

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Erläuterungen zum vorliegenden Text	1
1.2	Erste Schritte mit MATLAB	2
1.2.1	1. Projekt: Erzeugen von Variablen	3
1.2.2	2. Projekt: Grafiken erstellen	6
1.2.3	3. Projekt: MATLAB-Funktionen am Beispiel „Lösung eines dynamischen Systems“	11
1.2.4	4. Projekt: Polynome und Interpolationen	17
1.2.5	5. Projekt: Datenanalyse, Laden und Speichern	18
1.3	Tipps zur Effizienzsteigerung	21
1.4	Tabellarische Übersicht ausgewählter MATLAB-Kommandos	26
2	Grafische Utilities	31
2.1	Übersicht	31
2.1.1	Der MATLAB Desktop	32
2.1.2	Hilfe und Dokumentation	39
2.1.3	Der Variable Editor	41
2.2	Der MATLAB Editor und Debugger	43
2.2.1	Der Editor	43
2.2.2	Der grafische Debugger	45
2.2.3	Berichte erstellen	46
2.3	MATLAB Code testen	50
2.4	Die Plot Tools	52
2.5	Interaktiver Daten Import	54
3	Allgemein nützliche Kommandos	57
3.1	MATLAB-Hilfe und allgemeine Informationen	57
3.1.1	Befehlsübersicht	57
3.1.2	Demos	57
3.1.3	Hilfe suchen und erstellen	57
3.1.4	M-Files nach Schlüsselbegriffen durchsuchen	58
3.1.5	Versionen	59
3.1.6	Informationen zum aktuellen Release	59
3.1.7	Variablen auflisten	59
3.2	Voreinstellungen und Konfiguration	60
3.2.1	Files zu Voreinstellungen	60
3.2.2	Informationen zur Konfiguration	61
3.3	Laden, beenden und sichern	61
3.3.1	Befehlsübersicht	61
3.3.2	Variablen löschen	61
3.3.3	MATLAB beenden: exit und quit	62
3.3.4	Variablen speichern und laden	62
3.3.5	Laden und Speichern von Objekten: loadobj und saveobj	63

3.4	Allgemeine Kommandos und Funktionen	64
3.4.1	Befehlsübersicht	64
3.4.2	Lokalisieren und auflisten	64
3.4.3	Externen Code einbinden: mex	65
3.4.4	Dateien in Abhängigkeit der File-Kennung öffnen	65
3.4.5	Pseudo-Code erzeugen	65
3.5	Setzen und Löschen der Suchpfade	66
3.5.1	Befehlsübersicht	66
3.5.2	Verzeichnis hinzufügen	66
3.5.3	Java-Klassen importieren	67
3.5.4	Suchpfade	67
3.6	Kontrolle des Command Windows	68
3.6.1	Befehlsübersicht	68
3.6.2	Töne erzeugen: beep	68
3.6.3	MATLAB-Ablauf verfolgen und protokollieren	69
3.6.4	Zahlenformat setzen	69
3.7	Kommandos zum Betriebssystem	69
3.7.1	Befehlsübersicht	69
3.7.2	Informationen zum Computer	70
3.7.3	File-Handling: copyfile, movefile und delete	71
3.7.4	Verzeichnisse	72
3.7.5	Betriebssystemebene	73
3.7.6	Perl	73
3.8	Debuggen von M-Files	73
3.8.1	Befehlsübersicht	74
3.8.2	Debugger: db-Kommandos	74
3.9	Beurteilen von M-Files	77
3.9.1	Befehlsübersicht	77
3.9.2	Abhängigkeiten prüfen: depdir und depfun	77
3.9.3	Effizienz testen: Der Profiler	78
3.9.4	Test auf Probleme: checkcode, mlint und mlintrpt	79
4	Operatoren und Sonderzeichen	81
4.1	Arithmetische Operatoren	81
4.1.1	Befehlsübersicht	81
4.1.2	Grundrechenarten	81
4.1.3	Berechnung der Inversen	82
4.1.4	Das Kroneckerprodukt	82
4.2	Vergleichsoperatoren	83
4.3	Logische Operatoren	83
4.4	Die bitweisen Operatoren	85
4.4.1	Befehlsübersicht	85
4.4.2	Die logischen bitweisen Operatoren	85
4.4.3	Bit-Operatoren	85
4.5	Mengen-Operatoren	86
4.5.1	Befehlsübersicht	86
4.5.2	Schnitt- und Vereinigungsmenge	86
4.5.3	Teilmengen	86
4.6	Sonderzeichen	87
4.7	Ausgewählte Variablen und Konstanten	87

5	MATLAB als Programmiersprache	91
5.1	Entscheidungen und Schleifen	91
5.1.1	Befehlsübersicht	91
5.1.2	Schleifen: for und while	91
5.1.3	Entscheidung: if	92
5.1.4	Fallunterscheidung: switch	94
5.1.5	Ausnahmen: try und catch	95
5.1.6	Break und return	96
5.2	Ausführen von Zeichenketten und MATLAB-Ausdrücken	96
5.2.1	Befehlsübersicht	96
5.2.2	Variablenzuordnung: assignin	97
5.2.3	String-Evaluation	97
5.2.4	Funktionsausführung	98
5.3	Skripte, Funktionen und Variablen	99
5.3.1	Der JIT Accelerator	99
5.3.2	Skripte	99
5.3.3	Funktionen	99
5.3.4	Globale Variablen	104
5.3.5	Persistente Variablen	105
5.3.6	Schutz von M-Files	106
5.3.7	Namenstest	106
5.4	Argumente	107
5.4.1	Befehlsübersicht	107
5.4.2	Anzahl der Funktionsargumente	108
5.4.3	Variable Anzahl der Funktionsargumente	108
5.4.4	Namen der Funktionsargumente	109
5.4.5	Prüfen der Eingabeargumente	109
5.5	Meldungen und Ausgaben	111
5.5.1	Befehlsübersicht	111
5.5.2	Ausgabe	111
5.5.3	Fehlermeldung und Warnung	112
5.5.4	Ausnahmen und Fehler	113
5.5.5	Formatierte Ausgaben und Daten	114
5.6	Interaktiver Input	115
6	Mathematische Funktionen	117
6.1	Trigonometrische Funktionen	117
6.2	Hyperbolische Funktionen	118
6.3	Exponential- und logarithmische Funktionen	118
6.4	Potenzfunktionen	119
6.4.1	Potenzen	119
6.4.2	Wurzeln	119
6.5	Rechnen mit komplexen Werten	120
6.5.1	Befehlsübersicht	120
6.5.2	Polardarstellung einer komplexen Zahl	120
6.5.3	Real- und Imaginärteil einer komplexen Zahl	120
6.5.4	Komplexbijugation	121
6.6	Rund um Zahlen	121
6.6.1	Befehlsübersicht	121
6.6.2	Runden von Zahlen	121
6.6.3	Modulus	122
6.6.4	Vorzeichen	123

6.7	Spezielle mathematische Funktionen	123
6.7.1	Befehlsübersicht	123
6.7.2	Airy- und Bessel-Funktionen	124
6.7.3	Die Gamma- und die Betafunktion	126
6.7.4	Elliptische Integrale	127
6.7.5	Fehlerintegral	128
6.7.6	Das Exponentialintegral	129
6.7.7	Legendre-Polynom	129
6.7.8	Produkte mit Vektoren	130
6.8	Zahlentheoretische Funktionen	130
6.8.1	Funktionen zur Kombinatorik	130
6.8.2	Primzahlen	131
6.8.3	Rationale Approximationen	131
6.9	Koordinaten-Transformationen	132
6.10	Farbtransformationen	132
7	Polynome und Interpolation	133
7.1	Polynome	133
7.1.1	Befehlsübersicht	133
7.1.2	Darstellung und Auswertung von Polynomen	133
7.1.3	Polynommultiplikation und -division	135
7.1.4	Symbolische Ableitung und Integration eines Polynoms	135
7.1.5	Residuen und Polynomfit	135
7.2	Interpolation	136
7.2.1	Befehlsübersicht	137
7.2.2	Polynominterpolationen	137
7.2.3	Hermite-Interpolationspolynome	138
7.2.4	FFT-Interpolation	139
7.2.5	Spline-Interpolation	140
7.2.6	Padé-Approximation von Zeitverzögerungen	141
7.2.7	Uni- und multivariate Interpolation	141
7.2.8	Oberflächeninterpolation	144
7.3	Geometrische Analyse	147
7.3.1	Befehlsübersicht	147
7.3.2	Triangulationen	147
7.3.3	Konvexe Hülle und Voronoi-Darstellungen	152
7.3.4	Polygone	153
8	Datenanalyse	155
8.1	Grundlegende Datenanalyse	155
8.1.1	Befehlsübersicht	155
8.1.2	Statistische Maßzahlen	155
8.1.3	Standardabweichung	156
8.1.4	Histogramme	156
8.1.5	Sortier-Routinen	158
8.1.6	Summen und Produkte von Array-Elementen	159
8.1.7	Numerische Integration	160
8.2	Korrelation und Kovarianz	161
8.3	Finite Differenzen – numerische Ableitung	162
8.4	Winkel zwischen Unterräumen	163
8.5	Filter	163
8.5.1	Befehlsübersicht	163

8.5.2	Filterfunktionen	163
8.5.3	Faltung	165
8.5.4	Lineare Trends	166
8.6	Fourier-Transformationen	166
8.6.1	FFT-Routinen optimieren	170
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
8.7.9	Das grafische User-Interface: tstool	183
9	Berechnungen mit Matrizen	185
9.1	Elementare Matrizen	185
9.1.1	Befehlsübersicht	185
9.1.2	Basismatrizen	185
9.1.3	Verteilungsvektoren	186
9.1.4	Vervielfachung	187
9.1.5	Frequenzvektoren	188
9.1.6	Logische Arrays	188
9.1.7	Zufallsmatrizen	188
9.2	Elementare Eigenschaften von Arrays	192
9.2.1	Befehlsübersicht	192
9.2.2	Arraygröße	192
9.2.3	Logische Arrayfunktionen	192
9.2.4	Prüfen von Arrays	194
9.3	Matrixumformungen	195
9.3.1	Befehlsübersicht	195
9.3.2	Arrayindizes	195
9.3.3	Darstellungsänderungen	196
9.3.4	Subarrays	199
9.4	Spezielle Matrizen	201
9.4.1	Befehlsübersicht	201
9.4.2	Das charakteristische Polynom	202
9.4.3	Die Testmatrizen „Toolbox Gallery“	203
9.4.4	Hilbert-Matrizen	210
9.4.5	Ausgewählte Matrizen	211
9.4.6	Magische Quadrate	212
9.4.7	Binomialkoeffizienten	212
10	Lineare Algebra	215
10.1	Vektoren und Matrizen	215
10.1.1	Befehlsübersicht	215
10.1.2	Die Norm	215
10.1.3	Von Spur bis Determinante	216
10.1.4	Null- und orthogonale Räume	217
10.2	Matrizen und lineare Gleichungen	219
10.2.1	Befehlsübersicht	219

10.2.2	Kondition	219
10.2.3	Matrix-Faktorisierung	220
10.2.4	Inverse, Pseudoinverse und Backslash-Operator	224
10.2.5	Least Square Fit	227
10.3	Modifikation von Matrix-Faktorisierungen	229
10.3.1	Befehlsübersicht	229
10.3.2	Choleski-Modifikationen: cholupdate	229
10.3.3	QR-Modifikationen	229
10.3.4	Ebene Givens-Rotationen	230
10.3.5	Diagonale und Blockdiagonale	230
10.4	Eigenwertprobleme	231
10.4.1	Befehlsübersicht	231
10.4.2	Eigenwerte	232
10.4.3	Singulärwertzerlegung	238
10.4.4	Hessenberg- und Schur-Form	239
10.5	Matrix-Funktionen	240
11	Optimierung, Differentialgleichungen	245
11.1	Optimierung	245
11.1.1	Befehlsübersicht	245
11.1.2	Lokale Minima	245
11.1.3	Nullstellensuche	246
11.1.4	Wahlmöglichkeiten: optimset und optimget	247
11.1.5	Parameter- und Variablensuche	248
11.2	Numerische Integration	248
11.2.1	Befehlsübersicht	248
11.2.2	Eindimensionale Integration	249
11.2.3	Mehrdimensionale Integration	250
11.3	Inline Functions	252
11.4	Anfangswertprobleme	253
11.4.1	Befehlsübersicht	253
11.4.2	Allgemeine Syntax der ode-Solver	253
11.4.3	Allgemeine Solver: ode45, ode23, ode113	258
11.4.4	DAE und steife Probleme: ode23t, ode15s	259
11.4.5	Steife Probleme: ode23tb, ode23s	260
11.4.6	Implizite Differentialgleichungen: ode15i	261
11.4.7	Verzögerte Differentialgleichungssysteme	262
11.5	Randwertprobleme	265
11.6	Differentialgleichungen: Ergänzungsfunktionen	270
11.6.1	Funktionsübersicht	270
11.6.2	Differentialgleichungen: Erweiterung der Lösungen	270
11.6.3	Hilfe-Template: odefile	271
11.6.4	Output Functions	271
11.7	Partielle Differentialgleichungen	272
11.7.1	Interpolation von Lösungen: pdeval	275
12	Dünn besetzte Matrizen	277
12.1	Elementare Matrizenoperationen	277
12.1.1	Befehlsübersicht	277
12.1.2	Erzeugen und Wandeln	278
12.1.3	Bearbeiten der Matrixelemente	278
12.1.4	Speicherplatz, Funktionen und Visualisierung	279

12.1.5	Faktorisierung und Least-Square-Analyse	280
12.1.6	Parameter zu Matrix-Routinen für dünn besetzte Matrizen	281
12.2	Elementare dünn besetzte Matrizen	282
12.2.1	Befehlsübersicht	282
12.2.2	Einheitsmatrizen, diagonale dünn besetzte Matrizen	282
12.2.3	Zufallsmatrizen	283
12.3	Umordnungsalgorithmen	284
12.3.1	Befehlsübersicht	284
12.3.2	Ausgewählte Umordnungen	284
12.3.3	Optimierung von Matrix-Zerlegungen	286
12.3.4	Spalten-, Zufalls- und Farbpermutation	288
12.4	Lineare Algebra	288
12.4.1	Befehlsübersicht	288
12.4.2	Verweise	288
12.5	Lineare Gleichungen	288
12.5.1	Befehlsübersicht	289
12.5.2	Konjugierte Gradientenmethode	289
12.5.3	Methode der Residuen	291
12.5.4	Symmetrisches LQ-Verfahren	292
12.6	Grafische Darstellungen	292
13	Stringfunktionen	295
13.1	Zeichenketten-Funktionen	295
13.1.1	Befehlsübersicht	295
13.1.2	Zeichenketten erzeugen	296
13.1.3	Leerstellen optimieren	296
13.1.4	Konvertieren	296
13.1.5	Typen-Tests	296
13.1.6	Ausdrücke finden	297
13.1.7	Ausdrücke vergleichen	303
13.1.8	Strings zusammenfügen	303
13.1.9	Zeichen ersetzen	304
13.2	Umwandlung von Zeichenketten	304
14	2-D-Grafik	307
14.1	Elementare 2-D-Grafik	307
14.1.1	Lineare 2-D-Plots: plot	307
14.1.2	Plot mit zwei y-Achsen: plotyy	310
14.1.3	Polardarstellung: polar	310
14.1.4	Logarithmische Plots	311
14.1.5	Linieninformationen	311
14.2	Achsen und Beschriftungen	311
14.2.1	Befehlsübersicht	311
14.2.2	Achsen und ihre Eigenschaften	311
14.2.3	Mehrere Plots vereinigen: subplot	312
14.2.4	Achsen bearbeiten: axis und box	314
14.2.5	Hold	315
14.2.6	Gitter hinzufügen	315
14.2.7	Zoomen und Scrollen	316
14.2.8	Achsen beschriften	317
14.2.9	Legende und Titel	317
14.2.10	Text verarbeiten	318

14.3	Ausdruck	321
14.4	Grafische Hilfsfunktionen	324
15	3-D-Grafik	325
15.1	Befehlsübersicht	325
15.1.1	Lineare 3-D-Plots: plot3	325
15.1.2	3-D-Polygone: fill3	325
15.1.3	Gittergrafiken: Die Mesh-Familie	326
15.1.4	Flächengrafiken: Die Surf-Familie	326
15.2	Achsen und Beschriftungen	327
15.2.1	Befehlsübersicht	327
15.2.2	Achsen Grenzen und -verhältnisse	328
15.2.3	Farbbalken: colorbar	328
15.3	Farbe	331
15.3.1	Befehlsübersicht	331
15.3.2	Die Farbmatrix	331
15.3.3	Farbschattierung	332
15.3.4	Schwarz-Weiß-Monitor	333
15.4	Beleuchtung und Transparenz	333
15.4.1	Befehlsübersicht	333
15.4.2	Beleuchtung	333
15.4.3	Reflexionen	333
15.4.4	Flächennormale	334
15.4.5	Transparenz	334
15.5	Veränderung des Blickwinkels	335
15.6	Kamerakontrolle	336
15.6.1	Befehlsübersicht	336
15.6.2	Kameraposition	336
15.6.3	Kamerasteuerung	337
15.6.4	Beleuchtungskontrolle	338
15.7	Hardcopy und Ausdruck	338
16	Fortgeschrittene Grafikaufgaben	343
16.1	Funktionsplotter	343
16.1.1	Befehlsübersicht	343
16.1.2	2-D-Liniengrafiken	343
16.1.3	Konturplots	344
16.1.4	3-D-Linienplot	345
16.1.5	3-D-Grafik	345
16.2	2-D-Grafik	347
16.2.1	Befehlsübersicht	347
16.2.2	Balkendiagramme	347
16.2.3	Diskrete Daten	349
16.2.4	Polardiagramme	350
16.2.5	Streuplots	352
16.2.6	Kometenplot	354
16.2.7	Fehlerbalken	354
16.2.8	2-D-Gebiete und -Polygone	356
16.3	Höhenlinienplot	357
16.3.1	Befehlsübersicht	357
16.3.2	2-D-Konturplots	358

.....	379
.....	379
.....	379
.....	379
.....	380
.....	380
.....	381
.....	381
.....	381
.....	382
en	383
	385
.....	386
.....	386
.....	386
en.....	392
.....	392
e der Achsen	392
.....	398
.....	398
.....	399
.....	401
.....	401
te.....	402
.....	406
.....	407
.....	408

17.3.9	Beleuchtungsobjekte	408
17.3.10	Linkeigenschaften	409
17.4	Grafische Operationen	409
17.4.1	Befehlsübersicht	409
17.4.2	Setzen und Lesen von Eigenschaften grafischer Objekte	410
17.4.3	Finden von Objekten: findobj	410
17.4.4	Handles nutzen	411
17.4.5	Auf grafische Objekte zugreifen	411
17.4.6	Anwendungsdaten	412
17.5	Ergänzende Funktionen: closereq, newplot und ishandle	412
17.6	ActiveX-Client-Funktionen	413
17.7	Hierarchische Grafik-Handles verwalten	413
17.7.1	Befehlsübersicht	413
17.7.2	Hg-Gruppen-Objekte	414
17.7.3	Laden, Speichern, Exportieren	414
18	Das Grafische User Interface	417
18.1	GUI-Funktionen	417
18.1.1	Befehlsübersicht	417
18.1.2	GUI-Objekte erzeugen	418
18.1.3	Toolbars erzeugen	427
18.1.4	Warten und Fortfahren	428
18.1.5	Interaktiver Status und Ausführungsreihenfolge	429
18.1.6	Mauseingabe	429
18.1.7	Textanpassung	429
18.1.8	Interaktive Objektwahl	429
18.1.9	Rechtecke reskalieren	430
18.2	Dialog-Boxen	430
18.2.1	Befehlsübersicht	431
18.2.2	File-Handling	431
18.2.3	Daten-Handling	431
18.2.4	Font-Dialog	432
18.2.5	Print-Dialog	432
18.2.6	Töne, Farben, Bilder	433
18.2.7	Hilfe, Warnungen, Fehler	434
18.2.8	Dialoge	434
18.3	GUI Utilities	436
18.3.1	Befehlsübersicht	436
18.3.2	Menü-Funktionen	437
18.3.3	Button-Gruppen	437
18.3.4	Suchfunktionen	437
18.3.5	Informationshilfen	437
18.3.6	Zwischenablage nutzen	438
18.3.7	GUI-Hilfsfunktionen	438
18.3.8	Figure-Hilfsfunktionen	439
18.3.9	Interaktiven Modus beenden	440
18.4	Präferenzen	440
18.4.1	Befehlsübersicht	440
18.4.2	Präferenzen hinzufügen und entfernen	440
18.4.3	Präferenzen erhalten und setzen	441
18.4.4	Präferenz-GUIs	441

19	GUIDE	443
19.1	GUI Design Tools	443
19.1.1	GUI Option Tool	446
19.1.2	Objekte erzeugen und Eigenschaften festlegen	446
19.2	GUI M-File	447
19.2.1	Die Initialisierung	448
19.2.2	Die Opening-Funktion	449
19.2.3	Die Output-Funktion	450
19.2.4	Die Callback-Funktionen	451
19.3	UI-Menüs mit dem GUIDE erzeugen	453
20	File-Handling und Datenverwaltung	455
20.1	Daten- und Textdateien	455
20.1.1	Befehlsübersicht	455
20.1.2	Öffnen und Schließen von Files	455
20.1.3	Aus- und Eingabefunktionen	457
20.1.4	Lesen und Schreiben formatierter Files	464
20.1.5	Stringfunktionen	467
20.1.6	Lesen und Schreiben binärer Files	467
20.2	Bilddateien verwalten	470
20.2.1	Funktionsübersicht	470
20.2.2	Bilddateien lesen und schreiben	471
20.2.3	Bildinformationen	472
20.2.4	Konversion zu Java	473
20.2.5	Die LibTiff Bibliothek	474
20.3	Internet-Unterstützung	477
20.3.1	Internetzugriff	477
20.3.2	E-Mail aus MATLAB schreiben	478
20.3.3	WSDL-Klassen erzeugen	478
20.4	FTP-Zugriff	478
20.5	File-Handling	479
20.5.1	Befehlsübersicht	479
20.5.2	File-Positionierung	480
20.5.3	File-Status	480
20.5.4	Temporäre Dateien und Voreinstellungen	480
20.5.5	Aufgliedern von Datei- und Funktionsnamen	481
20.5.6	Komprimierte Dateien	481
20.5.7	CDF-File-Handling	482
20.5.8	Network Common Data Format	483
20.5.9	FITS-File-Handling	484
20.5.10	XML-File-Handling	485
20.6	HDF-Bibliothek	485
20.6.1	HDF4- und HDF-EOS-Dateien	485
20.6.2	HDF5-Dateien	486
20.7	Der serielle Port	488
20.8	Hilfsfunktionen	490
21	Audio- und Videoanwendungen	491
21.1	Audio Input/Output-Objekte und Hardware-Treiber	491
21.1.1	Befehlsübersicht	491
21.1.2	In- und Output-Objekte	491

21.1.3	Die VideoReader und -Writer Klasse	494
21.1.4	Tonausgabe	498
21.2	Audio- und Videodateien	499
21.2.1	Befehlsübersicht	499
21.2.2	Audio-Files lesen und schreiben	499
21.2.3	WAV-Files lesen und schreiben	499
21.2.4	Hilfsfunktionen	500
21.2.5	Tonbeispiele	500
21.2.6	AVI-Files bearbeiten	500
21.2.7	Animationen und AVI-Files	502
22	Datentypen und Strukturen	503
22.1	Datentypen	504
22.1.1	Fließkommazahlen	504
22.1.2	Effizienz der Berechnungen mit unterschiedlichen Datentypen	504
22.1.3	Ganzzahlige Werte	505
22.1.4	Datentypen wandeln	507
22.1.5	Strings	507
22.1.6	Containervariablen	507
22.1.7	Java	508
22.2	Wandeln von Datentypen	508
22.2.1	Befehlsübersicht	508
22.2.2	Hexadezimaldarstellung	508
22.2.3	Binärdarstellung	509
22.2.4	Zahlendarstellung zu einer beliebigen Basis	509
22.3	Ergänzende Array-Funktionen	510
22.4	Zell-Funktionen	511
22.4.1	Befehlsübersicht	512
22.4.2	Darstellungsfunktionen	512
22.4.3	Logische Test- und Anwendungsfunktion	512
22.4.4	Zelle und Array	513
22.4.5	Zell- und Strukturvariablen	514
22.4.6	Ausgabe-Eingabe-Verknüpfung	515
22.5	Struktur-Funktionen	515
22.5.1	Befehlsübersicht	515
22.5.2	Feldebene	516
22.5.3	Logische Funktionen	517
22.6	Funktions-Handling	517
22.7	Objektorientierte Programmierung	518
22.7.1	Befehlsübersicht gültig vor MATLAB Rel. 7.6	518
22.7.2	Die objektorientierte Programmierung vor MATLAB Rel. 7.6	518
22.7.3	Befehlsübersicht	520
22.7.4	Die objektorientierte Programmierung	520
22.7.5	Überladene Operatoren	530
22.8	Map-Container	531
23	Zeitfunktionen	535
23.1	Basisfunktionen	535
23.1.1	Befehlsübersicht	535
23.1.2	Aktuelle Zeit	535
23.1.3	Darstellung: Datum	535
23.1.4	Datum verschieben	537

23.2	Datums- und Zeitfunktionen	537
23.2.1	Befehlsübersicht	537
23.2.2	Kalenderfunktionen	537
23.2.3	Datumsachsen plotten	538
23.2.4	Zeitdifferenz	538
23.2.5	Zeit stoppen	538
23.2.6	Pausefunktion	539
23.3	Timer Support	539
24	Versionskontrolle	541
24.1	Befehlsübersicht	541
24.2	Kommandos zur Versionskontrolle	541
25	FORTRAN und C in MATLAB einbinden	545
25.1	Aufbau einer MEX-Datei	546
25.1.1	Der MEX-Befehl	547
25.2	Das mxArray	548
25.2.1	mx-Routinen zum Erstellen einfacher Variablen	549
25.2.2	mx-Routinen zum Zugriff auf einfache Variablen	551
25.2.3	Strukturen	552
25.2.4	Zellvariablen	552
25.2.5	Abfragen	552
25.2.6	Allgemeine Aufgaben	553
25.2.7	Speicherverwaltung	553
25.3	Die MEX-Funktionen	554
25.4	Die MAT-Funktionen	556
25.5	Die Engine	557
25.6	Das Generic DLL-Interface	558
26	Java und MATLAB	561
26.1	Vorbemerkungen zu Java	561
26.2	Java-Klassen und -Objekte	562
26.2.1	Java-Klassen	562
26.2.2	Java-Objekte	562
26.2.3	Java-Methoden	562
26.2.4	Objekt-Eigenschaften	563
26.3	Daten	564
26.3.1	Austausch von Daten	564
26.3.2	Java Arrays	565
26.3.3	Java-Internetanbindung	566
26.4	Java-Interface-Funktionen	567
27	MS-Windows-Integration	569
27.1	Das DDE-Interface	569
27.2	Die COM-Schnittstelle	569
27.2.1	MATLAB als Client	570
27.2.2	MATLAB als Server	574
27.3	Die Notebook-Funktionalität	576
28	Literaturhinweise und Internetlinks	579
	Index	583