

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	2
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	19
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	31
2.1.2	Der Help Browser	35
2.1.3	Der Array Editor	37
2.2	Der MATLAB Editor und Debugger	37
2.2.1	Der Editor	37
2.2.2	Der grafische Debugger	39
2.2.3	Berichte erstellen	40
2.3	MATLAB Code testen	42
2.4	Die Plot Tools	44
2.5	Der Import Wizard	45
3	Allgemein nützliche Kommandos	47
3.1	MATLAB-Hilfe und allgemeine Informationen	47
3.1.1	Befehlsübersicht	47
3.1.2	Demos	47
3.1.3	Hilfe suchen und erstellen	47
3.1.4	Help Browser	48
3.1.5	M-Files nach Schlüsselbegriffen durchsuchen	49
3.1.6	Support-Seite öffnen	49
3.1.7	Versionen	49
3.1.8	Informationen zum aktuellen Release	49
3.1.9	Variablen auflisten	50
3.2	Voreinstellungen und Konfiguration	50
3.2.1	Files zu Voreinstellungen	50
3.2.2	Kommandos zu Voreinstellungen	51
3.2.3	Informationen zur Konfiguration	51
3.3	Laden, beenden und sichern	52
3.3.1	Befehlsübersicht	52
3.3.2	Variablen löschen	52

3.3.3	MATLAB beenden: exit und quit	52
3.3.4	Variablen speichern und laden	53
3.3.5	Laden und Speichern von Objekten: loadobj und saveobj	54
3.4	Allgemeine Kommandos und Funktionen	54
3.4.1	Befehlsübersicht	54
3.4.2	Editieren	55
3.4.3	Lokalisieren und auflisten	55
3.4.4	Externen Code einbinden: mex	55
3.4.5	Dateien in Abhängigkeit der File-Kennung öffnen	55
3.4.6	Pseudo-Code erzeugen	56
3.5	Setzen und Löschen der Suchpfade	56
3.5.1	Befehlsübersicht	57
3.5.2	Verzeichnis hinzufügen	57
3.5.3	Java-Klassen importieren	57
3.5.4	Suchpfade	58
3.6	Kontrolle des Command Windows	59
3.6.1	Befehlsübersicht	59
3.6.2	Töne erzeugen: beep	59
3.6.3	MATLAB-Ablauf verfolgen und protokollieren	59
3.6.4	Zahlenformat setzen	59
3.7	Kommandos zum Betriebssystem	60
3.7.1	Befehlsübersicht	60
3.7.2	Informationen zum Computer	60
3.7.3	File-Handling: copyfile, movefile und delete	61
3.7.4	Verzeichnisse	62
3.7.5	Betriebssystemebene	63
3.7.6	Perl	63
3.7.7	Web Browser	63
3.8	Debuggen von M-Files	64
3.8.1	Befehlsübersicht	64
3.8.2	Debugger: db-Kommandos	64
3.9	Beurteilen von M-Files	67
3.9.1	Befehlsübersicht	67
3.9.2	Abhängigkeiten prüfen: depdir und depfun	67
3.9.3	Effizienz testen: Der Profiler	68
3.9.4	Test auf Probleme: mlint und mlintrpt	69
4	Operatoren und Sonderzeichen	71
4.1	Arithmetische Operatoren	71
4.1.1	Befehlsübersicht	71
4.1.2	Grundrechenarten	71
4.1.3	Berechnung der Inversen	72
4.1.4	Das Kroneckerprodukt	72
4.2	Vergleichsoperatoren	73
4.3	Logische Operatoren	73
4.4	Die bitweisen Operatoren	75
4.4.1	Befehlsübersicht	75
4.4.2	Die logischen bitweisen Operatoren	75
4.4.3	Bit-Operatoren	75
4.5	Mengen-Operatoren	76
4.5.1	Befehlsübersicht	76
4.5.2	Schnitt- und Vereinigungsmenge	76

4.5.3	Teilmengen	76
4.6	Sonderzeichen	77
4.7	Ausgewählte Variablen und Konstanten	78
5	MATLAB als Programmiersprache	81
5.1	Entscheidungen und Schleifen	81
5.1.1	Befehlsübersicht	81
5.1.2	Schleifen: for und while	81
5.1.3	Entscheidung: if	83
5.1.4	Fallunterscheidung: switch	84
5.1.5	Ausnahmen: try und catch	85
5.1.6	Break und return	86
5.2	Der JIT Accelerator	86
5.3	Ausführen von Zeichenketten und MATLAB-Ausdrücken	87
5.3.1	Befehlsübersicht	87
5.3.2	Variablenzuordnung: assignin	87
5.3.3	String-Evaluation	87
5.3.4	Funktionsausführung	89
5.4	Skripte, Funktionen und Variablen	89
5.4.1	Skripte	89
5.4.2	Funktionen	89
5.4.3	Globale Variablen	94
5.4.4	Persistente Variablen	94
5.4.5	Schutz von M-Files	95
5.4.6	Namenstest	95
5.5	Argumente	96
5.5.1	Befehlsübersicht	96
5.5.2	Anzahl der Funktionsargumente	97
5.5.3	Variable Anzahl der Funktionsargumente	97
5.5.4	Namen der Funktionsargumente	98
5.5.5	Prüfen der Eingabeargumente	98
5.6	Meldungen und Ausgaben	100
5.6.1	Befehlsübersicht	100
5.6.2	Ausgabe	100
5.6.3	Fehlermeldung und Warnung	100
5.6.4	Ausnahmen und Fehler	102
5.6.5	Formatierte Ausgaben und Daten	103
5.7	Interaktiver Input	103
6	Mathematische Funktionen	105
6.1	Trigonometrische Funktionen	105
6.2	Hyperbolische Funktionen	106
6.3	Exponential- und logarithmische Funktionen	106
6.4	Potenzfunktionen	107
6.4.1	Potenzen	107
6.4.2	Wurzeln	107
6.5	Rechnen mit komplexen Werten	107
6.5.1	Befehlsübersicht	107
6.5.2	Polardarstellung einer komplexen Zahl	108
6.5.3	Real- und Imaginärteil einer komplexen Zahl	108
6.5.4	Komplexkonjugation	108
6.6	Rund um Zahlen	109

6.6.1	Befehlsübersicht	109
6.6.2	Runden von Zahlen	109
6.6.3	Modulus	110
6.6.4	Vorzeichen	111
6.7	Spezielle mathematische Funktionen	111
6.7.1	Befehlsübersicht	111
6.7.2	Airy- und Bessel-Funktionen	111
6.7.3	Die Gamma- und die Betafunktion	114
6.7.4	Elliptische Integrale	115
6.7.5	Fehlerintegral	116
6.7.6	Das Exponentialintegral	117
6.7.7	Legendre-Polynom	117
6.7.8	Produkte mit Vektoren	118
6.8	Zahlentheoretische Funktionen	118
6.8.1	Funktionen zur Kombinatorik	118
6.8.2	Primzahlen	119
6.8.3	Rationale Approximationen	119
6.9	Koordinaten-Transformationen	120
6.10	Farbtransformationen	120
7	Polynome und Interpolation	121
7.1	Polynome	121
7.1.1	Befehlsübersicht	121
7.1.2	Darstellung und Auswertung von Polynomen	121
7.1.3	Polynommultiplikation und -division	123
7.1.4	Symbolische Ableitung und Integration eines Polynoms	123
7.1.5	Residuen und Polynomfit	123
7.2	Interpolation	124
7.2.1	Befehlsübersicht	125
7.2.2	Polynominterpolationen	125
7.2.3	Hermite-Interpolationspolynome	126
7.2.4	FFT-Interpolation	127
7.2.5	Spline-Interpolation	128
7.2.6	Padé-Approximation von Zeitverzögerungen	129
7.2.7	Uni- und multivariate Interpolation	129
7.2.8	Oberflächeninterpolation	132
7.3	Geometrische Analyse	135
7.3.1	Befehlsübersicht	135
7.3.2	Triangulationen	135
7.3.3	Konvexe Hülle und Voronoi-Darstellungen	140
7.3.4	Polygone	140
8	Datenanalyse	143
8.1	Grundlegende Datenanalyse	143
8.1.1	Befehlsübersicht	143
8.1.2	Statistische Maßzahlen	143
8.1.3	Standardabweichung	144
8.1.4	Histogramme	144
8.1.5	Sortier-Routinen	146
8.1.6	Summen und Produkte von Array-Elementen	147
8.1.7	Numerische Integration	148
8.2	Korrelation und Kovarianz	149

8.3	Finite Differenzen – numerische Ableitung	150
8.4	Winkel zwischen Unterräumen	151
8.5	Filter	151
8.5.1	Befehlsübersicht	151
8.5.2	Filterfunktionen	151
8.5.3	Faltung	153
8.5.4	Lineare Trends	154
8.6	Fourier-Transformationen	154
8.6.1	FFT-Routinen optimieren	158
8.7	Zeitreihen	159
8.7.1	Befehlsübersicht	160
8.7.2	Grundlegende Eigenschaften von Zeitreihen	160
8.7.3	Daten und Zeiten manipulieren	163
8.7.4	Bearbeiten von Zeitreihen	164
8.7.5	Ereignisse festlegen	168
8.7.6	Statistische Untersuchungen	169
8.7.7	Zeitreihengruppen erzeugen und verwalten	169
8.7.8	Zeitreihengruppen bearbeiten	170
8.7.9	Das grafische User-Interface: <code>tstool</code>	171
9	Berechnungen mit Matrizen	173
9.1	Elementare Matrizen	173
9.1.1	Befehlsübersicht	173
9.1.2	Basismatrizen	173
9.1.3	Verteilungsvektoren	174
9.1.4	Vervielfachung	175
9.1.5	Frequenzvektoren	176
9.1.6	Logische Arrays	176
9.1.7	Zufallsmatrizen	176
9.2	Elementare Eigenschaften von Arrays	179
9.2.1	Befehlsübersicht	179
9.2.2	Arraygröße	180
9.2.3	Logische Arrayfunktionen	180
9.2.4	Prüfen von Arrays	181
9.3	Matrixumformungen	183
9.3.1	Befehlsübersicht	183
9.3.2	Arrayindizes	183
9.3.3	Darstellungsänderungen	184
9.3.4	Subarrays	188
9.4	Spezielle Matrizen	189
9.4.1	Befehlsübersicht	189
9.4.2	Das charakteristische Polynom	190
9.4.3	Die Testmatrizen „Toolbox Gallery“	191
9.4.4	Hilbert-Matrizen	199
9.4.5	Ausgewählte Matrizen	199
9.4.6	Magische Quadrate	200
9.4.7	Binomialkoeffizienten	201
10	Lineare Algebra	203
10.1	Vektoren und Matrizen	203
10.1.1	Befehlsübersicht	203
10.1.2	Die Norm	203

10.1.3	Von Spur bis Determinante	204
10.1.4	Null- und orthogonale Räume	205
10.2	Matrizen und lineare Gleichungen	207
10.2.1	Befehlsübersicht	207
10.2.2	Kondition	207
10.2.3	Matrix-Faktorisierung	208
10.2.4	Inverse, Pseudoinverse und Backslash-Operator	212
10.2.5	Least Square Fit	215
10.3	Modifikation von Matrix-Faktorisierungen	216
10.3.1	Befehlsübersicht	216
10.3.2	Choleski-Modifikationen: cholupdate	217
10.3.3	QR-Modifikationen	217
10.3.4	Ebene Givens-Rotationen	217
10.3.5	Diagonale und Blockdiagonale	217
10.4	Eigenwertprobleme	219
10.4.1	Befehlsübersicht	219
10.4.2	Eigenwerte	219
10.4.3	Singulärwertzerlegung	226
10.4.4	Hessenberg- und Schur-Form	226
10.5	Matrix-Funktionen	228
11	Optimierung, Differentialgleichungen	231
11.1	Optimierung	231
11.1.1	Befehlsübersicht	231
11.1.2	Lokale Minima	231
11.1.3	Nullstellensuche	232
11.1.4	Wahlmöglichkeiten: optimset und optimget	233
11.1.5	Parameter- und Variablen suche	234
11.2	Numerische Integration	234
11.2.1	Eindimensionale Integration	235
11.2.2	Mehrdimensionale Integration	236
11.3	Inline Functions	238
11.4	Anfangswertprobleme	238
11.4.1	Befehlsübersicht	238
11.4.2	Allgemeine Syntax der ode-Solver	239
11.4.3	Allgemeine Solver: ode45, ode23, ode13	243
11.4.4	DAE und steife Probleme: ode23t, ode15s	244
11.4.5	Steife Probleme: ode23tb, ode23s	245
11.4.6	Implizite Differentialgleichungen: ode15i	246
11.4.7	Verzögerte Differentialgleichungssysteme	248
11.5	Randwertprobleme	250
11.6	Differentialgleichungen: Ergänzungsfunktionen	255
11.6.1	Funktionsübersicht	255
11.6.2	Differentialgleichungen: Erweiterung der Lösungen	255
11.6.3	Hilfe-Template: odefile	256
11.6.4	Output Functions	256
11.7	Partielle Differentialgleichungen	257
11.7.1	Interpolation von Lösungen: pdeval	260
12	Dünn besetzte Matrizen	263
12.1	Elementare Matrizenoperationen	263
12.1.1	Befehlsübersicht	263

12.1.2	Erzeugen und Wandeln	264
12.1.3	Bearbeiten der Matrixelemente	264
12.1.4	Speicherplatz, Funktionen und Visualisierung	265
12.1.5	Faktorisierung und Least-Square-Analyse	266
12.1.6	Parameter zu Matrix-Routinen für dünn besetzte Matrizen	267
12.2	Elementare dünn besetzte Matrizen	268
12.2.1	Befehlsübersicht	268
12.2.2	Einheitsmatrizen, diagonale dünn besetzte Matrizen	268
12.2.3	Zufallsmatrizen	269
12.3	Umordnungsalgorithmen	270
12.3.1	Befehlsübersicht	270
12.3.2	Ausgewählte Umordnungen	270
12.3.3	Optimierung von Matrix-Zerlegungen	272
12.3.4	Spalten-, Zufalls- und Farbpermutation	274
12.4	Lineare Algebra	274
12.4.1	Befehlsübersicht	274
12.4.2	Verweise	274
12.5	Lineare Gleichungen	274
12.5.1	Befehlsübersicht	275
12.5.2	Konjugierte Gradientenmethode	275
12.5.3	Methode der Residuen	277
12.5.4	Symmetrisches LQ-Verfahren	278
12.6	Grafische Darstellungen	278
13	Töne	281
13.1	Audio Input/Output-Objekte und Hardware-Treiber	281
13.1.1	Befehlsübersicht	281
13.1.2	In- und Output-Objekte	281
13.1.3	Tonausgabe	284
13.2	Audio-Files	285
13.2.1	Befehlsübersicht	285
13.2.2	Importieren und Exportieren von Audio-Files	285
13.2.3	Hilfsfunktionen	286
13.2.4	Tonbeispiele	286
14	2-D-Grafik	287
14.1	Elementare 2-D-Grafik	287
14.1.1	Lineare 2-D-Plots: plot	287
14.1.2	Plot mit zwei y-Achsen: plotyy	290
14.1.3	Polardarstellung: polar	290
14.1.4	Logarithmische Plots	291
14.1.5	Linieninformationen	291
14.2	Achsen und Beschriftungen	291
14.2.1	Befehlsübersicht	291
14.2.2	Achsen und ihre Eigenschaften	291
14.2.3	Mehrere Plots vereinigen: subplot	292
14.2.4	Achsen bearbeiten: axis und box	294
14.2.5	Hold	295
14.2.6	Gitter hinzufügen	295
14.2.7	Zoomen und Scrollen	296
14.2.8	Achsen beschriften	297
14.2.9	Legende und Titel	297

14.2.10	Text verarbeiten	298
14.3	Ausdruck	301
14.4	Grafische Hilfsfunktionen	304
15	3-D-Grafik	305
15.1	Befehlsübersicht	305
15.1.1	Lineare 3-D-Plots: plot3	305
15.1.2	3-D-Polygone: fill3	305
15.1.3	Gittergrafiken: Die Mesh-Familie	306
15.1.4	Flächengrafiken: Die Surf-Familie	306
15.2	Achsen und Beschriftungen	307
15.2.1	Befehlsübersicht	307
15.2.2	Achsgrenzen und -verhältnisse	308
15.2.3	Farbbalken: colorbar	308
15.3	Farbe	311
15.3.1	Befehlsübersicht	311
15.3.2	Die Farbmatrix	311
15.3.3	Farbschattierung	312
15.3.4	Schwarz-Weiß-Monitor	313
15.4	Beleuchtung und Transparenz	313
15.4.1	Befehlsübersicht	313
15.4.2	Beleuchtung	313
15.4.3	Reflexionen	313
15.4.4	Flächennormale	314
15.4.5	Transparenz	314
15.5	Veränderung des Blickwinkels	315
15.6	Kamerakontrolle	316
15.6.1	Befehlsübersicht	316
15.6.2	Kameraposition	316
15.6.3	Kamerasteuerung	317
15.6.4	Beleuchtungskontrolle	318
15.7	Hardcopy und Ausdruck	318
16	Fortgeschrittene Grafikaufgaben	323
16.1	Funktionsplotter	323
16.1.1	Befehlsübersicht	323
16.1.2	2-D-Liniengrafiken	323
16.1.3	Konturplots	324
16.1.4	3-D-Liniensplot	325
16.1.5	3-D-Grafik	325
16.2	2-D-Grafik	327
16.2.1	Befehlsübersicht	327
16.2.2	Balkendiagramme	327
16.2.3	Diskrete Daten	329
16.2.4	Polardiagramme	330
16.2.5	Streuplots	332
16.2.6	Kometenplot	334
16.2.7	Fehlerbalken	335
16.2.8	2-D-Gebiete und -Polygone	336
16.3	Höhenlinienplot	338
16.3.1	Befehlsübersicht	338
16.3.2	2-D-Konturplots	338

16.3.3	Pseudo-Farbdigramm	339
16.3.4	3-D-Höhenlinien	340
16.4	3-D-Grafik	340
16.4.1	Befehlsübersicht	340
16.4.2	Diskrete 3-D-Daten	341
16.4.3	Kometenplots	342
16.4.4	Wasserfall-Diagramme	342
16.4.5	Gebänderte Plots	342
16.4.6	Triangulierungen	343
16.4.7	Tetraeder-Darstellungen	344
16.5	Visualisierung	344
16.5.1	Befehlsübersicht	344
16.5.2	Datenaufbereitung	345
16.5.3	Geschwindigkeitsabbildungen	346
16.5.4	Schnitte	347
16.5.5	Iso-Oberflächen	350
16.5.6	Strömungsdarstellung	352
16.5.7	Kegelabbildungen	355
16.5.8	Volumenfunktionen	356
16.5.9	Patch-Optimierung	356
16.5.10	Images	357
16.6	Animation	358
16.6.1	Befehlsübersicht	358
16.6.2	Erstellen einer Animation	358
16.6.3	Image-Konvertierung	359
16.7	Farbfunktionen	360
16.7.1	Befehlsübersicht	360
16.7.2	Farbtransformationen	360
16.7.3	Farbdithering	361
16.7.4	Farbapproximation	361
16.8	Modellierung	361
16.8.1	Befehlsübersicht	361
16.8.2	Patches	361
16.8.3	Geometrische Körper	363
16.9	Grafische Daten einblenden	363
17	Grafik-Handling	365
17.1	Das Figure Window	366
17.1.1	Befehlsübersicht	366
17.1.2	Erzeugen eines Figures	366
17.1.3	Grundlegende Operationen	372
17.1.4	Der OpenGL-Renderer	372
17.2	Erzeugung und Kontrolle der Achsen	372
17.3	Grafische Objekte	378
17.3.1	Befehlsübersicht	378
17.3.2	Textobjekte	379
17.3.3	Linienobjekte	381
17.3.4	Rechteckobjekte	381
17.3.5	Patch- und Flächenobjekte	382
17.3.6	Bildobjekte	386
17.3.7	Annotation-Objekte	387
17.3.8	Noanimate	388

17.3.9	Beleuchtungsobjekte	388
17.3.10	Linkeigenschaften	389
17.4	Grafische Operationen	390
17.4.1	Befehlsübersicht	390
17.4.2	Setzen und Lesen von Eigenschaften grafischer Objekte	390
17.4.3	Finden von Objekten: findobj	391
17.4.4	Handles nutzen	391
17.4.5	Auf grafische Objekte zugreifen	391
17.4.6	Anwendungsdaten	392
17.5	Ergänzende Funktionen: closereq, newplot und ishandle	393
17.6	ActiveX-Client-Funktionen	393
18	Das Grafische User Interface	395
18.1	GUI-Funktionen	395
18.1.1	Befehlsübersicht	395
18.1.2	GUI-Objekte erzeugen	396
18.1.3	Toolbars erzeugen	405
18.1.4	Warten und Fortfahren	406
18.1.5	Interaktiver Status und Ausführungsreihenfolge	407
18.1.6	Mauseingabe	407
18.1.7	Textanpassung	407
18.1.8	Interaktive Objektwahl	407
18.1.9	Rechtecke reskalieren	408
18.2	Dialog-Boxen	408
18.2.1	Befehlsübersicht	409
18.2.2	File-Handling	409
18.2.3	Daten-Handling	409
18.2.4	Font-Dialog	410
18.2.5	Print-Dialog	410
18.2.6	Töne, Farben, Bilder	411
18.2.7	Hilfe, Warnungen, Fehler	412
18.2.8	Dialoge	412
18.3	GUI Utilities	414
18.3.1	Befehlsübersicht	414
18.3.2	Menü-Funktionen	415
18.3.3	Button-Gruppen	415
18.3.4	Suchfunktionen	415
18.3.5	Informationshilfen	415
18.3.6	Zwischenablage nutzen	416
18.3.7	GUI-Hilfsfunktionen	416
18.3.8	Figure-Hilfsfunktionen	417
18.3.9	Interaktiven Modus beenden	418
18.4	Präferenzen	418
18.4.1	Befehlsübersicht	419
18.4.2	Präferenzen hinzufügen und entfernen	419
18.4.3	Präferenzen erhalten und setzen	419
18.4.4	Präferenz-GUIs	419
19	Stringfunktionen	421
19.1	Zeichenketten-Funktionen	421
19.1.1	Befehlsübersicht	421
19.1.2	Zeichenketten erzeugen	422

19.1.3	Leerstellen optimieren	422
19.1.4	Konvertieren	422
19.1.5	Typen-Tests	422
19.1.6	Ausdrücke finden	423
19.1.7	Ausdrücke vergleichen	429
19.1.8	Strings zusammenfügen	429
19.1.9	Zeichen ersetzen	430
19.2	Umwandlung von Zeichenketten	430
20	File-Handling und Datenverwaltung	433
20.1	Daten- und Textdateien	433
20.1.1	Befehlsübersicht	433
20.1.2	Öffnen und Schließen von Files	433
20.1.3	Aus- und Eingabefunktionen	435
20.1.4	Lesen und Schreiben formatierter Files	443
20.1.5	Stringfunktionen	445
20.1.6	Lesen und Schreiben binärer Files	446
20.2	Hierarchische Grafik-Handles verwalten	449
20.2.1	Befehlsübersicht	449
20.2.2	Hg-Gruppen-Objekte	449
20.2.3	Laden, Speichern, Exportieren	450
20.3	Bilddateien verwalten	450
20.3.1	Funktionsübersicht	450
20.3.2	Bilddateien lesen und schreiben	450
20.3.3	Bildinformationen	452
20.3.4	Konversion zu Java	453
20.4	Audio- und Videodateien	453
20.4.1	Befehlsübersicht	453
20.4.2	Audio-Files lesen und schreiben	453
20.4.3	WAV-Files lesen und schreiben	454
20.4.4	AVI-Files bearbeiten	454
20.4.5	Animationen und AVI-Files	456
20.5	Internet-Unterstützung	457
20.5.1	Internetzugriff	457
20.5.2	E-Mail aus MATLAB schreiben	457
20.5.3	WSDL-Klassen erzeugen	458
20.6	FTP-Zugriff	458
20.7	File-Handling	459
20.7.1	Befehlsübersicht	459
20.7.2	File-Positionierung	459
20.7.3	File-Status	459
20.7.4	Temporäre Dateien und Voreinstellungen	460
20.7.5	Dateinamen partitionieren	460
20.7.6	Komprimierte Dateien	460
20.7.7	CDF-File-Handling	461
20.7.8	FITS-File-Handling	462
20.7.9	XML-File-Handling	462
20.8	HDF-Bibliothek	463
20.8.1	HDF4- und HDF-EOS-Dateien	463
20.8.2	HDF5-Dateien	464
20.9	Der serielle Port	464
20.10	Hilfsfunktionen	466

21	Zeitfunktionen	467
21.1	Basisfunktionen	467
21.1.1	Befehlsübersicht	467
21.1.2	Aktuelle Zeit	467
21.1.3	Darstellung: Datum	467
21.1.4	Datum verschieben	469
21.2	Datums- und Zeitfunktionen	469
21.2.1	Befehlsübersicht	469
21.2.2	Kalenderfunktionen	469
21.2.3	Datumsachsen plotten	470
21.2.4	Zeitdifferenz	470
21.2.5	Zeit stoppen	470
21.2.6	Pausefunktion	471
21.3	Timer Support	471
22	Datentypen und Strukturen	473
22.1	Datentypen	474
22.1.1	Fließkommazahlen	474
22.1.2	Effizienz der Berechnungen mit unterschiedlichen Datentypen	474
22.1.3	Ganzzahlige Werte	475
22.1.4	Datentypen wandeln	477
22.1.5	Strings	478
22.1.6	Containervariablen	478
22.1.7	Java	478
22.2	Wandeln von Datentypen	479
22.2.1	Befehlsübersicht	479
22.2.2	Hexadezimaldarstellung	479
22.2.3	Binärdarstellung	480
22.2.4	Zahlendarstellung zu einer beliebigen Basis	480
22.3	Ergänzende Array-Funktionen	480
22.4	Zell-Funktionen	482
22.4.1	Befehlsübersicht	482
22.4.2	Darstellungsfunktionen	482
22.4.3	Logische Test- und Anwendungsfunktion	483
22.4.4	Zelle und Array	484
22.4.5	Zell- und Strukturvariablen	485
22.4.6	Ausgabe-Eingabe-Verknüpfung	485
22.5	Struktur-Funktionen	486
22.5.1	Befehlsübersicht	486
22.5.2	Feldebene	486
22.5.3	Logische Funktionen	488
22.6	Funktions-Handling	488
22.7	Objektorientierte Programmierung	488
22.7.1	Befehlsübersicht gültig vor MATLAB Rel. 7.6	489
22.7.2	Die objektorientierte Programmierung vor MATLAB Rel. 7.6	489
22.7.3	Befehlsübersicht	490
22.7.4	Die objektorientierte Programmierung	490
22.7.5	Überladene Operatoren	500
22.8	Map-Container	501

23	Versionskontrolle	505
23.1	Befehlsübersicht	505
23.2	Kommandos zur Versionskontrolle.....	505
24	GUIDE	509
24.1	GUI Design Tools	509
24.1.1	GUI Option Tool	512
24.1.2	Objekte erzeugen und Eigenschaften festlegen	512
24.2	GUI M-File.....	513
24.2.1	Die Initialisierung	514
24.2.2	Die Opening-Funktion	515
24.2.3	Die Output-Funktion	516
24.2.4	Die Callback-Funktionen.....	517
24.3	UI-Menüs mit dem GUIDE erzeugen	519
25	FORTRAN und C in MATLAB einbinden	521
25.1	Aufbau einer MEX-Datei	522
25.1.1	Der MEX-Befehl.....	523
25.2	Das mxArray	524
25.2.1	mx-Routinen zum Erstellen einfacher Variablen	525
25.2.2	mx-Routinen zum Zugriff auf einfache Variablen.....	527
25.2.3	Strukturen	528
25.2.4	Zellvariablen.....	528
25.2.5	Abfragen	528
25.2.6	Allgemeine Aufgaben	529
25.2.7	Speicherverwaltung	529
25.3	Die MEX-Funktionen	530
25.4	Die MAT-Funktionen	532
25.5	Die Engine	533
25.6	Das Generic DLL-Interface.....	534
26	Java und MATLAB	537
26.1	Vorbemerkungen zu Java	537
26.2	Java-Klassen und -Objekte.....	538
26.2.1	Java-Klassen	538
26.2.2	Java-Objekte	538
26.2.3	Java-Methoden	538
26.2.4	Objekt-Eigenschaften	539
26.3	Daten	540
26.3.1	Austausch von Daten	540
26.3.2	Java Arrays	541
26.3.3	Java-Internetanbindung.....	542
26.4	Java-Interface-Funktionen.....	543
27	MS-Windows-Integration	545
27.1	Das DDE-Interface	545
27.2	Die COM-Schnittstelle	546
27.2.1	MATLAB als Client	546
27.2.2	MATLAB als Server	550
27.3	Die Notebook-Funktionalität	552
28	Literaturhinweise und Internetlinks	555
	Index	559