - , 1, 2, 121
 - , Ellenbogen oben, unten, 121
 - , Hand links, rechts, 121
 - , KR30, 122
 - , links, rechts, 129
 - , oben, unten, 121
 - , Turm links, rechts, 121
- Koordinaten
 - , exponentielle, 82
 - , generalisierte, 216, 218
 - , homogene, 56
 - , Minimal-, 216
 - , verallgemeinerte, 216
 - , Zylinder-, 234
 - unabhängig, 230
- Koordinatensystem
 - , beschreibendes, 45
 - , Bezugs-, 44
 - , darstellendes, 237
 - , Endeffektor-, 45
 - , Achsbezeichnungen, 45
 - , Grundlagen, 44
 - , Inertial-, 44
 - , körpereigenes, 46
 - , lokales, 46
 - , Mess-, 237
 - , Welt-, 44
- körpereigenes Koordinatensystem, 46
- Kraft
 - , Coriolis-, 253
 - , d'Albartsche Hilfs-, 216
 - , eingeprägte, 217
 - , externe, 193, 194, 207
 - , generalisierte, 220, 244, 248
 - , konservative, 221
 - , Lagerreaktions-, 198, 216, 233
 - , nichtkonservative, 221, 244
 - , Antriebskraft, 245
 - , Reibung, 247
 - , Normal-, 245
 - , Rückstell-, 193
 - , verallgemeinerte, 196
 - , verlorene, 218
 - , Zentrifugal-, 253
 - , Zwangs-, 217
- Kräfte-Momenten-Gleichgewicht, 193
- Kreisel
 - kräfte und -momente, 249
 - kräftematrix, 250, 253
 - kräftevektor, 250, 253
- künstlicher Mensch, 1
- L**
- Lage, 26, 42
 - , Soll-, 118
 - energie, *siehe* potentielle Energie
- Lagerreaktionskräfte, 198
- Lagrange, 217
 - Funktion, 173, 222
- Lagrangesche Bewegungsgleichung, 216, 217, 222
- Lastfall, 27
- Leonardo da Vinci, 3
- lineares Gleichungssystem
 - , äquivalentes, 200
 - , Bestimmtheit, 167
 - , homogenes, 175
 - , überbestimmtes, 167, 177
 - , unterbestimmtes, 167, 169
- Lösung
 - , analytische, 119, 126
 - , geschlossene, 119, 126
 - , numerische, 119, 126
- Lösungen
 - , Anzahl nicht abzählbar, *siehe* Singularität
- Lösungsschar
 - , einparametrisch, 183
- Lösungsverfahren
 - , algebraisches, 120
 - , geometrisches, 120
- Lösungsvielfalt, 121, 172, 204, 205

M

- Manipulation, 8, 42
- Manipulator, 10, 11, 42
 - , 2-DoF Ellenbogen-, 133
 - , Aiko, 171
 - , anthropomorpher, 7, 186
 - , anthropomorpher 6-DoF, 137, 138
 - , articulated, 15
 - , artikulierter 3-DoF Ellenbogen, 159
 - , artikulierter Ellenbogen-, 16
 - , artikulierter planarer 3-DoF Ellenbogen-, 99, 129
 - , Bezeichnungen, 12
 - , Delta-, 17
 - , Gelenkarm-, 15
 - , Grad der Überbestimmtheit, 170
 - , horizontaler Knickarm, 16
 - , kartesischer-, 17
 - , kartesischer 2-DoF, 144, 168
 - , Knickarm-, 15
 - , KR30, 106, 122
 - , LBR iiwa, 171
 - , planarer 2-DoF Ellenbogen-, 131, 143, 180, 191, 197, 256
 - , planarer 3-DoF Ellenbogen-, 96, 119, 126, 144, 149, 214
 - , planarer 4-DoF Ellenbogen-, 170, 182
 - , redundanter, 171
 - , SCARA-, 16
 - , Schwenkarm-, 16
 - , überbestimmter, 166, 169, 171
 - , unteraktuierter, 166, 175
 - , unterbestimmter, 166, 175, 204
 - , vollbestimmter, 166, 167
 - Arten, 12
 - Bestimmtheit, 166, 206, 207
 - , Bedingungen, 166
 - mit einem Drehgelenk, 223
 - segment, 87
 - , starr, 88
- Manipulator mit Gelenkreihenfolge
 - Translation-Rotation, 272
- Manipulator mit zwei senkrecht aufeinander stehenden Drehachsen und Punktmassen, 271
- Manipulierbarkeit, 174
 - smaß, 174
- Maschine
 - , CNC-, 4
 - , Gleichstrom-, 31
 - , NC-, 4
- Massenfertigung, 5
- Massenmatrix, 241
 - , Eigenschaften und Bedeutung, 252
- Massenschwerpunkt, *siehe* Schwerpunkt
- Massenträgheit, 252
- Massenträgheitsmoment, 227
 - , axiales, 230
 - , Tensor, 230
- Master-Slave, *siehe* Master-Slave-System
- Master-Slave-System, 9, 10
- Matrix
 - , Geschwindigkeits-Kopplungs-, 249
 - , homogene Transformations-, 56
 - , Kern, 175
 - , Kreiselkräfte-, 250, 253
 - , Massen-, 241
 - , Moore-Penrose-Inverse, 173
 - , Nullraum, 175
 - , orthonormale, 54, 71
 - , Pseudo-Links-Inverse, 173
 - , Pseudo-Rechts-Inverse, 173
 - , Rotations-, 52
 - , schiefsymmetrische, 82
 - Exponentielle, 82
- Mechanik, 27, 211
- Mechatronik, 18
- Mehrkörper-System, 211
- menschliche Hand, 171
- menschlicher Arm, 171
- Mensch-Roboter-Kollaboration, 11, 200
- Methode der kleinsten Quadrate, 201
- Minimalkoordinaten, 216
- Minimierungsproblem, 172
- MKQ, *siehe* Methode der kleinsten Quadrate
- MKS, *siehe* Mehrkörper-System
- Modellbildung
 - der Kinematik, 43
- Modellfehler, 35
- Moment
 - , externes, 207
 - , Lagerreaktions-, 216, 233
 - , nichtkonservatives, 244
 - , verallgemeinertes, 195
- Monte-Carlo-Vorgehen, 34
- Moore-Penrose-Inverse, *siehe* Pseudo-Inverse
- Motor
 - , bürstenlos, 31

- Motorcontroller, 31
 Motorkonstante, 34
 Motorstrom, 34
 MRK, *siehe* Mensch-Roboter-Kollaboration
 Multifunktionsroboter, 37
- N**
- NC-Maschine, 4
 Nebenachsen, 15
 Nebenbedingung
 , nichtintegrale, 217
 nicken, 79
 Normalenvektor, 46
 normal-vector, *siehe* Normalenvektor
 Normierung, 44
 Nullmomentenregelung, 20
 Nullniveau, 221, 242
 Nullposition, 83, 93
 Nullraum, 175
 -bewegung, 15, 26, 174, 185
 , Beispiel, 26
 der Jacobi-Matrix, 175, 203
- O**
- OA-Neigen, 7
 ökonomische Nische, 9
 offene kinematische Kette, 215
 optimale Lösung, 173
 Optimalitätsbedingung, 173
 Optimierung, 126
 Orientierung, 26
 orthonormale Matrix, 54, 71
 Ortsvektor, 45
- P**
- Paracelsus, 2
 Parameterschätzfehler, 35
 Passivitätseigenschaft, 250, *siehe* Regelung,
 passivitätsbasierte
 perspektivische Transformation, 56
 Perturbation, 35
 Pfad, 28, 149
 Pfadplanung, 28
 Pick&Place, 8
 Pieper, 140
 Pose, *siehe* Lage
- Position, 26
 positiv definit, 252
 Potentialfeld-Methode, 30
 Potentialfunktion, 221
 Prinzip
 der Mechanik, grundlegendes, 217
 der virtuellen Arbeit, 194, 196, 210, 217
 von d'Alembert, 218
 Programmed Article Transfer, 5
 Projektmanagement, 37
 Proportionenlehre, 3
 Pseudo-Inverse
 , links, 173, 201
 , rechts, 173
 Pseudo-Kugelgelenk, 136
 PUMA, 7, 15
 Punktschweißen, 6
- Q**
- quadratische Form, 230, 249
- R**
- Rang, 168
 -abfall-Kriterien, 169
 -invarianz, 169
 Rapid-Prototyping, 27
 Raum
 , Arbeits-, 20, 29
 , Gelenk-, 29
 Rechte-Hand-Regel, 66, 152
 Rechtssystem, 66
 redundante Kinematik, *siehe* kinematische
 Redundanz
 Redundanz, 166
 , Nutzung, 172
 Regelung, 35
 , antriebsseitige, 35
 , dezentrale, 35
 , PD-, 35
 Reibmodell, 246
 Reibung
 , Arten der, 245
 , Gelenk-, 245
 , Gleit-, 245
 , Haft-, 245
 , Kraftmodell, 246
 , viskose, 245

- Richtungsvektor, 45
- Roboter, 1
- arm, 7, 10, *siehe* Manipulator
 - Arten
 - , cartesian, 17
 - , gantry type, 17
 - , Linear-, 17
 - , Portal-, 17
 - , Übersicht, 14
 - arten, 9
 - dichte, 12
- rollen, 79
- Rotation
- , Elementar-, 67
 - , Euler-, 73
 - des Bezugskoordinatensystems, 52
 - in bewegten Achsen, 74
 - in festen Achsen, 80
 - mit Matrix-Exponentieller, 82
 - mit Quaternionen, 81
 - um äquivalente Drehachse, 80
- Rotationen
- , verkettete, 69
 - im 2D, 63
 - im 3D, 66
- Rotationsmatrix, 52
- , 2D, 63
 - , 3D, 67
 - , Eigenschaften, 69
 - , elementar-, 68
 - , Euler
 - , ZYZ, 75
 - , graphische Ermittlung, 72
 - , inverse, 54
 - , Kommutativgesetz, 71
 - , Multiplikationsrichtung, 70
 - , transponierte, 54
 - , zeitliche Ableitung, 161
- Rotationsreihenfolge, 111
- Rotationswinkel, *siehe* Drehwinkel
- RPY-Winkel, 79
- Rückstellmoment, 193
- Ruheposition, 193
- R.U.R., 1
- S**
- Satz über Umkehrfunktionen, 188
- Schaltschrank, 32
- Scheinkraft, *siehe* Corioliskraft
- schiefsymmetrische Matrix, 82
- Schnittkräfte, 198
- Schraubenregel, 66, 150, 196
- Schwerpunkt, 224
- koordinaten, 225
- Sicherheitsanalysen, 200
- Signalflussplan
- , Simulation der Bewegung eines Manipulators, 264
- Singularität, 23, 121, 166, 175, 177
- , Basis-Kinematik 2, 133
 - , Begrenzungs-, 120, 179
 - , Einschränkung der Bewegungsrichtungen, 189
 - , Euler-, 76
 - , interne, 176, 177
 - , nahe Umgebung, 191
 - , notwendige Bedingung, 178
 - , praktische Auswirkungen, 189
 - , Zusammenhänge, 186
- Singularitätsbedingung, 177
- Singularwertzerlegung, 169
- sliding-vector, *siehe* Gleitvektor
- snake, 171
- Soll
- Bahn, 35
- Spannarbeit, 194
- Spline
- Interpolation, 30
- Starrkörper, 88, 213
- System, 213
- Statik, 26, 148, 192
- , inverse, 200
 - , Nebenbedingung, 202
- statisch
- bestimmt, 215
 - überbestimmt, 216
 - unbestimmt, 216
 - unterbestimmt, 215
- stehende Matrix, 37
- Steifigkeit, 16, 17
- Steiner-Anteil, 229
- Steuerung, 35
- Stillstandsverluste, 33
- Stribeck-Kurve, 246
- Stromregelung, 32
- Struktogramm
- , Basiskinematik 2, 143

, InvEuler323, 110
 System
 , Mehrkörper-, 211
 , Starrkörper-, 213
 Systemzustände, 264

T

Taille, 7
 TCP, 45
 Teachen, 20
 Telepräsenz- und Teleaktions-System, 9
 Teleskopachse, 88
 Tensor, 230
 Tool-Center-Point, 45
 topologische Anordnung, 43, 83
 Torsion, 216
 totales Differenzial, 219
 Trägheitsmoment, *siehe*
 Massenträgheitsmoment
 , langer dünner Stab, 235
 Trägheitstensor, *siehe* Tensor der
 Massenträgheitsmomente
 , Bezugskordinatensystem, 236
 , Indizes, 236
 , Tabellen, 232
 , Umrechnung, 237
 eines Stabs, 233
 eines zusammengesetzten Körpers, 268
 Transformation
 , Hauptachsen-, 232
 , homogene, 56
 , perspektivische, 56
 Transformationsgraph, 59
 Transformationsmatrix
 , homogene, 56
 , inverse homogene, 57
 Translation, 52
 Translationsvektor, 44, 52
 Transparenz, 9
 trapezförmiger Geschwindigkeitsverlauf, 30
 trigonometrischer Pythagoras, 123
 Tripod, 17
 Turm-Drehen, 7

U

UA-Drehen, 7
 UA-Neigen, 7

überbestimmt, 167
 Unimate 1900, 5
 Unimation, 5
 unterbestimmt, 167
 Unwucht, 233

V

Vektor
 , Annäherungs-, 46
 , approach, 46
 , Basis-, 49
 , Drehmoment-, 196
 , Erdbeschleunigungs-, 242
 , gebundener, 45
 , Gleit-, 46
 , Gravitations-, 249
 , infinitesimaler Dreh-, 247
 , kollinear, 24, 178
 , komplanar, 178
 , Komponentenschreibweise, 45
 , Koordinatenschreibweise, 45
 , Kreiselkräfte-, 250, 253
 , Normalen-, 46
 , Orts-, 45
 , Richtungs-, 45
 , sliding, 46
 , Translations-, 44, 52
 , verallgemeinerter Gelenkmomenten-, 195,
 211, 244
 , verallgemeinerter Kraft-, 196
 , verallgemeinerter Momenten-, *siehe*
 verallgemeinerter
 Gelenkmomentenvektor
 , Verschiebe-, 52
 verallgemeinerter Gelenkmomentenvektor, 195,
 211, 244
 verallgemeinerter Kraftvektor, 196, 247
 Verbiegung, 216
 Verkettungs-Regel, 52, 59
 Verluste
 , drehzahlabhängige, 33
 Verschiebevektor, 52
 Verspannungen, 216
 Verträglichkeitsbedingung, 200, 204
 Verwindungswinkel, *siehe* DH-Parameter
 virtuelle
 , Ladung, 30

- Arbeit, 218, *siehe* Prinzip der virtuellen Arbeit
 Verrückung, 26, 195, 218, 244
 , kartesische, 196
 Verschiebung, *siehe* virtuelle Verrückung
 virtuelles elektrisches Feld, 30
 Viskosität, 246
 Volumenelement
 , kartesisches, 228
 in Zylinder-Koordinaten, 234
 Volumenintegral, 227
 , Begrenzungsfläche, 228
 Vorschub, 88, 93
 Vorzeichenfunktion, 245
 Vorzeichenkonvention, 221
- W**
- Wälz
 -körper, 246
 -lager, 246
 Wärmeverluste, 33
- Weg, *siehe* Pfad
 Welt, 44
 Weltkoordinatensystem, 44
 Wertigkeit eines Gelenks, 213
 Wiederholgenauigkeit, 17
 Winkelgeschwindigkeitssensor, 164
 wirtschaftliche Statistiken, 12
- Z**
- Zähigkeitskoeffizient, 246
 Zange-Drehen, 7
 Zentrifugal
 -kräfte, 253
 -momente, 231
 zufallsorientierte Wegenetz-Methode, 29
 Zwangsbindung, 212
 , holonom, 217
 , nichtholonom, 217
 durch Führungslinie, 212
 Zwischenkreisspannung, 34
 ZYZ Euler-Winkel, 73