

# Index

## Symbole

2D 143, 314

## A

Ableitung 12f.  
Abweichung 16  
Abwicklung 76  
ACP 75  
ACT 377  
adaptive Vernetzung 166, 176, 266  
Akustik 47, 376, 382  
Amplitude 42, 343  
Analysetyp 129  
Animation 234  
Anregung 42, 342  
Ansatzfunktion 15  
Ansicht 151  
Antimetrie 202  
Antwortfläche 86  
Antwortspektrum 51, 129  
APDL 93  
Archivieren 127  
Assoziativität 9, 76, 89, 122  
Aufbereitung 98  
Augmented Lagrange 162, 396  
Ausbildung 7, 100  
Automatisierung 89  
Axialsymmetrie 143

## B

Balken 145  
belastungsgerecht 65  
Berechnungsingenieur 89, 99  
bereinigen 127  
Bericht 128, 236  
Beschleunigung 28, 196  
Betriebsfestigkeit 66, 172  
Beulen 35, 129, 333  
Bewegung 347

Bewertung 98  
Bibliothek 84  
Blade-Workstations 102  
Blech 180  
Bolzenlast 193  
Bremsenquietschen 47  
Bruchmechanik 72, 302

## C

CAD-System 9, 122, 132, 189  
Cauchy-Spannungen 26  
CFD 78, 374  
Cloud 103  
Cluster 105  
Component Mode Synthesis 64  
Composite 73, 322  
Compute-Server 105  
Containment-Test 352  
Co-Simulation 84  
Crash 57, 62  
Curve-Fitting 315

## D

Dämpfung 38, 40, 43, 52, 60, 343, 355, 362  
Datenaustausch 8f.  
Datenmanagement 101  
Datenmenge 127  
Dehnungen 226  
DesignModeler 132, 180, 190  
Design of Experiments 85  
DesignXplorer 124  
Dichtung 313  
Dienstleister 6  
Divergenz 17, 223  
DoE 85  
dokumentieren 236  
Download 243  
Drahtmodus 152

Drapieren 76  
Drehgeschwindigkeit 197  
Drehzahl 197  
Druck 28, 192  
dünnwandig 27, 180  
Durchdringung 162, 234, 276, 320  
Durchschlag 352

## E

ebener Dehnungszustand 143, 314  
ebener Spannungszustand 143  
ECE 389  
Eigenform 38, 51, 341  
Eigenfrequenz 38, 129, 341  
Eigengewicht 28, 197  
Einflussbereich 281  
Einführung 97  
EKM 101  
Elastische Lagerung 196  
E-Learning 99  
Elektromagnetik 79  
Energiebilanz 61  
Entwicklungszeit 1  
Erddanziehungskraft 197  
Erdbeben 51, 63  
Ermüdung 32, 66  
Ersatzsteifigkeit 284  
Erster Start 107  
Evolution 84  
Excel 400  
expandieren 344  
explizit 53, 56, 129, 223, 339, 353, 359  
Explosion 64  
Export 399  
Extension 377  
externe Kraft 193  
externer Punkt 233  
externe Verschiebung 195  
Extrapolation 246

**F**

Falltest 64, 359  
 Faserverbundwerkstoff 75  
 faserverstärkt 73  
 Federkennlinien 27  
 Fehlerenergie 177  
 Festigkeit 73  
 Festigkeitsnachweis 270  
 fixierte Lagerung 194  
 FKM-Nachweis 270  
 FKM-Richtlinie 270  
 Flächenmodell 143, 180, 396  
 Fließgrenze 25, 241  
 Fluid-Struktur-Interaktion 50, 374  
 Fokus 231  
 Form 65  
 Free Mesh 166  
 Frequenz 53  
 Frequenzbereich 38, 51  
 Frequenzgang 345  
 Frieren 136  
 FSI 50, 374

**G**

Gelenk 64, 346  
 Genauigkeit 18, 115, 175, 247, 296  
 Geometrie 132, 152  
 geometrische Nichtlinearität 27, 292  
 Geschwindigkeit 34, 57  
 Gewicht 66, 197  
 Gleichgewicht 34, 190  
 Gleichgewichtsbedingung 27  
 Gleichung 11  
 Gleichungslöser 12  
 Gleichungssystem 84  
 Gleitweg 234  
 GPU 104  
 Gradient 14, 16, 172, 247  
 große Verformungen 27  
 Grundlagen 7, 11  
 Gruppe 150, 165

**H**

Hardware 8, 101  
 harmonisch 42, 129, 204, 342, 376  
 Hauptspannungen 224  
 HCF 68  
 Hencky-Dehnungen 26  
 Hertz'sche Pressung 280  
 Hexaeder 166, 172, 280, 291  
 Hooke'sches Gesetz 13  
 Hourglass 59, 355, 362  
 Hydrostatischer Druck 192  
 Hyperelastizität 26, 313

**I**

ICEPAK 83  
 IGES 8  
 Imperfektionen 36  
 Implementierung 97  
 implizit 53, 130, 339  
 Induktion 81  
 Ingenieurspannungen 26  
 Innovation 1, 4  
 instationär 51, 77, 353, 359  
 Inverse Dynamik 64  
 IRF 76  
 Iterationen 54  
 iteratives Berechnungsverfahren 27

**J**

J-Integral 307

**K**

Kaufteile 284  
 Kerbspannung 213  
 Kinematik 64  
 Knicken 35  
 Knotendurchmesser 204  
 koinzidente Knoten 277  
 Kollektiv 43  
 Komponenten 150  
 Kontakt 24, 156  
 Kontaktdruck 234  
 Kontaktsteifigkeit 157, 163, 221, 234, 310, 320, 396  
 Kontakt-Tool 234  
 Kontrolle 175  
 Konvektion 77, 199  
 Konvergenz 16, 37, 54, 61, 168, 219, 266, 338, 396  
 Konvergenzmonitor 312  
 Koordinatensystem 153  
 Koppelgleichung 304  
 Kopplung 34, 80, 196, 200, 264, 374, 380, 386  
 Kosten 3  
 Kraft 28, 192  
 kraftgesteuert 337  
 Kraft-Weg-Kurve 23  
 Kriechen 26  
 Krylov-Subspace-Methode 389  
 kumulierte plastische Dehnung 356

**L**

Lastfall 241  
 Lastschritt 188, 208, 280  
 Lastvektorkopplung 81

Lastzyklen 66  
 Lebensdauer 19, 31, 43, 66, 129  
 Legende 230  
 linear 22  
 Linearisierung 365  
 Lösung 223  
 Lösungskombination 241  
 LTI 389

**M**

Magnetfeld 34  
 Makro 304  
 Makrosprache 93  
 Mapped Mesh 166  
 Mapping 34, 75, 197, 376  
 Maßeinheiten 396  
 Massenskalisierung 57  
 Master-Studiengang 99  
 Material 21, 25, 130  
 Materialdatenbank 4, 130  
 Matrixkopplung 81  
 Maxwell 34  
 Mechanical-Applikation 118, 148  
 Mehrkörpersimulation 64, 130, 346  
 Mehrschrittanalyse 280  
 Membran 27  
 Metallumformung 34  
 Mittelfläche 142, 180  
 MKS 64, 348  
 Modalanalyse 38, 63, 129, 340  
 Modale Reduktion 389  
 Modell 148  
 Modellbildung 98  
 Modell-Ordnungs-Reduktion 389  
 Modellreduktion 83  
 Moden 39, 48, 51, 143  
 Mohr'scher Spannungskreis 225  
 Moment 28, 193  
 Monte-Carlo-Verfahren 85  
 MOP 389  
 MOR 389  
 Motoren 79  
 MPC 163, 186  
 Multi Body Simulation 64  
 Multiphysics 77  
 Musterlösungen 100, 243

**N**

Nachbeul-Verhalten 37, 339  
 Näherungsverfahren 16  
 Nennspannung 67, 212  
 Netzdichte 14, 16  
 Netzverdichtung 16, 115, 266f.  
 Netzverfeinerung 15, 57, 166, 171  
 Netzwerk 101

Neuber-Verfahren 299  
 Newton-Raphson-Verfahren 54  
 nichtlineare Dynamik 38, 52  
 Nichtlinearitäten 22, 36, 38, 75

## O

Optimierung 5, 65, 84, 129  
 OptiSlang 124  
 Ordnungsreduktion 84  
 Organisation 101  
 Orientierung 198  
 Örtliches Konzept 68

## P

parallel 104  
 Parallelisierung 104  
 Parameter 124, 250  
 Parameterstudie 248  
 parametrische Geometrie 65  
 Pareto 22, 284  
 PDM-System 101  
 Pendelrollenlager 195  
 Performance 181  
 Perturbation 367  
 Pfade 93, 233  
 Pilotanwender 99  
 plastisch 25  
 Plastizität 294  
 Plausibilität 224  
 Power Spectral Density 43  
 Prägung 140  
 Preis 3  
 Prepregs 75  
 Presspassung 276  
 Prismenschicht 172, 296  
 Problem 222  
 Produktdaten 8  
 Produktentwicklung 1  
 Produktqualität 1  
 Projektmanager 35, 89, 101, 107, 117f.  
 Prototypen 1  
 PSD-Analyse 40, 129  
 Punktmasse 153, 340

## Q

Qualität 176  
 Qualitätssicherung 100  
 Quasistatik 58

## R

Randbedingungen 189  
 Rauschen 40, 129  
 RDO 88

Reaktionskräfte 239  
 Reduced Order Model 389  
 Reduktion 56, 83, 127, 389  
 Regler 389  
 Reibung 47, 211, 278, 318  
 reibungsfreie Lagerung 195  
 Relevanz 170  
 Remote Solve Manager 105, 216, 397  
 Residuum 55  
 Resonanz 1, 39, 63, 129  
 Response-Surface-Methoden 86  
 Richtlinie FKM 270  
 Richtung 111, 154, 198  
 Rigid Body Simulation 64  
 Riss 302  
 Robust-Design-Optimierung 84  
 Robustheit 61, 85f.  
 ROM 389  
 Rotordynamik 45, 63  
 Roving 75  
 RSM 86, 105, 216, 397  
 Ruck 351  
 rutschen 279

## S

Schalen 180  
 Schall 47, 376  
 Schallabstrahlung 380  
 Schnitte 237  
 Schnittstelle 9  
 Schrauben 194, 205, 310  
 Schulungen 8  
 Schweißnähte 31, 98, 212  
 Schweißpunkte 183  
 Schwingung 38, 40, 53, 59, 340  
 Segment 45, 306  
 Seismische Analysen 51  
 Selektion 110, 149  
 Server 101 f., 105  
 Setup 187  
 Sicherheit 241  
 Simplorer 391  
 SIMPLORER 83  
 simultan 104  
 Singularität 17, 168, 178, 282  
 Skala 230  
 Skalierung 227, 278  
 Skizzieren 133  
 Skript 91  
 SolidShell 174, 185  
 Solver 218, 223  
 Sonotroden 40  
 Spalte 162  
 Spannungen 13, 16, 224  
 Spannungs-Dehnungs-Kurven 26  
 Spannungsintensitätsfaktor 302, 307

Spannungskonzentrationen 15  
 SPMWRITE 389  
 Spritzgießen 74  
 Stabilität 35, 61  
 Standardisierung 89  
 Starres Auflager 195  
 Starrkörperbewegung 191, 220, 223  
 Starrkörpersimulation 64  
 Statik 28, 58  
 stationär 77, 129  
 statistisch 67  
 Steifigkeit 24, 54, 73  
 STEP 8, 125  
 Stichprobe 232  
 stochastisch 43, 87  
 stoßartige Belastung 32  
 Strahlung 77, 200  
 Streuung 87  
 Strömung 33  
 Strömungsanalyse 78  
 Strukturbaum 149  
 Strukturspannung 67, 213  
 Stützwirkung 272  
 Submodell 298  
 Substruktur 64  
 Superposition 365  
 Symmetrie 200, 222, 276, 280, 291, 360  
 Symmetrie, zyklische 302  
 System 118, 130  
 Systemsimulation 82, 389

## T

Tangentialexektion 150  
 TeamCenter 125  
 Technische Daten 130, 152  
 Temperatur 77, 199  
 Tetraeder 166, 173, 181, 267  
 thermische Dehnung 28  
 Toleranz 160  
 Topologie-Optimierung 65  
 Traglast 64  
 Training 97  
 transiente Dynamik 37, 51  
 Trennen 140  
 Trial and Error 84  
 Turbine 302

## U

Übergang 167, 172  
 Überlagerung 241  
 Übungen 243  
 Umformung 64  
 ungemittelte Spannung 178, 247, 298  
 Ungleichgewicht 55

Unterstützung 99  
Unwucht 45

## V

Varianten 21, 117, 122, 251  
Variation 84  
VDI2230 211  
Vektor 229  
Vereinfachung 189, 245  
Verfestigung 26  
Verformungen 227  
Vergleichsspannung 225  
Verhaltensmodell 389 f.  
Vernetzung 165, 175, 222  
Versagen 54, 61, 64, 279, 352  
Verschiebung 194  
Verzug 33  
virtuelle Topologie 156  
virtuelle Workstations 103

Viskoelastizität 26  
Vorspannung 205

## W

wahre Spannungen 26  
Wahrscheinlichkeit 43, 87  
Wärmeleitung 77  
Wärmestrom 199  
Warteschlange 105  
Wechselwirkungen 80  
weggesteuert 337  
Welle 377  
Wissen 21, 101  
Wöhlerlinie 43  
Workbench 118, 122  
Workstations 102

## X

x-y-Diagramm 283

## Z

Zeitbereich 38, 51, 53  
Zeitintegration 56, 188  
Zeitschritt 38  
zerschneiden 138  
Ziel 21  
Zoom 151  
Zufall 43  
Zukaufteile 284  
Zustandsraum 390  
Zuverlässigkeit 87  
zyklisch 302  
zyklische Belastung 66  
zyklische Symmetrie 44, 202  
zylindrische Lagerung 196

Christof Gebhardt

# Praxisbuch FEM mit ANSYS Workbench

ANSYS Workbench ist eine der meistverbreiteten Softwarelösungen für strukturmekanische Simulationen, mit deren Hilfe Produkte schneller, zu geringeren Kosten und mit höherer Qualität auf den Markt gebracht werden können.

Auf Basis von Version 15 vermittelt dieses Praxisbuch alle notwendigen Grundlagen, um mit ANSYS Workbench einfache bis komplexe Simulationen durchzuführen. Es richtet sich an Ingenieure und technisch Verantwortliche aus der Entwicklung.

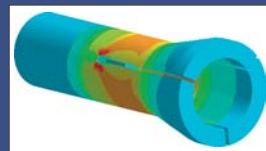
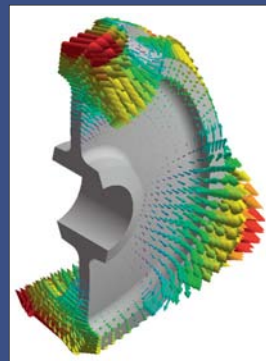
Kompakt und leicht verständlich führt es in die Finite-Elemente-Methode (FEM) ein und erläutert die Anwendungsgebiete der linearen und nichtlinearen Statik und Dynamik. Für die praktische Anwendung werden die erforderlichen Arbeitsschritte in ANSYS Workbench behandelt. Dazu gehören die geeignete Vernetzung, die Definition und Kontrolle von Last- und Lagerbedingungen, aber auch die Wahl des passenden Berechnungsansatzes (lineare/nichtlineare oder implizite/explicit Lösung).

27 Übungen zeigen typische Vorgehensweisen z. B. für die Berechnung von Kerbspannungen und Schraubverbindungen, die Abbildung hyperelastischen und plastischen Materialverhaltens oder die Untersuchung von Schwingungen und instationären Vorgängen.

Neue Themen in dieser Auflage sind u. a. Sensitivität und Optimierung, Betriebsfestigkeit (FKM-Nachweis) und Akustik. Organisatorische Themen wie Training, Qualitätssicherung und Hardware-Konzepte runden den Inhalt ab.

Unter <http://downloads.hanser.de> finden Sie die Geometrien und Musterlösungen zu den im Buch beschriebenen Übungen.

**Dipl. Ing. (FH) Christof Gebhardt** verfügt über langjährige Erfahrung als Berechnungsingenieur und hat zahlreiche Unternehmen mit den unterschiedlichsten Anforderungen bei ihrem Einstieg in die FEM-Simulation betreut.



HANSER

[www.hanser-fachbuch.de](http://www.hanser-fachbuch.de)

€ 49,99 [D] | € 51,40 [A]

ISBN 978-3-446-43919-1

9 783446 439191