



Auf einen Blick

Über die Autoren	11
Einleitung	23
Teil I: Los geht's	29
Kapitel 1: Erstkontakt.....	31
Kapitel 2: Installation und Inbetriebnahme.....	41
Kapitel 3: Grundlagen.....	53
Teil II: Rechnen und Plotten	81
Kapitel 4: Effiziente Numerik mit NumPy.....	83
Kapitel 5: Ein bisschen Mathe – So viel Spaß muss sein.....	105
Kapitel 6: Brunftzeit für Termhirsche.....	129
Kapitel 7: Visualisierung.....	143
Teil III: Fortgeschrittene Ingenieursmethoden	167
Kapitel 8: So tun, als ob: Modellbildung und Simulation.....	169
Kapitel 9: Optimierung – Besser geht's nicht.....	195
Kapitel 10: Mechanik – Ganz ohne schmutzige Hände.....	229
Kapitel 11: Fourier-Analyse – Python in der Disco.....	255
Kapitel 12: Kombinatorik, Zufall und Statistik.....	275
Kapitel 13: Python im Labor – Steuern, Messen, Filtern, Darstellen.....	303
Teil IV: Schöner, schneller, robuster	325
Kapitel 14: Echt Klasse: Fortgeschrittene Programmierung.....	327
Kapitel 15: Profiling und Performanz-Optimierung.....	341
Kapitel 16: Von den Profis lernen – Das Wichtigste zur Softwaretechnik.....	361
Teil V: Der Top-Ten-Teil	381
Kapitel 17: Die 10 nützlichsten Module, die bisher nicht erwähnt wurden.....	383
Kapitel 18: 10 fiese Fallstricke und 3 Mal schwarze Python-Magie.....	391
Kapitel 19: 10 nützliche Links.....	403
Stichwortverzeichnis	409







Inhaltsverzeichnis

Über die Autoren	11
Einleitung	23
Über dieses Buch.....	23
Törichte Annahmen über den Leser (m/w/d).....	24
Ein Wort zur Sprache.....	24
Was Sie nicht lesen müssen.....	25
Wie dieses Buch aufgebaut ist.....	25
Teil I: Los geht's.....	25
Teil II: Rechnen und Plotten.....	25
Teil III: Fortgeschrittene Ingenieursmethoden.....	26
Teil IV: Schneller, schöner, robuster.....	26
Teil V: Der Top Ten Teil.....	26
Symbole, die in diesem Buch verwendet werden.....	26
Wie es weiter geht.....	27
TEIL I	
LOS GEHT'S	29
Kapitel 1	
Erstkontakt	31
Was ist Python und wozu ist es gut?.....	31
Jupyter-Notebook im Web.....	32
Besser als Ihr »Casio«.....	34
Erstes Date mit NumPy-Arrays.....	36
Bunte Bilder mit Matplotlib.....	37
Zusammenfassung.....	39
Kapitel 2	
Installation und Inbetriebnahme	41
Python installieren.....	41
Python im Pfad.....	42
Python auf der Kommandozeile ausführen.....	42
Pakete nachinstallieren.....	44
Virtuelle Umgebungen.....	46
Alternativen zum Texteditor.....	47
Jupyter-Notebooks.....	47
Python in der IDE.....	48
Zusammenfassung.....	52





16 Inhaltsverzeichnis

Kapitel 3	
Grundlagen	53
Elementare Datentypen und Operationen.....	53
Zahlen, bitte!.....	54
Booleans – Wahrheit oder Pflicht	55
Am Ende ist alles ein Objekt.....	56
Listen, Strings und andere Sequenzen.....	58
Listen	58
Strings – Fäden ohne Verknoten.....	61
Bytes.....	62
Tupel.....	64
Dictionaries.....	65
Verzweigungen und Schleifen.....	66
Wenn, dann, sonst.....	66
Die While-Schleife.....	68
Die For-Schleife	69
List Comprehensions – Listen kompakt bauen und filtern.....	70
Funktionen	72
Pakete, Module und Namensräume	75
Fehlermeldungen verstehen und lieben lernen	76
Zusammenfassung.....	79
TEIL II	
RECHNEN UND PLOTTEN	81
Kapitel 4	
Effiziente Numerik mit NumPy	83
Arrays – Felder und ihre Bewirtschaftung.....	83
NumPy-Arrays erzeugen.....	84
Daten einlesen und abspeichern	85
Auf Array-Inhalte zugreifen: Indizierung und Slicing.....	86
Drehen und Plattmachen: Formveränderung von Arrays.....	90
Elementweises Rechnen und Aufblasen von Arrays.....	92
Nur anschauen, bitte! – Array-Views	93
Array-Typen, elementweise Vergleiche und Indizierung	
von Arrays mit Arrays.....	94
Elementweise Vergleiche und Array-Typen.....	95
Indizierung mit bool-Arrays.....	96
Indizierung mit int-Arrays	97
Felder mit dem Mähdrescher abernten: Effiziente NumPy-Funktionen.....	99
Arrays, Matrizen – Wo ist denn da der Unterschied?.....	101
Zusammenfassung.....	104





Inhaltsverzeichnis 17

Kapitel 5	
Ein bisschen Mathe – So viel Spaß muss sein	105
Komplexe Zahlen – Nur manchmal reell, aber immer fantastisch	105
Wofür komplexe Zahlen nützlich sind: die Eulersche Darstellung	
und die $j\omega$ -Rechnung des Wechselstroms	108
Ortskurven und Bode-Diagramme	110
Lineare Gleichungssysteme – Von trivial bis unlösbar	111
Lösung »unlösbarer« Gleichungssysteme	114
Eigenwerte und Singulärwerte – Matrizen auf das Wesentliche reduziert	118
Eigenwerte	119
Singulärwertzerlegung: Eigenwerte für den rauen Alltag	121
Hauptkomponentenanalyse – Eine kleine SVD-Anwendung	124
Zusammenfassung	127
Kapitel 6	
Brunftzeit für Termhirsche	129
Aller Anfang ist sympel	129
Symbolische Variablen	130
Symbolische Ausdrücke	131
Die wichtigsten Funktionen	132
Eigene Funktionen definieren	134
Gleichungen lösen	135
Agent Smith in meiner Formel? Matrix und Vektor	137
Differenzial- und Integralrechnung	138
Symbolische Ergebnisse weiterverwenden	140
Was sonst noch geht	142
Zusammenfassung	142
Kapitel 7	
Visualisierung	143
Diagramme zeichnen für Anfänger: Grundlagen	143
Matplotlib-Umgebungen	143
Das erste Diagramm	144
Der Schminkkasten für Plots	146
Mehrere Diagramme in einem: Layouts	148
Gestochen scharf bis zum Schluss: Sauberer Export	151
Die richtige Größe	151
Das richtige Dateiformat	153
Eine Schicht tiefer: Objektorientierung	153
Im Bilderzoo: Mehr Diagrammtypen	155
Balkendiagramm	155
Bilder und 2D-Arrays	156
Konturdiagramm	160
Der Sprung in die dritte Dimension	161
Zeit für Bewegung: Animationen	164
Zusammenfassung	166





18 Inhaltsverzeichnis

TEIL III

FORTGESCHRITTENE INGENIEURSMETHODEN 167

Kapitel 8

So tun, als ob: Modellbildung und Simulation 169

Beschreibung dynamischer Systeme: Ich krieg' Zustände.....	169
Was ein dynamisches System ist.....	170
Zustandsraumdarstellung.....	171
Und in Python?.....	173
Dynamische Systeme lösen.....	174
Was eine Anfangswertaufgabe ist und wie man sie löst	174
Numerische Lösung mit <code>scipy.solve_ivp</code>	177
Was beim Simulieren schiefgehen kann.....	179
Ruhelagen, (In-)Stabilität, exponentielles Wachstum und Eigenwerte.....	180
Wunschverhalten erzeugen: Etwas Regelungstechnik mit Tempomat.....	185
Erste Versuche	187
Besser mit Gedächtnis: PI-Regler.....	189
Nagelprobe: Störsprung.....	190
Zusammenfassung.....	193

Kapitel 9

Optimierung – Besser geht's nicht 195

Numerische Optimierung: Wie es grundlegend funktioniert.....	196
Leistungsmaximierung eines Photovoltaikmoduls.....	196
Selbstgestrickter Optimierungsalgorithmus.....	199
Erste Schritte mit <code>scipy.optimize.minimize</code>	200
Nicht-lineare Gleichungen lösen durch Minimierung des Fehlers.....	202
Verschachtelte Optimierung	204
Lokale Minima und n Dimensionen.....	205
Lokale Minima.....	205
Etwas höhere Problemdimension: $n = 2$	208
Optimale Steuerung.....	210
Optimierung mit Begrenzungen	215
...und Nebenbedingungen.....	216
Fit for Fun: Funktionsapproximation.....	219
Regression von Geraden und anderen Kurven	219
Spline-Regression mit <code>scipy</code> : echt smooth.....	225
Zusammenfassung.....	227

Kapitel 10

Mechanik – Ganz ohne schmutzige Hände 229

Statik und Festigkeitslehre – Bis sich die Balken biegen.....	229
Ebene Statik – Still und starr ruht die Kräftebilanz.....	230
Festigkeitslehre: Biegelinie des eingespannten Balkens.....	232
Kinematik – Zwangsläufig gut.....	235
Koppelkurve visualisieren.....	244
Kinetik: Volle Kraft voraus.....	245
Zusammenfassung.....	254





Inhaltsverzeichnis 19

Kapitel 11	
Fourier-Analyse – Python in der Disco	255
Die Fourier-Transformation der kontinuierlichen Welt	257
Ein paar Notationstricks	257
Fourier in Formeln	258
Diskrete Fourier-Transformation auf dem Papier	258
Abgetastete Signale	259
Die DFT als Näherung der Fourier-Transformation	259
Die inverse Diskrete Fourier-Transformation	260
Die DFT in Python	261
Erst mal selbst probieren	261
Schneller, schneller, schneller	263
Frequenzspektren zeichnen	264
Fourier-Analyse	265
Das Leistungsdichtespektrum	265
Wann man »Fenstern« als Verb verwendet	268
Verläufe glätten nach der »Welch«-Methode	270
Alles in einem: Spektrogramme zeichnen	273
Zusammenfassung	274
Kapitel 12	
Kombinatorik, Zufall und Statistik	275
Kombinatorik – So viele Möglichkeiten	275
Mengen multiplizieren: product	276
Reihenfolgen festlegen: permutations	278
Kombinationen mit »egaler« Reihenfolge: combinations und combinations_with_replacement	279
Pseudozufall – Abzählreime 2.0	281
random aus der Standardbibliothek	282
numpy.random	283
os.urandom	284
Histogramme und Verteilungen	284
Gleichverteilung	284
Binomialverteilung	286
Normalverteilung	288
Exponentialverteilung und der ganze Rest	290
Der Mittelwert und seine Freunde	292
Mittelwert, Varianz und Standardabweichung	292
Median und Quantile	294
Statistische Unsicherheit visuell darstellen	296
Fehlerbalkendiagramm	296
Kastendiagramm (Boxplot)	298
Violinendiagramm	299
Zusammenfassung	300





20 Inhaltsverzeichnis

Kapitel 13

Python im Labor – Steuern, Messen, Filtern, Darstellen 303

Einordnung: In welchen Situationen ist Python sinnvoll?.....	303
Schnittstellen und Busse.....	305
Serielle Schnittstelle.....	305
»General Purpose Interface Bus« (GPIB).....	307
Netzwerksockets.....	309
Schnittstellen über kompilierte Treiber ansprechen.....	312
Allgemeine Hinweise zur Laborautomatisierung.....	314
Softwarestruktur.....	314
Initialisierung und Herunterfahren.....	314
Das richtige Timing.....	315
Simulationsmodus.....	315
Logging.....	316
Rauschen und wie man damit umgeht.....	317
Das Rauschspektrum – Weiß oder nicht weiß.....	317
Signalfilterung – Fast so leicht wie Kaffee kochen.....	320
Zusammenfassung.....	324

TEIL IV

SCHÖNER, SCHNELLER, ROBUSTER 325

Kapitel 14

Echt Klasse: Fortgeschrittene Programmierung 327

Objektorientierung für Normalsterbliche.....	327
Eigene Objekttypen mit Klasse.....	328
Magische Methoden.....	331
Vererben ohne Sterben.....	333
Funktionen, die Funktionen bauen.....	334
Exceptions für sich gewinnen.....	336
Mit Ausnahmen umgehen.....	336
Selbst Stunk machen – Eigene Ausnahmen auslösen.....	338
Zusammenfassung.....	340

Kapitel 15

Profiling und Performanz-Optimierung 341

Wärmeleitung mit Python simulieren.....	342
Was sagt das Physikbuch?.....	342
Ein erster Versuch.....	344
Wie schlimm ist es wirklich? Performanz messen.....	346
Zeitmessung mit time.....	346
Das Stoppuhr-Modul timeit.....	347
NumPy seine Arbeit machen lassen.....	348
Fremdsprachen willkommen – Das »Foreign Function Interface«.....	350
Wärmeleitungsgleichung in C implementieren.....	350
Eine C-Bibliothek aus Python aufrufen.....	353





Inhaltsverzeichnis 21

Gerade noch rechtzeitig – Just-in-Time-Kompilierung	354
Funktionen im Profil betrachtet	356
Zusammenfassung.....	359

Kapitel 16

Von den Profis lernen – Das Wichtigste zur Softwaretechnik.....

361

Seismografen im Kartenhaus: Assertions und Unittests.....	361
Assertions: Eigene Annahmen überprüfen	362
Unittests.....	364
Ghostbusters: Interaktives Fehlersuchen	368
Quellcode mit Stil: PEP8	371
Ordnung und Sicherheit: Versionskontrolle mit Git.....	373
Das Wichtigste für Eigenbrötler	374
Versionsverwaltung in Zeiten des Internets	379
Zusammenfassung.....	380

TEIL V

DER TOP-TEN-TEIL

381

Kapitel 17

Die 10 nützlichsten Module, die bisher nicht erwähnt wurden

383

Kommandozeilenargumente auswerten.....	383
Attraktive Benutzeroberflächen	384
Objekte inspizieren.....	385
Mit Daten und Uhrzeiten rechnen	385
Parallelisierung in mehreren Prozessen	386
Python-Objekte als Dateien abspeichern	386
Reguläre Ausdrücke.....	387
Typenannotationen.....	388
Datenauswertung mit pandas	389
Maschinelles Lernen mit scikit-learn.....	389

Kapitel 18

10 fiese Fallstricke und 3 Mal schwarze Python-Magie

391

Code an der falschen Stelle bearbeitet oder installiert.....	391
Syntaxfehler durch falsche Einrückung	392
Python 2.x: Semikompatibler Gespenster-Code.....	392
Verwirrung mit globalen und lokalen Variablen	393
Wiederholter import bleibt wirkungslos.....	394
lambdify und Arrays	394
Konversion von SymPy-Matrizen zu NumPy-Arrays.....	396
Der Rückgabotyp von sympy.solve.....	397
Versehentliches Broadcasting.....	398
Backslashes in Strings.....	399





22 Inhaltsverzeichnis

Trickserien mit Indizes.....	400
Fallunterscheidungen in Zuweisung und als Index.....	401
Für Furchtlose: »Spezielle« Module.....	402

Kapitel 19

10 nützliche Links 403

docs.python.org und pypi.org.....	403
pythontips.com.....	403
github.com/search.....	404
pythex.org.....	404
computers-are-fast.github.io.....	404
stackoverflow.com.....	405
sphinx-doc.org.....	405
hackerrank.com/domains/python.....	406
cscircles.cemc.uwaterloo.ca.....	406
planet.scipy.org.....	406

Stichwortverzeichnis 409

