

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Erläuterungen zum vorliegenden Text	1
1.2	Erste Schritte mit MATLAB	6
1.2.1	1. Projekt: Erzeugen von Variablen	7
1.2.2	2. Projekt: Grafiken erstellen	11
1.2.3	3. Projekt: MATLAB-Funktionen am Beispiel „Lösung eines dynamischen Systems“	15
1.2.4	4. Projekt: Polynome und Interpolationen	19
1.2.5	5. Projekt: Datenanalyse, Laden und Speichern	20
1.3	Tipps zur Effizienzsteigerung	22
1.4	Tabellarische Übersicht ausgewählter MATLAB-Kommandos	27
2	Grafische Utilities	32
2.1	Übersicht	32
2.1.1	Der MATLAB Desktop	33
2.1.2	Versionskontrolle	37
2.1.3	Hilfe und Dokumentation	37
2.1.4	Eigene Applikationen und Toolboxen erstellen	39
2.1.5	Der Variable Editor	42
2.2	Der MATLAB Editor, Debugger und Live Editor	43
2.2.1	Der Editor	44
2.2.2	Der grafische Debugger	45
2.2.3	Berichte erstellen	46
2.2.4	Der Live-Editor	49
2.3	MATLAB Code testen	52
2.4	Die Plot Tools	54
2.5	Interaktiver Daten Import	56
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	58
3.1.6	Variablen auflisten	59
3.2	Voreinstellungen und Verfügbarkeit von Toolboxen	59
3.3	Laden, beenden und sichern	60
3.3.1	Befehlsübersicht	60
3.3.2	Variablen löschen	60
3.3.3	MATLAB beenden: exit und quit	61
3.3.4	Variablen speichern, laden und verändern	61
3.3.5	Laden und Speichern von Objekten: loadobj und saveobj	64

3.4	Allgemeine Kommandos und Funktionen	64
3.4.1	Befehlsübersicht	64
3.4.2	Lokalisieren und auflisten	64
3.4.3	Dateien in Abhängigkeit der File-Kennung öffnen	65
3.4.4	Pseudo-Code erzeugen	65
3.4.5	Abhängigkeiten aufdecken	66
3.5	Setzen und Löschen der Suchpfade	66
3.5.1	Befehlsübersicht	67
3.5.2	Verzeichnis hinzufügen	67
3.5.3	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	68
3.6.4	Zahlenformat setzen	69
3.7	Kommandos zum Betriebssystem	70
3.7.1	Befehlsübersicht	70
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	72
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	Effizienz testen: Der Profiler	77
3.9.3	Test auf Probleme: checkcode, mlint und mlintprt	78
4	Operatoren und Sonderzeichen	80
4.1	Arithmetische Operatoren	80
4.1.1	Befehlsübersicht	80
4.1.2	Grundrechenarten	80
4.1.3	Berechnung der Inversen	81
4.1.4	Das Kroneckerprodukt	81
4.2	Vergleichsoperatoren	82
4.3	Logische Operatoren	82
4.4	Die bitweisen Operatoren	84
4.4.1	Befehlsübersicht	84
4.4.2	Die logischen bitweisen Operatoren	84
4.4.3	Bit-Operatoren	84
4.5	Mengen-Operatoren	85
4.5.1	Befehlsübersicht	85
4.5.2	Schnitt- und Vereinigungsmenge	85
4.5.3	Teilmengen	85
4.6	Sonderzeichen	86
4.7	Ausgewählte Variablen und Konstanten	86
5	Matrizen und numerische Arrays	90
5.1	Arrayindizes und Matrixumformungen	90
5.1.1	Befehlsübersicht	90

5.1.2	Arrayindizes	90
5.1.3	Logische Arrays und logische Indizierung	91
5.1.4	Darstellungsänderungen	92
5.1.5	Subarrays	95
5.2	Elementare Matrizen	97
5.2.1	Befehlsübersicht	97
5.2.2	Basismatrizen	97
5.2.3	Verteilungsvektoren	98
5.2.4	Vervielfachung	99
5.2.5	Frequenzvektoren	101
5.2.6	Zufallsmatrizen	101
5.3	Elementare Eigenschaften von Arrays	105
5.3.1	Befehlsübersicht	105
5.3.2	Arraygröße	105
5.3.3	Logische Arrayfunktionen	106
5.3.4	Prüfen von Arrays	107
6	Stringfunktionen	109
6.1	Zeichenketten-Funktionen	109
6.1.1	Befehlsübersicht	110
6.1.2	Zeichenketten erzeugen	110
6.1.3	Leerstellen optimieren	111
6.1.4	Konvertieren	111
6.1.5	Tests	112
6.1.6	Ausdrücke finden	112
6.1.7	Ausdrücke vergleichen	118
6.1.8	Muster erstellen und suchen	118
6.1.9	Begrenzungsmuster	120
6.1.10	Zeichen zusammenfügen/trennen	121
6.1.11	Zeichen ersetzen	123
6.2	Umwandlung von Zeichenketten	123
7	Polynome, Interpolationen und Computational Geometry	125
7.1	Polynome	125
7.1.1	Befehlsübersicht	125
7.1.2	Darstellung und Auswertung von Polynomen	125
7.1.3	Polynommultiplikation und -division	127
7.1.4	Symbolische Ableitung und Integration eines Polynoms	127
7.1.5	Residuen und Polynomfit	127
7.2	Interpolation	128
7.2.1	Befehlsübersicht	128
7.2.2	Polynominterpolationen	129
7.2.3	Hermite-Interpolationspolynome	129
7.2.4	FFT-Interpolation	131
7.2.5	Spline-Interpolation	132
7.2.6	Padé-Approximation von Zeitverzögerungen	133
7.2.7	Uni- und multivariate Interpolation	133
7.2.8	Oberflächeninterpolation	136
7.3	Geometrische Analyse	139
7.3.1	Befehlsübersicht	139
7.3.2	Triangulationen	139
7.3.3	Konvexe Hülle und Voronoi-Darstellungen	143

7.3.4	Polygone	144
7.3.5	Visualisierungen und Tetraeder-Darstellungen	145
7.4	Graphen und Netzwerke	146
7.4.1	Befehlsübersicht	146
7.4.2	Konstruktion eines Graphen	146
7.4.3	Knoten und Kanten verändern	148
7.4.4	Algorithmische Graphentheorie	150
7.4.5	Matrix Darstellungen	154
7.4.6	Informationen zu Knoten	154
7.4.7	Grafische Darstellung	154
8	Datenanalyse	158
8.1	Grundlegende Datenanalyse	158
8.1.1	Befehlsübersicht	158
8.1.2	Statistische Maßzahlen	158
8.1.3	Standardabweichung	161
8.1.4	Daten reinigen	162
8.1.5	Histogramme	164
8.1.6	Sortier-Routinen	167
8.1.7	Summen und Produkte von Array-Elementen	168
8.1.8	Numerische Integration	169
8.2	Korrelation und Kovarianz	170
8.3	Finite Differenzen – numerische Ableitung	172
8.4	Winkel zwischen Unterräumen	172
8.5	Filter	173
8.5.1	Befehlsübersicht	173
8.5.2	Filterfunktionen	173
8.5.3	Faltung	174
8.5.4	Polynomiale Trends entfernen	175
8.6	Fourier-Transformationen	175
8.7	Zeitreihen	180
8.7.1	Befehlsübersicht	180
8.7.2	Grundlegende Eigenschaften von Zeitreihen	181
8.7.3	Daten und Zeiten manipulieren	184
8.7.4	Bearbeiten von Zeitreihen	185
8.7.5	Ereignisse festlegen	188
8.7.6	Statistische Untersuchungen	189
8.7.7	Zeitreihengruppen erzeugen und verwalten	190
8.7.8	Zeitreihengruppen bearbeiten	190
9	MATLAB als Programmiersprache	192
9.1	Entscheidungen und Schleifen	192
9.1.1	Befehlsübersicht	192
9.1.2	Schleifen: for und while	192
9.1.3	Entscheidung: if	193
9.1.4	Fallunterscheidung: switch	194
9.1.5	Ausnahmen: try und catch	195
9.1.6	Break und return	196
9.2	Ausführen von Zeichenketten und MATLAB-Ausdrücken	196
9.2.1	Befehlsübersicht	196
9.2.2	Variablenzuordnung: assignin	196
9.2.3	String-Evaluation	197

9.2.4	Funktionsausführung	198
9.3	Skripte, Funktionen und Variablen	198
9.3.1	Die MATLAB Execution Engine	199
9.3.2	Skripte	199
9.3.3	Funktionen	199
9.3.4	Globale Variablen	205
9.3.5	Persistente Variablen	205
9.3.6	Schutz von M-Files	206
9.3.7	Namenstest	206
9.4	Funktionsargumente	208
9.4.1	Befehlsübersicht	208
9.4.2	Anzahl der Funktionsargumente	208
9.4.3	Variable Anzahl der Funktionsargumente	208
9.4.4	Namen der Funktionsargumente	209
9.4.5	Prüfen der Eingabeargumente	209
9.5	Meldungen und Ausgaben	212
9.5.1	Befehlsübersicht	212
9.5.2	Ausgabe	212
9.5.3	Fehlermeldung und Warnung	212
9.5.4	Ausnahmen und Fehler	213
9.6	Interaktiver Input	215
10	Lineare Algebra	216
10.1	Vektoren und Matrizen	216
10.1.1	Befehlsübersicht	216
10.1.2	Die Norm	216
10.1.3	Daten normieren und neu skalieren	217
10.1.4	Von Spur bis Determinante	218
10.1.5	Null- und orthogonale Räume	219
10.2	Matrizen und lineare Gleichungen	221
10.2.1	Befehlsübersicht	221
10.2.2	Kondition	221
10.2.3	Matrix-Faktorisierung	222
10.2.4	Inverse, Pseudoinverse und Backslash-Operator	227
10.2.5	Least Square Fit	230
10.2.6	Lineare Zuordnung	231
10.3	Modifikation von Matrix-Faktorisierungen	232
10.3.1	Befehlsübersicht	232
10.3.2	Choleski-Modifikationen: cholupdate	232
10.3.3	QR-Modifikationen	233
10.3.4	Ebene Givens-Rotationen	233
10.3.5	Diagonale und Blockdiagonale	233
10.4	Eigenwertprobleme	233
10.4.1	Befehlsübersicht	233
10.4.2	Eigenwerte	234
10.4.3	Singulärwertzerlegung	239
10.4.4	Hessenberg- und Schur-Form	240
10.5	Matrix-Funktionen	242
10.6	Spezielle Matrizen	244
10.6.1	Befehlsübersicht	244
10.6.2	Das charakteristische Polynom	245
10.6.3	Testmatrizen und die „Toolbox Gallery“	246

10.6.4	Hilbert-Matrizen	254
10.6.5	Ausgewählte Matrizen	254
10.6.6	Magische Quadrate	255
10.6.7	Binomialkoeffizienten	255
10.7	Logische Abfragen und Bandbreite	256
11	Optimierung, Differentialgleichungen	257
11.1	Optimierung	257
11.1.1	Befehlsübersicht	257
11.1.2	Lokale Minima	257
11.1.3	Nullstellensuche	259
11.1.4	Wahlmöglichkeiten: optimset und optimget	259
11.1.5	Parameter- und Variablensuche	260
11.2	Numerische Integration	260
11.2.1	Befehlsübersicht	260
11.2.2	Eindimensionale Integration	261
11.2.3	Mehrdimensionale Integration	262
11.3	Anfangswertprobleme	263
11.3.1	Befehlsübersicht	263
11.3.2	Allgemeine Syntax der ode-Solver	264
11.3.3	Allgemeine Solver: ode45, ode23, ode113	268
11.3.4	DAE und steife Probleme: ode23t, ode15s	269
11.3.5	Steife Probleme: ode23tb, ode23s	270
11.3.6	Implizite Differentialgleichungen: ode15i	271
11.3.7	Verzögerte Differentialgleichungssysteme	273
11.4	Randwertprobleme	276
11.5	Differentialgleichungen: Ergänzungsfunktionen	280
11.5.1	Funktionsübersicht	280
11.5.2	Differentialgleichungen: Erweiterung der Lösungen	281
11.5.3	Output Functions	281
11.6	Partielle Differentialgleichungen	283
11.6.1	Interpolation von Lösungen: pdeval	286
12	Dünn besetzte Matrizen	287
12.1	Elementare Matrizenoperationen	287
12.1.1	Befehlsübersicht	287
12.1.2	Erzeugen und Wandeln	288
12.1.3	Bearbeiten der Matrixelemente	288
12.1.4	Speicherplatz, Funktionen und Visualisierung	289
12.1.5	Faktorisierung und Least-Square-Analyse	290
12.1.6	Parameter zu Matrix-Routinen für dünn besetzte Matrizen	290
12.2	Elementare dünn besetzte Matrizen	292
12.2.1	Befehlsübersicht	292
12.2.2	Einheitsmatrizen, diagonale dünn besetzte Matrizen	292
12.2.3	Zufallsmatrizen	293
12.3	Umordnungsalgorithmen	294
12.3.1	Befehlsübersicht	294
12.3.2	Ausgewählte Umordnungen	294
12.3.3	Optimierung von Matrix-Zerlegungen	295
12.3.4	Spaltenpermutation und Umordnung	297
12.4	Lineare Gleichungen	298
12.4.1	Befehlsübersicht	298

12.4.2	Konjugierte Gradientenmethode	298
12.4.3	Methode der Residuen	300
12.4.4	Symmetrisches LQ-Verfahren	301
12.5	Grafische Darstellungen	301
13	Mathematische Funktionen	303
13.1	Trigonometrische Funktionen	303
13.2	Hyperbolische Funktionen	304
13.3	Exponential- und logarithmische Funktionen	304
13.4	Potenzfunktionen	304
13.4.1	Potenzen	304
13.4.2	Wurzeln	305
13.5	Rechnen mit komplexen Werten	305
13.5.1	Befehlsübersicht	305
13.5.2	Polardarstellung einer komplexen Zahl	305
13.5.3	Real- und Imaginärteil einer komplexen Zahl	306
13.5.4	Komplexbijugation	306
13.6	Rund um Zahlen	307
13.6.1	Befehlsübersicht	307
13.6.2	Runden von Zahlen	307
13.6.3	Modulus	307
13.6.4	Vorzeichen	308
13.7	Spezielle mathematische Funktionen	309
13.7.1	Befehlsübersicht	309
13.7.2	Airy- und Bessel-Funktionen	309
13.7.3	Die Gamma- und die Betafunktion	311
13.7.4	Elliptische Integrale	313
13.7.5	Fehlerintegral	314
13.7.6	Das Exponentialintegral	314
13.7.7	Legendre-Polynom	314
13.7.8	Produkte mit Vektoren	316
13.8	Zahlentheoretische Funktionen	316
13.8.1	Funktionen zur Kombinatorik	316
13.8.2	Primzahlen	317
13.8.3	Rationale Approximationen	317
13.9	Koordinaten-Transformationen	318
14	2-D-Grafik	319
14.1	Elementare 2-D-Grafik	319
14.1.1	Lineare 2-D-Plots: plot	319
14.1.2	Plot mit gemeinsamer x-Achse: stackedplot	321
14.1.3	Plot mit zwei y-Achsen: yyaxis	322
14.1.4	Polardarstellung: polarplot	322
14.1.5	Logarithmische Plots	322
14.1.6	Linieninformationen	323
14.2	Achsen und Beschriftungen	323
14.2.1	Befehlsübersicht	323
14.2.2	Achsen-Objekte	323
14.2.3	Mehrere Plots vereinigen: subplot	324
14.2.4	Achsen bearbeiten: axis und box	326
14.2.5	Hold	327
14.2.6	Gitter hinzufügen	328

14.2.7	Zoomen und Scrollen	328
14.2.8	Achsen beschränken	329
14.2.9	Achsen beschriften	330
14.2.10	Achsen-Ticks bearbeiten	330
14.2.11	Legende und Titel	331
14.2.12	Text verarbeiten	332
14.3	Ausdruck	335
14.4	Figure Plot Tools	338
15	3-D-Grafik	339
15.1	Elementare 3-D-Grafik	339
15.1.1	Befehlsübersicht	339
15.1.2	Lineare 3-D-Plots: plot3	339
15.1.3	3-D-Polygone: fill3	339
15.1.4	Gitter- und Flächengrafiken	340
15.1.5	Achsenverhältnisse	341
15.1.6	Farbbalken: colorbar	342
15.2	Farbe	344
15.2.1	Befehlsübersicht	344
15.2.2	Die Farbmatrix	344
15.2.3	Farbschattierung	346
15.3	Beleuchtung und Transparenz	346
15.3.1	Befehlsübersicht	346
15.3.2	Beleuchtung	347
15.3.3	Reflexionen	347
15.3.4	Flächennormale	347
15.3.5	Transparenz	348
15.4	Veränderung des Blickwinkels	348
15.5	Kamerakontrolle	350
15.5.1	Befehlsübersicht	350
15.5.2	Kameraposition und -steuerung	350
15.5.3	Beleuchtungskontrolle	353
16	Fortgeschrittene Grafikaufgaben	354
16.1	Direkte Plots mittels Function Handles	354
16.1.1	Befehlsübersicht	354
16.1.2	2-D-Liniengrafiken	354
16.1.3	Konturplots	355
16.1.4	3-D-Linienplot	355
16.1.5	3-D-Grafik	356
16.2	2-D-Grafik	356
16.2.1	Befehlsübersicht	357
16.2.2	Balkendiagramme	357
16.2.3	Diskrete Daten	359
16.2.4	Polardiagramme	360
16.2.5	Streuplots	362
16.2.6	Kometenplot	363
16.2.7	Fehlerbalken	363
16.2.8	2-D-Gebiete und -Polygone	364
16.3	Höhenlinienplot	365
16.3.1	Befehlsübersicht	365
16.3.2	2-D-Konturplots	365

16.3.3	Pseudo-Farbdiagramm	366
16.3.4	3-D-Höhenlinien	367
16.4	3-D-Grafik	367
16.4.1	Befehlsübersicht	367
16.4.2	Diskrete 3-D-Daten	367
16.4.3	Kometenplots	368
16.4.4	Wasserfall-Diagramme	368
16.4.5	Gebänderte Plots	368
16.5	Visualisierung	369
16.5.1	Befehlsübersicht	369
16.5.2	Datenaufbereitung	370
16.5.3	Geschwindigkeitsabbildungen	371
16.5.4	Schnitte	372
16.5.5	Iso-Oberflächen	375
16.5.6	Strömungsdarstellung	377
16.5.7	Kegelabbildungen	380
16.5.8	Volumenfunktionen	380
16.6	Images und Farbfunktionen	381
16.6.1	Befehlsübersicht	381
16.6.2	Images	381
16.6.3	Umwandlung der Farbmatrix	383
16.6.4	Farbdithering	384
16.6.5	Farbapproximation	384
16.7	Animation	384
16.7.1	Befehlsübersicht	385
16.7.2	Erstellen einer Animation	385
16.7.3	Image-Konvertierung	386
16.8	Grafische Flächen	386
16.8.1	Befehlsübersicht	386
16.8.2	Patches	386
16.8.3	Patch-Optimierung	388
16.8.4	Geometrische Körper	389
16.9	Grafische Daten einblenden und auslesen	389
16.10	Geografische Plots	390
17	Eigenschaften grafischer Objekte	392
17.1	Die Root- und das Figure-Objekt	393
17.1.1	Befehlsübersicht	393
17.1.2	Das Root-Objekt	393
17.1.3	Das Figure- und das Uifigure-Objekt	394
17.1.4	Grundlegende Operationen	399
17.1.5	Der OpenGL-Renderer	399
17.2	Achsen- und TiledChartLayout-Objekte	400
17.2.1	Achsen-Objekte	400
17.2.2	TiledChartLayout Objekte	409
17.3	Ausgewählte Grafische Objekte	413
17.3.1	Befehlsübersicht	413
17.3.2	Linienobjekte	414
17.3.3	Animated Line Objekte	416
17.3.4	Rechteckobjekte	416
17.3.5	Patch- und Flächenobjekte	417
17.3.6	Bildobjekte	422

17.3.7	Illustration Objekte	423
17.3.8	Annotation Objekte	425
17.3.9	Bleuchtungsobjekte	425
17.3.10	Linkeigenschaften	426
17.4	Grafische Operationen	427
17.4.1	Befehlsübersicht	427
17.4.2	Setzen und Lesen von Eigenschaften grafischer Objekte	427
17.4.3	Finden von Objekten	428
17.4.4	Informationshilfen	429
17.4.5	Handles nutzen	429
17.4.6	Auf grafische Objekte zugreifen	429
17.4.7	Anwendungsdaten	430
17.4.8	Ergänzende Grafikfunktionen	431
17.5	Hierarchische Grafik-Handles verwalten	431
17.5.1	Befehlsübersicht	431
17.5.2	Gruppen Objekte	431
17.5.3	Laden, Speichern, Exportieren	433
18	Grafische Benutzeroberflächen	434
18.1	GUI-Funktionen	434
18.1.1	Befehlsübersicht	434
18.1.2	GUI-Objekte erzeugen	434
18.1.3	UIFigure basierte GUIs	443
18.1.4	Toolbars erzeugen	445
18.1.5	Warten und Fortfahren	446
18.1.6	Ausführungsreihenfolge	446
18.1.7	Mauseingabe	446
18.1.8	Textanpassung	447
18.1.9	Rechtecke reskalieren	447
18.2	Dialog-Boxen	447
18.2.1	Befehlsübersicht	447
18.2.2	File-Handling	448
18.2.3	Daten-Handling	449
18.2.4	Variablen-Handling	449
18.2.5	Font-Dialog	450
18.2.6	Print- und Export-Dialog	450
18.2.7	Töne, Farben, Bilder	451
18.2.8	Hilfe, Warnungen, Fehler	451
18.2.9	Dialoge	452
18.3	GUI Utilities	454
18.3.1	Befehlsübersicht	454
18.3.2	Button-Gruppen	454
18.3.3	Zwischenablage nutzen	454
18.3.4	GUI-Hilfsfunktionen	455
18.3.5	Figure-Hilfsfunktionen	456
18.4	Präferenzen	456
18.4.1	Befehlsübersicht	456
18.4.2	Präferenzen hinzufügen und entfernen	456
18.4.3	Präferenzen erhalten und setzen	457
18.4.4	Präferenz-GUIs	457

17.3.7	Illustration Objekte	423
17.3.8	Annotation Objekte	425
17.3.9	Beleuchtungsobjekte	425
17.3.10	Linkeigenschaften	426
17.4	Grafische Operationen	427
17.4.1	Befehlsübersicht	427
17.4.2	Setzen und Lesen von Eigenschaften grafischer Objekte	427
17.4.3	Finden von Objekten	428
17.4.4	Informationshilfen	429
17.4.5	Handles nutzen	429
17.4.6	Auf grafische Objekte zugreifen	429
17.4.7	Anwendungsdaten	430
17.4.8	Ergänzende Grafikfunktionen	431
17.5	Hierarchische Grafik-Handles verwalten	431
17.5.1	Befehlsübersicht	431
17.5.2	Gruppen Objekte	431
17.5.3	Laden, Speichern, Exportieren	433
18	Grafische Benutzeroberflächen	434
18.1	GUI-Funktionen	434
18.1.1	Befehlsübersicht	434
18.1.2	GUI-Objekte erzeugen	434
18.1.3	UIFigure basierte GUIs	443
18.1.4	Toolbars erzeugen	445
18.1.5	Warten und Fortfahren	446
18.1.6	Ausführungsreihenfolge	446
18.1.7	Mauseingabe	446
18.1.8	Textanpassung	447
18.1.9	Rechtecke reskalieren	447
18.2	Dialog-Boxen	447
18.2.1	Befehlsübersicht	447
18.2.2	File-Handling	448
18.2.3	Daten-Handling	449
18.2.4	Variablen-Handling	449
18.2.5	Font-Dialog	450
18.2.6	Print- und Export-Dialog	450
18.2.7	Töne, Farben, Bilder	451
18.2.8	Hilfe, Warnungen, Fehler	451
18.2.9	Dialoge	452
18.3	GUI Utilities	454
18.3.1	Befehlsübersicht	454
18.3.2	Button-Gruppen	454
18.3.3	Zwischenablage nutzen	454
18.3.4	GUI-Hilfsfunktionen	455
18.3.5	Figure-Hilfsfunktionen	456
18.4	Präferenzen	456
18.4.1	Befehlsübersicht	456
18.4.2	Präferenzen hinzufügen und entfernen	456
18.4.3	Präferenzen erhalten und setzen	457
18.4.4	Präferenz-GUIs	457

19	Der App Designer	459
19.1	Die App Designer Umgebung	459
19.2	Beispiel: Callbacks	460
19.3	Beispiel: Tab Group und externe Objekte nutzen	462
20	File-Handling und Datenverwaltung	467
20.1	Daten- und Textdateien	467
20.1.1	Befehlsübersicht	467
20.1.2	Öffnen und Schließen von Files	467
20.1.3	Aus- und Eingabefunktionen	469
20.1.4	Lesen und Schreiben formatierter Files	475
20.1.5	Stringfunktionen	478
20.1.6	Lesen und Schreiben binärer Files	478
20.2	Big Data Analysen	481
20.2.1	Funktionsübersicht	481
20.2.2	Daten-Abbildung	481
20.2.3	Datenverwaltung	483
20.2.4	Tall Arrays	485
20.2.5	Big Data Analyse	486
20.3	Bilddateien verwalten	488
20.3.1	Funktionsübersicht	488
20.3.2	Bilddateien lesen und schreiben	488
20.3.3	Bildinformationen	490
20.3.4	Konversion zu Java	490
20.3.5	Die LibTiff Bibliothek	490
20.4	Internet-Unterstützung	493
20.4.1	Internetzugriff	494
20.4.2	E-Mail aus MATLAB schreiben	494
20.5	FTP-Zugriff	495
20.6	File-Handling	495
20.6.1	Befehlsübersicht	495
20.6.2	File-Positionierung	496
20.6.3	File-Status	497
20.6.4	Temporäre Dateien und Voreinstellungen	497
20.6.5	Aufgliedern von Datei- und Funktionsnamen	497
20.6.6	Komprimierte Dateien	498
20.6.7	CDF-File-Handling	499
20.6.8	Network Common Data Format	499
20.6.9	FITS-File-Handling	501
20.6.10	XML-File-Handling	501
20.7	HDF-Bibliothek	502
20.7.1	HDF4- und HDF-EOS-Dateien	502
20.7.2	HDF5-Dateien	503
20.8	Der serielle Port	504
21	Audio- und Videoanwendungen	505
21.1	Audio Input/Output-Objekte und Hardware-Treiber	505
21.1.1	Befehlsübersicht	505
21.1.2	In- und Output-Objekte	505
21.1.3	Die VideoReader und -Writer Klasse	507
21.1.4	Tonausgabe	511
21.2	Audio- und Videodateien	511

21.2.1	Befehlsübersicht	511
21.2.2	Audio-Files bearbeiten	511
21.2.3	Hilfsfunktionen	512
21.2.4	Tonbeispiele	512
22	Datenklassen und Objekte	513
22.1	Datentypen	513
22.1.1	Fließkommazahlen	514
22.1.2	Ganzzahlige Werte	514
22.1.3	Datentypen wandeln	516
22.1.4	Java	517
22.2	Wandeln von Datentypen	517
22.2.1	Befehlsübersicht	517
22.2.2	Hexadezimaldarstellung	517
22.2.3	Binärdarstellung	518
22.2.4	Zahlendarstellung zu einer beliebigen Basis	518
22.3	Zellvariablen und Strukturen	519
22.3.1	Befehlsübersicht	519
22.3.2	Zellvariablen	519
22.3.3	Strukturen	521
22.4	Tabellen und Zeittabellen	523
22.4.1	Befehlsübersicht	523
22.4.2	Tabellen	524
22.4.3	Zeittabellen	528
22.4.4	Konvertieren: Tabellen – Zeittabellen	531
22.4.5	Tabellen/Zeittabellen bearbeiten	531
22.4.6	Tabellen: Ein- und Ausgabe	532
22.5	Kategoriale Variablen	536
22.5.1	Befehlsübersicht	536
22.5.2	Kategoriale Variable erstellen	536
22.5.3	Kategoriale Variablen bearbeiten	537
22.5.4	Logische Abfragen und Informationen	538
22.6	Ergänzende Array-Funktionen	539
22.6.1	Befehlsübersicht	539
22.6.2	Anwendungsfunktionen	539
22.6.3	Zelle und Array konvertieren	542
22.6.4	Tabellen konvertieren	543
22.6.5	Zell- und Strukturvariablen	544
22.7	Übersicht: Objektorientierte Programmierung	545
22.7.1	Befehlsübersicht	545
22.7.2	Programm-Aufbau	545
22.7.3	Klassen und Klassenattribute	546
22.7.4	Methods und Properties	549
22.7.5	Enumeration-Klasse	554
22.7.6	Ereignisse	555
22.7.7	Methoden listen und logische Abfragen	557
22.7.8	Überladene Operatoren	558
22.8	Map-Container	558
23	Zeitfunktionen	561
23.1	Basisfunktionen	561
23.1.1	Befehlsübersicht	561

23.1.2	Aktuelle Zeit	561
23.1.3	Darstellung: Datum.....	561
23.1.4	Datum verschieben	563
23.2	Datums- und Zeitfunktionen	563
23.2.1	Befehlsübersicht	563
23.2.2	Kalenderfunktionen.....	563
23.2.3	Datumsachsen plotten	564
23.2.4	Zeitdifferenzen, Zeit stoppen und Pause einlegen	564
23.3	Kalendarische Operationen	565
23.3.1	Befehlsübersicht	565
23.3.2	Zeitdauer	565
23.3.3	Zeitvariablen	567
23.3.4	Zeitzone und logische Abfragen	570
23.4	Timer Support	571
24	Modultest	573
24.1	Skript- und Funktions-basiertes Testen	573
24.1.1	Testtypen	575
24.1.2	Pre- und Post-Aufgaben	577
24.2	Klassen-basiertes Testen	577
24.3	Performance Testen.....	581
25	FORTTRAN und C in MATLAB einbinden	584
25.1	Aufbau einer MEX-Datei	585
25.1.1	Der MEX-Befehl.....	586
25.2	Das mxArray	587
25.2.1	mx-Routinen zum Erstellen einfacher Variablen	588
25.2.2	mx-Routinen zum Zugriff auf einfache Variablen.....	590
25.2.3	Strukturen	591
25.2.4	Zellvariablen	591
25.2.5	Abfragen	591
25.2.6	Allgemeine Aufgaben	592
25.2.7	Speicherverwaltung	592
25.3	Die MEX-Funktionen	593
25.4	Die MAT-Funktionen	595
25.5	Die Engine	596
25.6	Das Generic DLL-Interface.....	598
26	Java und Python in MATLAB nutzen	601
26.1	Vorbemerkungen zu Java	601
26.2	Java-Klassen und -Objekte.....	602
26.2.1	Java-Klassen	602
26.2.2	Java-Objekte	602
26.2.3	Java-Methoden	602
26.2.4	Objekt-Eigenschaften	603
26.3	Daten	603
26.3.1	Austausch von Daten	604
26.3.2	Java Arrays	605
26.3.3	Java-Internetanbindung	606
26.4	Java-Interface-Funktionen.....	606
26.5	Python	607

27	MS-Windows-Integration: COM-Objekte.	610
27.1	Die COM-Schnittstelle	610
27.1.1	MATLAB als Client	610
27.1.2	MATLAB als Server	615
28	Literaturhinweise und Internetlinks	618
	Index	621