

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Erläuterungen zum vorliegenden Text	1
1.2	Erste Schritte mit MATLAB	3
1.2.1	1. Projekt: Erzeugen von Variablen	3
1.2.2	2. Projekt: Grafiken erstellen.....	7
1.2.3	3. Projekt: MATLAB-Funktionen am Beispiel „Lösung eines dynamischen Systems“	11
1.2.4	4. Projekt: Polynome und Interpolationen	15
1.2.5	5. Projekt: Datenanalyse, Laden und Speichern.....	16
1.3	Tipps zur Effizienzsteigerung.....	19
1.4	Tabellarische Übersicht ausgewählter MATLAB-Kommandos.....	23
2	Grafische Utilities	27
2.1	Übersicht	27
2.1.1	Der MATLAB Desktop.....	28
2.1.2	Hilfe und Dokumentation	34
2.1.3	Eigene Applikationen und Toolboxen erstellen	36
2.1.4	Der Variable Editor.....	40
2.2	Der MATLAB Editor und Debugger	41
2.2.1	Der Editor	42
2.2.2	Der grafische Debugger	43
2.2.3	Berichte erstellen	44
2.3	MATLAB Code testen	48
2.4	Die Plot Tools	48
2.5	Interaktiver Daten Import	53
3	Allgemein nützliche Kommandos	55
3.1	MATLAB-Hilfe und allgemeine Informationen	55
3.1.1	Befehlsübersicht	55
3.1.2	Demos.....	55
3.1.3	Hilfe suchen und erstellen	55
3.1.4	M-Files nach Schlüsselbegriffen durchsuchen.....	56
3.1.5	Versionen.....	57
3.1.6	Informationen zum aktuellen Release.....	57
3.1.7	Variablen auflisten	57
3.2	Voreinstellungen und Verfügbarkeit von Toolboxen	58
3.3	Laden, beenden und sichern.....	59
3.3.1	Befehlsübersicht	59
3.3.2	Variablen löschen	59
3.3.3	MATLAB beenden: exit und quit.....	60
3.3.4	Variablen speichern, laden und verändern	60
3.3.5	Laden und Speichern von Objekten: loadobj und saveobj	63
3.4	Allgemeine Kommandos und Funktionen	63

3.4.1	Befehlsübersicht	63
3.4.2	Lokalisieren und auflisten	63
3.4.3	Dateien in Abhängigkeit der File-Kennung öffnen	64
3.4.4	Pseudo-Code erzeugen	64
3.4.5	Abhängigkeiten aufdecken	65
3.5	Setzen und Löschen der Suchpfade	65
3.5.1	Befehlsübersicht	65
3.5.2	Verzeichnis hinzufügen	66
3.5.3	Suchpfade	66
3.6	Kontrolle des Command Windows	67
3.6.1	Befehlsübersicht	67
3.6.2	Töne erzeugen: beep	67
3.6.3	MATLAB-Ablauf verfolgen und protokollieren	67
3.6.4	Zahlenformat setzen	68
3.7	Kommandos zum Betriebssystem	69
3.7.1	Befehlsübersicht	69
3.7.2	Informationen zum Computer	69
3.7.3	File-Handling: copyfile, movefile und delete	70
3.7.4	Verzeichnisse	71
3.7.5	Betriebssystemebene	71
3.7.6	Perl	72
3.8	Debuggen von M-Files	72
3.8.1	Befehlsübersicht	73
3.8.2	Debugger: db-Kommandos	73
3.9	Beurteilen von M-Files	76
3.9.1	Befehlsübersicht	76
3.9.2	Abhängigkeiten prüfen: depdir und depfun	76
3.9.3	Effizienz testen: Der Profiler	76
3.9.4	Test auf Probleme: checkcode, mlint und mlintrpt	78
4	Operatoren und Sonderzeichen	79
4.1	Arithmetische Operatoren	79
4.1.1	Befehlsübersicht	79
4.1.2	Grundrechenarten	79
4.1.3	Berechnung der Inversen	80
4.1.4	Das Kroneckerprodukt	80
4.2	Vergleichsoperatoren	81
4.3	Logische Operatoren	81
4.4	Die bitweisen Operatoren	83
4.4.1	Befehlsübersicht	83
4.4.2	Die logischen bitweisen Operatoren	83
4.4.3	Bit-Operatoren	83
4.5	Mengen-Operatoren	84
4.5.1	Befehlsübersicht	84
4.5.2	Schnitt- und Vereinigungsmenge	84
4.5.3	Teilmengen	84
4.6	Sonderzeichen	85
4.7	Ausgewählte Variablen und Konstanten	86
5	Matrizen und numerische Arrays	89
5.1	Arrayindizes und Matrixumformungen	89
5.1.1	Befehlsübersicht	89

5.1.2	Arrayindizes	89
5.1.3	Logische Arrays und logische Indizierung	90
5.1.4	Darstellungsänderungen	91
5.1.5	Subarrays	95
5.2	Elementare Matrizen	96
5.2.1	Befehlsübersicht	96
5.2.2	Basismatrizen	96
5.2.3	Verteilungsvektoren	97
5.2.4	Vervielfachung	98
5.2.5	Frequenzvektoren	100
5.2.6	Zufallsmatrizen	100
5.3	Elementare Eigenschaften von Arrays	105
5.3.1	Befehlsübersicht	105
5.3.2	Arraygröße	105
5.3.3	Logische Arrayfunktionen	105
5.3.4	Prüfen von Arrays	106
6	Stringfunktionen	108
6.1	Zeichenketten-Funktionen	108
6.1.1	Befehlsübersicht	108
6.1.2	Zeichenketten erzeugen	109
6.1.3	Leerstellen optimieren	109
6.1.4	Konvertieren	110
6.1.5	Typen-Tests	110
6.1.6	Ausdrücke finden	110
6.1.7	Ausdrücke vergleichen	116
6.1.8	Strings zusammenfügen	116
6.1.9	Zeichen ersetzen	117
6.2	Umwandlung von Zeichenketten	117
7	Polynome, Interpolationen und Computational Geometry	119
7.1	Polynome	119
7.1.1	Befehlsübersicht	119
7.1.2	Darstellung und Auswertung von Polynomen	119
7.1.3	Polynommultiplikation und -division	121
7.1.4	Symbolische Ableitung und Integration eines Polynoms	121
7.1.5	Residuen und Polynomfit	121
7.2	Interpolation	122
7.2.1	Befehlsübersicht	123
7.2.2	Polynominterpolationen	123
7.2.3	Hermite-Interpolationspolynome	124
7.2.4	FFT-Interpolation	125
7.2.5	Spline-Interpolation	126
7.2.6	Padé-Approximation von Zeitverzögerungen	127
7.2.7	Uni- und multivariate Interpolation	128
7.2.8	Oberflächeninterpolation	131
7.3	Geometrische Analyse	134
7.3.1	Befehlsübersicht	134
7.3.2	Triangulationen	134
7.3.3	Konvexe Hülle und Voronoi-Darstellungen	139
7.3.4	Polygone	140
7.3.5	Visualisierungen und Tetraeder-Darstellungen	140

7.4	Graphen und Netzwerke	141
7.4.1	Befehlsübersicht	141
7.4.2	Konstruktion eines Graphen	141
7.4.3	Knoten und Kanten verändern	144
7.4.4	Algorithmische Graphentheorie	146
7.4.5	Matrix Darstellungen	149
7.4.6	Informationen zu Knoten	149
7.4.7	Grafische Darstellung	150
8	Datenanalyse	153
8.1	Grundlegende Datenanalyse	153
8.1.1	Befehlsübersicht	153
8.1.2	Statistische Maßzahlen	153
8.1.3	Standardabweichung	154
8.1.4	Histogramme	155
8.1.5	Sortier-Routinen	159
8.1.6	Summen und Produkte von Array-Elementen	160
8.1.7	Numerische Integration	161
8.2	Korrelation und Kovarianz	162
8.3	Finite Differenzen – numerische Ableitung	163
8.4	Winkel zwischen Unterräumen	163
8.5	Filter	163
8.5.1	Befehlsübersicht	163
8.5.2	Filterfunktionen	164
8.5.3	Faltung	165
8.5.4	Lineare Trends	166
8.6	Fourier-Transformationen	166
8.7	Zeitreihen	171
8.7.1	Befehlsübersicht	172
8.7.2	Grundlegende Eigenschaften von Zeitreihen	172
8.7.3	Daten und Zeiten manipulieren	175
8.7.4	Bearbeiten von Zeitreihen	176
8.7.5	Ereignisse festlegen	180
8.7.6	Statistische Untersuchungen	181
8.7.7	Zeitreihengruppen erzeugen und verwalten	181
8.7.8	Zeitreihengruppen bearbeiten	182
9	MATLAB als Programmiersprache	184
9.1	Entscheidungen und Schleifen	184
9.1.1	Befehlsübersicht	184
9.1.2	Schleifen: for und while	184
9.1.3	Entscheidung: if	185
9.1.4	Fallunterscheidung: switch	187
9.1.5	Ausnahmen: try und catch	187
9.1.6	Break und return	188
9.2	Ausführen von Zeichenketten und MATLAB-Ausdrücken	189
9.2.1	Befehlsübersicht	189
9.2.2	Variablenzuordnung: assignin	189
9.2.3	String-Evaluation	189
9.2.4	Funktionsausführung	190
9.3	Skripte, Funktionen und Variablen	191
9.3.1	Die MATLAB Execution Engine	191

9.3.2	Skripte	191
9.3.3	Funktionen	192
9.3.4	Globale Variablen	198
9.3.5	Persistente Variablen	198
9.3.6	Schutz von M-Files	199
9.3.7	Namenstest	199
9.4	Argumente	200
9.4.1	Befehlsübersicht	200
9.4.2	Anzahl der Funktionsargumente	201
9.4.3	Variable Anzahl der Funktionsargumente	201
9.4.4	Namen der Funktionsargumente	202
9.4.5	Prüfen der Eingabeargumente	202
9.5	Meldungen und Ausgaben	205
9.5.1	Befehlsübersicht	205
9.5.2	Ausgabe	205
9.5.3	Fehlermeldung und Warnung	205
9.5.4	Ausnahmen und Fehler	206
9.6	Interaktiver Input	208
10	Lineare Algebra	209
10.1	Vektoren und Matrizen	209
10.1.1	Befehlsübersicht	209
10.1.2	Die Norm	209
10.1.3	Von Spur bis Determinante	210
10.1.4	Null- und orthogonale Räume	211
10.2	Matrizen und lineare Gleichungen	213
10.2.1	Befehlsübersicht	213
10.2.2	Kondition	213
10.2.3	Matrix-Faktorisierung	214
10.2.4	Inverse, Pseudoinverse und Backslash-Operator	218
10.2.5	Least Square Fit	221
10.3	Modifikation von Matrix-Faktorisierungen	222
10.3.1	Befehlsübersicht	222
10.3.2	Choleski-Modifikationen: cholupdate	223
10.3.3	QR-Modifikationen	223
10.3.4	Ebene Givens-Rotationen	223
10.3.5	Diagonale und Blockdiagonale	223
10.4	Eigenwertprobleme	225
10.4.1	Befehlsübersicht	225
10.4.2	Eigenwerte	225
10.4.3	Singulärwertzerlegung	232
10.4.4	Hessenberg- und Schur-Form	232
10.5	Matrix-Funktionen	234
10.6	Spezielle Matrizen	236
10.6.1	Befehlsübersicht	236
10.6.2	Das charakteristische Polynom	237
10.6.3	Testmatrizen und die „Toolbox Gallery“	238
10.6.4	Hilbert-Matrizen	246
10.6.5	Ausgewählte Matrizen	246
10.6.6	Magische Quadrate	247
10.6.7	Binomialkoeffizienten	247
10.7	Logische Abfragen und Bandbreite	248

11	Optimierung, Differentialgleichungen	249
11.1	Optimierung	249
11.1.1	Befehlsübersicht	249
11.1.2	Lokale Minima	249
11.1.3	Nullstellensuche	250
11.1.4	Wahlmöglichkeiten: optimset und optimget	251
11.1.5	Parameter- und Variablensuche	252
11.2	Numerische Integration	252
11.2.1	Befehlsübersicht	252
11.2.2	Eindimensionale Integration	253
11.2.3	Mehrdimensionale Integration	255
11.3	Anfangswertprobleme	256
11.3.1	Befehlsübersicht	256
11.3.2	Allgemeine Syntax der ode-Solver	257
11.3.3	Allgemeine Solver: ode45, ode23, ode113	261
11.3.4	DAE und steife Probleme: ode23t, ode15s	262
11.3.5	Steife Probleme: ode23tb, ode23s	263
11.3.6	Implizite Differentialgleichungen: ode15i	264
11.3.7	Verzögerte Differentialgleichungssysteme	266
11.4	Randwertprobleme	269
11.5	Differentialgleichungen: Ergänzungsfunktionen	274
11.5.1	Funktionsübersicht	274
11.5.2	Differentialgleichungen: Erweiterung der Lösungen	274
11.5.3	Output Functions	275
11.6	Partielle Differentialgleichungen	275
11.6.1	Interpolation von Lösungen: pdeval	279
12	Dünn besetzte Matrizen	281
12.1	Elementare Matrizenoperationen	281
12.1.1	Befehlsübersicht	281
12.1.2	Erzeugen und Wandeln	282
12.1.3	Bearbeiten der Matrixelemente	282
12.1.4	Speicherplatz, Funktionen und Visualisierung	283
12.1.5	Faktorisierung und Least-Square-Analyse	284
12.1.6	Parameter zu Matrix-Routinen für dünn besetzte Matrizen	285
12.2	Elementare dünn besetzte Matrizen	286
12.2.1	Befehlsübersicht	286
12.2.2	Einheitsmatrizen, diagonale dünn besetzte Matrizen	286
12.2.3	Zufallsmatrizen	287
12.3	Umordnungsalgorithmen	288
12.3.1	Befehlsübersicht	288
12.3.2	Ausgewählte Umordnungen	288
12.3.3	Optimierung von Matrix-Zerlegungen	290
12.3.4	Spalten-, Zufalls- und Farbpermutation	291
12.4	Lineare Gleichungen	292
12.4.1	Befehlsübersicht	292
12.4.2	Konjugierte Gradientenmethode	292
12.4.3	Methode der Residuen	294
12.4.4	Symmetrisches LQ-Verfahren	295
12.5	Grafische Darstellungen	295

13	Mathematische Funktionen	297
13.1	Trigonometrische Funktionen	297
13.2	Hyperbolische Funktionen	298
13.3	Exponential- und logarithmische Funktionen	298
13.4	Potenzfunktionen	299
13.4.1	Potenzen	299
13.4.2	Wurzeln	299
13.5	Rechnen mit komplexen Werten	299
13.5.1	Befehlsübersicht	299
13.5.2	Polardarstellung einer komplexen Zahl	300
13.5.3	Real- und Imaginärteil einer komplexen Zahl	300
13.5.4	Komplexkonjugation	300
13.6	Rund um Zahlen	301
13.6.1	Befehlsübersicht	301
13.6.2	Runden von Zahlen	301
13.6.3	Modulus	302
13.6.4	Vorzeichen	303
13.7	Spezielle mathematische Funktionen	303
13.7.1	Befehlsübersicht	303
13.7.2	Airy- und Bessel-Funktionen	303
13.7.3	Die Gamma- und die Betafunktion	305
13.7.4	Elliptische Integrale	307
13.7.5	Fehlerintegral	308
13.7.6	Das Exponentialintegral	308
13.7.7	Legendre-Polynom	308
13.7.8	Produkte mit Vektoren	310
13.8	Zahlentheoretische Funktionen	310
13.8.1	Funktionen zur Kombinatorik	310
13.8.2	Primzahlen	311
13.8.3	Rationale Approximationen	311
13.9	Koordinaten-Transformationen	312
13.10	Farbtransformationen	312
14	2-D-Grafik	313
14.1	Elementare 2-D-Grafik	313
14.1.1	Lineare 2-D-Plots: plot	313
14.1.2	Plot mit zwei y-Achsen: plotyy	316
14.1.3	Polardarstellung: polar	316
14.1.4	Logarithmische Plots	316
14.1.5	Linieninformationen	317
14.2	Achsen und Beschriftungen	317
14.2.1	Befehlsübersicht	317
14.2.2	Achsen und ihre Eigenschaften	317
14.2.3	Mehrere Plots vereinigen: subplot	317
14.2.4	Achsen bearbeiten: axis und box	320
14.2.5	Hold	320
14.2.6	Gitter hinzufügen	321
14.2.7	Zoomen und Scrollen	322
14.2.8	Achsen beschriften	323
14.2.9	Legende und Titel	323
14.2.10	Text verarbeiten	324
14.3	Ausdruck	327

14.4	Figure Plot Tools	330
15	3-D-Grafik	331
15.1	Befehlsübersicht	331
15.1.1	Lineare 3-D-Plots: plot3	331
15.1.2	3-D-Polygone: fill3	331
15.1.3	Gitter- und Flächengrafiken	332
15.2	Achsen und Beschriftungen	332
15.2.1	Befehlsübersicht	333
15.2.2	Achsengrenzen und -verhältnisse	334
15.2.3	Farbbalken: colorbar	334
15.3	Farbe	337
15.3.1	Befehlsübersicht	337
15.3.2	Die Farbmatrix	337
15.3.3	Farbschattierung	338
15.3.4	Schwarz-Weiß-Monitor	339
15.4	Beleuchtung und Transparenz	339
15.4.1	Befehlsübersicht	339
15.4.2	Beleuchtung	339
15.4.3	Reflexionen	340
15.4.4	Flächennormale	340
15.4.5	Transparenz	340
15.5	Veränderung des Blickwinkels	342
15.6	Kamerakontrolle	342
15.6.1	Befehlsübersicht	342
15.6.2	Kameraposition und -steuerung	343
15.6.3	Beleuchtungskontrolle	344
16	Fortgeschrittene Grafikaufgaben	347
16.1	Funktionsplotter	347
16.1.1	Befehlsübersicht	347
16.1.2	2-D-Liniengrafiken	347
16.1.3	Konturplots	349
16.1.4	3-D-Linienplot	349
16.1.5	3-D-Grafik	349
16.2	2-D-Grafik	351
16.2.1	Befehlsübersicht	351
16.2.2	Balkendiagramme	351
16.2.3	Diskrete Daten	352
16.2.4	Polardiagramme	354
16.2.5	Streuplots	356
16.2.6	Kometenplot	357
16.2.7	Fehlerbalken	357
16.2.8	2-D-Gebiete und -Polygone	358
16.3	Höhenlinienplot	359
16.3.1	Befehlsübersicht	359
16.3.2	2-D-Konturplots	359
16.3.3	Pseudo-Farbdigramm	360
16.3.4	3-D-Höhenlinien	361
16.4	3-D-Grafik	361
16.4.1	Befehlsübersicht	361
16.4.2	Diskrete 3-D-Daten	361

16.4.3	Kometenplots	362
16.4.4	Wasserfall-Diagramme	362
16.4.5	Gebänderte Plots	362
16.5	Visualisierung	363
16.5.1	Befehlsübersicht	363
16.5.2	Datenaufbereitung	364
16.5.3	Geschwindigkeitsabbildungen	365
16.5.4	Schnitte	366
16.5.5	Iso-Oberflächen	369
16.5.6	Strömungsdarstellung	371
16.5.7	Kegelabbildungen	374
16.5.8	Volumenfunktionen	375
16.6	Images und Farbfunktionen	375
16.6.1	Befehlsübersicht	375
16.6.2	Images	375
16.6.3	Umwandlung der Farbmatrix	377
16.6.4	Farbdithering	378
16.6.5	Farbapproximation	378
16.7	Animation	378
16.7.1	Befehlsübersicht	379
16.7.2	Erstellen einer Animation	379
16.7.3	Image-Konvertierung	380
16.8	Grafische Flächen	380
16.8.1	Befehlsübersicht	380
16.8.2	Patches	380
16.8.3	Patch-Optimierung	381
16.8.4	Geometrische Körper	382
16.9	Grafische Daten einblenden	383
17	Eigenschaften grafischer Objekte	384
17.1	Die Root- und das Figure-Objekt	385
17.1.1	Befehlsübersicht	385
17.1.2	Das Root-Objekt	386
17.1.3	Das Figure-Objekt	387
17.1.4	Grundlegende Operationen	392
17.1.5	Der OpenGL-Renderer	393
17.2	Das Achsen-Objekt	393
17.3	Ausgewählte Grafische Objekte	399
17.3.1	Befehlsübersicht	399
17.3.2	Textobjekte	400
17.3.3	Linienobjekte	401
17.3.4	Animated Line Objekte	403
17.3.5	Rechteckobjekte	404
17.3.6	Patch- und Flächenobjekte	404
17.3.7	Bildobjekte	411
17.3.8	Illustration Objekte	411
17.3.9	Annotation Objekte	413
17.3.10	Beleuchtungsobjekte	414
17.3.11	Linkeigenschaften	415
17.4	Grafische Operationen	416
17.4.1	Befehlsübersicht	416
17.4.2	Setzen und Lesen von Eigenschaften grafischer Objekte	416

17.4.3	Finden von Objekten	417
17.4.4	Informationshilfen	417
17.4.5	Handles nutzen	418
17.4.6	Auf grafische Objekte zugreifen	418
17.4.7	Anwendungsdaten	419
17.4.8	Ergänzende Grafikfunktionen	420
17.5	Hierarchische Grafik-Handles verwalten	420
17.5.1	Befehlsübersicht	420
17.5.2	Gruppen Objekte	420
17.5.3	Laden, Speichern, Exportieren	422
17.6	ActiveX-Client-Funktionen	422
18	Das Grafische User Interface	424
18.1	GUI-Funktionen	424
18.1.1	Befehlsübersicht	424
18.1.2	GUI-Objekte erzeugen	424
18.1.3	Toolbars erzeugen	434
18.1.4	Warten und Fortfahren	435
18.1.5	Interaktiver Status und Ausführungsreihenfolge	435
18.1.6	Mauseingabe	435
18.1.7	Textanpassung	436
18.1.8	Interaktive Objektwahl	436
18.1.9	Rechtecke reskalieren	436
18.2	Dialog-Boxen	437
18.2.1	Befehlsübersicht	437
18.2.2	File-Handling	437
18.2.3	Daten-Handling	438
18.2.4	Variablen-Handling	438
18.2.5	Font-Dialog	439
18.2.6	Print- und Export-Dialog	440
18.2.7	Töne, Farben, Bilder	440
18.2.8	Hilfe, Warnungen, Fehler	441
18.2.9	Dialoge	442
18.3	GUI Utilities	444
18.3.1	Befehlsübersicht	444
18.3.2	Button-Gruppen	444
18.3.3	Zwischenablage nutzen	444
18.3.4	GUI-Hilfsfunktionen	444
18.3.5	Figure-Hilfsfunktionen	445
18.4	Präferenzen	446
18.4.1	Befehlsübersicht	446
18.4.2	Präferenzen hinzufügen und entfernen	446
18.4.3	Präferenzen erhalten und setzen	447
18.4.4	Präferenz-GUIs	447
19	GUIDE	448
19.1	GUI Design Tools	448
19.1.1	GUI Option Tool	451
19.1.2	Objekte erzeugen und Eigenschaften festlegen	451
19.2	GUI M-File	452
19.2.1	Die Initialisierung	453
19.2.2	Die Opening-Funktion	454

19.2.3	Die Output-Funktion	455
19.2.4	Die Callback-Funktionen	456
19.3	UI-Menüs und Toolbars mit dem GUIDE erzeugen	458
20	File-Handling und Datenverwaltung	460
20.1	Daten- und Textdateien	460
20.1.1	Befehlsübersicht	460
20.1.2	Öffnen und Schließen von Files	460
20.1.3	Aus- und Eingabefunktionen	462
20.1.4	Lesen und Schreiben formatierter Files	468
20.1.5	Stringfunktionen	471
20.1.6	Lesen und Schreiben binärer Files	471
20.2	Big Data Analysen	474
20.2.1	Funktionsübersicht	475
20.2.2	Daten-Abbildung	475
20.2.3	Datenverwaltung	476
20.2.4	Big Data Analyse	478
20.3	Bilddateien verwalten	480
20.3.1	Funktionsübersicht	480
20.3.2	Bilddateien lesen und schreiben	480
20.3.3	Bildinformationen	482
20.3.4	Konversion zu Java	483
20.3.5	Die LibTiff Bibliothek	483
20.4	Internet-Unterstützung	486
20.4.1	Internetzugriff	486
20.4.2	E-Mail aus MATLAB schreiben	487
20.4.3	WSDL-Klassen erzeugen	488
20.5	FTP-Zugriff	488
20.6	File-Handling	489
20.6.1	Befehlsübersicht	489
20.6.2	File-Positionierung	489
20.6.3	File-Status	490
20.6.4	Temporäre Dateien und Voreinstellungen	490
20.6.5	Aufgliedern von Datei- und Funktionsnamen	490
20.6.6	Komprimierte Dateien	491
20.6.7	CDF-File-Handling	491
20.6.8	Network Common Data Format	492
20.6.9	FITS-File-Handling	494
20.6.10	XML-File-Handling	494
20.7	HDF-Bibliothek	495
20.7.1	HDF4- und HDF-EOS-Dateien	495
20.7.2	HDF5-Dateien	496
20.8	Der serielle Port	497
21	Audio- und Videoanwendungen	500
21.1	Audio Input/Output-Objekte und Hardware-Treiber	500
21.1.1	Befehlsübersicht	500
21.1.2	In- und Output-Objekte	500
21.1.3	Die VideoReader und -Writer Klasse	503
21.1.4	Tonausgabe	507
21.2	Audio- und Videodateien	507
21.2.1	Befehlsübersicht	507

21.2.2	Audio-Files bearbeiten	508
21.2.3	Hilfsfunktionen	508
21.2.4	Tonbeispiele	508
22	Datenklassen und Objekte	509
22.1	Datentypen	509
22.1.1	Fließkommazahlen	510
22.1.2	Ganzzahlige Werte	510
22.1.3	Datentypen wandeln	512
22.1.4	Strings	512
22.1.5	Java	512
22.2	Wandeln von Datentypen	513
22.2.1	Befehlsübersicht	513
22.2.2	Hexadezimaldarstellung	513
22.2.3	Binärdarstellung	514
22.2.4	Zahlendarstellung zu einer beliebigen Basis	514
22.3	Zellvariablen, Tabellen und Strukturen	514
22.3.1	Befehlsübersicht	514
22.3.2	Zellvariablen	515
22.3.3	Tabellen	516
22.3.4	Tabellen: Ein- und Ausgabe	520
22.3.5	Strukturen	522
22.4	Kategoriale Variablen	524
22.4.1	Befehlsübersicht	524
22.4.2	Kategoriale Variable erstellen	524
22.4.3	Kategoriale Variablen bearbeiten	525
22.4.4	Logische Abfragen und Informationen	526
22.5	Ergänzende Array-Funktionen	527
22.5.1	Befehlsübersicht	527
22.5.2	Anwendungsfunktionen	527
22.5.3	Zelle und Array konvertieren	529
22.5.4	Tabellen konvertieren	530
22.5.5	Zell- und Strukturvariablen	531
22.6	Objektorientierte Programmierung	532
22.6.1	Kurze Übersicht gültig vor MATLAB Rel. 7.6	532
22.6.2	Aktuelle Version: Befehlsübersicht	532
22.6.3	Die objektorientierte Programmierung	533
22.6.4	Überladene Operatoren	543
22.7	Map-Container	544
23	Zeitfunktionen	547
23.1	Basisfunktionen	547
23.1.1	Befehlsübersicht	547
23.1.2	Aktuelle Zeit	547
23.1.3	Darstellung: Datum	547
23.1.4	Datum verschieben	549
23.2	Datums- und Zeitfunktionen	549
23.2.1	Befehlsübersicht	549
23.2.2	Kalenderfunktionen	549
23.2.3	Datumsachsen plotten	550
23.2.4	Zeitdifferenz	550
23.2.5	Zeit stoppen	550

23.2.6	Pausefunktion	551
23.3	Kalendarische Operationen	551
23.3.1	Befehlsübersicht	551
23.3.2	Zeitdauer	551
23.3.3	Zeitvariablen	552
23.4	Timer Support	555
24	Verwalten und Testen	558
24.1	Versionskontrolle	558
24.1.1	Kommandos zur Versionskontrolle	558
24.2	Modultest	560
24.2.1	Skript- und Funktions-basiertes Testen	560
24.2.2	Testtypen	562
24.2.3	Pre- und Post-Aufgaben	564
24.2.4	Klassen-basiertes Testen	564
25	FORTRAN und C in MATLAB einbinden	568
25.1	Aufbau einer MEX-Datei	569
25.1.1	Der MEX-Befehl	570
25.2	Das mxArray	571
25.2.1	mx-Routinen zum Erstellen einfacher Variablen	572
25.2.2	mx-Routinen zum Zugriff auf einfache Variablen	574
25.2.3	Strukturen	575
25.2.4	Zellvariablen	575
25.2.5	Abfragen	575
25.2.6	Allgemeine Aufgaben	576
25.2.7	Speicherverwaltung	576
25.3	Die MEX-Funktionen	577
25.4	Die MAT-Funktionen	579
25.5	Die Engine	580
25.6	Das Generic DLL-Interface	581
26	Java und MATLAB	584
26.1	Vorbemerkungen zu Java	584
26.2	Java-Klassen und -Objekte	585
26.2.1	Java-Klassen	585
26.2.2	Java-Objekte	585
26.2.3	Java-Methoden	585
26.2.4	Objekt-Eigenschaften	586
26.3	Daten	587
26.3.1	Austausch von Daten	587
26.3.2	Java Arrays	588
26.3.3	Java-Internetanbindung	589
26.4	Java-Interface-Funktionen	590
27	MS-Windows-Integration	592
27.1	Die COM-Schnittstelle	592
27.1.1	MATLAB als Client	592
27.1.2	MATLAB als Server	596
27.2	Die Notebook-Funktionalität	598
28	Literaturhinweise und Internetlinks	601
	Index	605