

Inhalt

■	Vorwort	XI
1	Vorteile der simulationsgetriebenen Produktentwicklung	1
1.1	Zahl der Prototypen reduzieren	1
1.2	Kosten einsparen	3
1.3	Produktinnovationen fördern	4
1.4	Produktverständnis vertiefen	6
2	Voraussetzungen	9
2.1	Grundlagenkenntnisse	9
2.2	Organisatorische Unterstützung	10
2.3	Geeignete Soft- und Hardware-Umgebung	10
3	Grundlagen der FEM	13
3.1	Grundidee	13
3.2	Was heißt Konvergenz?	18
3.3	Was heißt Divergenz?	19
3.4	Genauigkeit	20
4	Anwendungsgebiete	23
4.1	Nichtlinearitäten	24
4.1.1	Kontakt	25
4.1.2	Nichtlineares Material	26
4.1.3	Geometrische Nichtlinearitäten	28

4.2	Statik	29
4.3	Beulen und Knicken	36
4.4	Dynamik	39
	4.4.1 Modalanalyse	39
	4.4.2 Angeregte Schwingungen	43
	4.4.3 Fortgeschrittene modalbasierte Dynamik	45
	4.4.4 Nichtlineare Dynamik	53
4.5	Design for Additive Manufacturing	67
4.6	Betriebsfestigkeit	71
4.7	Composites	79
4.8	Weitergehende Simulationen	82
	4.8.1 Temperaturfelder	82
	4.8.2 Strömung	83
	4.8.3 Elektromagnetische Felder	84
	4.8.4 Gekoppelte Analysen	85
	4.8.5 Systemsimulation	88
4.9	Robust-Design-Optimierung	90
5	Standardisierung und Automatisierung	97
5.1	Generische Lastfälle	97
5.2	Skriptprogrammierung	99
5.3	Makrosprache Mechanical APDL	101
5.4	FEM-Simulation mit dem Web-Browser	103
6	Implementierung	105
6.1	Training	105
6.2	Anwenderunterstützung	107
6.3	Qualitätssicherung	108
6.4	Datenmanagement	109
6.5	Hardware und Organisation der Berechnung	109
7	Erster Start	115
7.1	Analyse definieren	116
7.2	Berechnungsmodell und Lastfall definieren	118
7.3	Ergebnisse erzeugen und prüfen	122

8	Der Simulationsprozess mit ANSYS Workbench	127
8.1	Projekte	128
8.1.1	Systeme und Abhängigkeiten	129
8.1.2	CAD-Anbindung und geometrische Varianten	132
8.1.3	Archivieren von Daten	137
8.2	Analysearten	139
8.3	Technische Daten für Material	141
8.4	Geometrie	143
8.4.1	Modellieren mit dem DesignModeler	143
8.4.2	Geometrie erstellen	144
8.4.2.1	Geometrie aufbereiten	152
8.4.3	Analysen in 2D	158
8.4.4	Balken	160
8.5	Modell	163
8.5.1	Die Mechanical-Applikation	164
8.5.1.1	Selektion	164
8.5.1.2	Komponenten	166
8.5.1.3	Steuerung der Ansichten	166
8.5.2	Geometrie in der Mechanical-Applikation	168
8.5.3	Koordinatensysteme	169
8.5.4	Virtuelle Topologie	171
8.5.5	Kontakte	172
8.5.5.1	Funktionsprinzip von Kontaktelementen	172
8.5.5.2	Baugruppen-Handling	173
8.5.5.3	Kontaktdefinition	175
8.5.6	Netz	181
8.5.6.1	Adaptive Vernetzung	182
8.5.6.2	Manuelle Vernetzung	186
8.5.6.3	Kontrolle der Vernetzung	192
8.5.6.4	Dünnwandige Bauteile	196
8.6	Setup	204
8.6.1	Analyseinstellungen	204
8.6.2	Randbedingungen	206
8.6.2.1	Mechanische Randbedingungen	207
8.6.2.2	Thermische Randbedingungen	216
8.6.2.3	Symmetrie	218
8.6.2.4	Schrauben	223
8.6.2.5	Schweißnähte	231
8.6.3	Definitionen vervielfältigen	233
8.7	Lösung	234
8.7.1	Solver-Informationen	237
8.7.2	Konvergenz nichtlinearer Analysen	238
8.7.3	Wenn die Berechnung nicht durchgeführt wird	241

8.8	Ergebnisse	243
8.8.1	Spannungen, Dehnungen, Verformungen	243
8.8.2	Darstellung der Ergebnisse	247
8.8.2.1	Fokussierung der Ergebnisdarstellung	250
8.8.2.2	Animation	253
8.8.3	Automatische Dokumentation – Web-Report	254
8.8.4	Schnitte	255
8.8.5	Reaktionskräfte und -momente	257
8.8.6	Ergebnisbewertung mit Sicherheiten	258
8.9	Lösungskombinationen	259

9	Übungen	261
9.1	Biegebalken	262
9.2	Scheibe mit Bohrung	264
9.3	Parameterstudie	266
9.4	Designstudien, Sensivitäten und Optimierung mit optiSLang	272
9.5	Temperatur und Thermospannungen	283
9.6	Festigkeit eines Pressenrahmens	285
9.7	FKM-Nachweis	291
9.8	Presspassung	297
9.9	Hertz'sche Pressung	301
9.10	Steifigkeit von Kaufteilen	305
9.11	Druckmembran mit geometrischer Nichtlinearität	311
9.12	Elastisch-plastische Belastung einer Siebtrommel	315
9.13	Bruchmechanik an einer Turbinenschaufel	324
9.14	Schraubverbindung	333
9.15	Elastomerdichtung	337
9.16	Aufbau und Berechnung eines Composite-Bootsrumpfs	346
9.17	Beulen einer Getränkedose	358
9.18	Schwingungen an einem Kompressorsystem	365
9.19	Mehrkörpersimulation	372
9.20	Containment-Test einer Turbine	378
9.21	Falltest für eine Hohlkugel	385
9.22	Lineare Dynamik einer nichtlinearen Elektronikbaugruppe	391
9.23	Kopplung von Strömung und Strukturmechanik	402
9.24	Akustiksimulation für einen Reflexionsschalldämpfer	404
9.25	Schallabstrahlung eines Eisenbahnrades	407
9.26	Elektrisch-thermisch-mechanischer Mikroantrieb	412
9.27	Verhaltensmodell für die Systemsimulation einer Messmaschine	416

9.28	Topologieoptimierung	421
9.29	Lattice-Optimierung	426
9.30	Simulation der Additiven Fertigung	428
10	Konfiguration von ANSYS Workbench	431
10.1	Maßeinheiten und Geometriearten festlegen	431
10.2	Simulationseinstellungen	432
11	Export von Daten	435
11.1	Einbindung von alternativen Solvern	435
11.2	Export zu Excel	436
■	Index	439