

Inhalt

1	Einführung	1
1.1	Das Konzept	1
1.2	Die Programmiersprache Python	2
1.2.1	Eigenschaften von Python	3
1.2.2	Erweiterungsmodule für Python	3
1.3	Entwicklungsumgebungen	4
1.3.1	Thonny	5
1.3.2	Spyder	7
1.4	Installation der Module	8
1.5	Programmstrukturen	9
1.5.1	Lineare Programmstruktur	10
1.5.2	Verzweigungsstrukturen	12
1.5.3	Wiederholstrukturen	14
1.5.4	Funktionen	19
1.6	Objektorientierte Programmierung	21
1.7	Datenstrukturen	23
1.7.1	Tupel	23
1.7.2	Listen	24
1.7.3	Dictionary	26
1.8	Funktionsplots	27
1.9	Das Slider-Steuerelement	30
1.10	Animationen	33

1.10.1 Animationen mit VPython	33
1.10.2 Animation mit Matplotlib	36
1.11 Numerisches Differenzieren	39
1.11.1 Zentraler Differenzenquotient	40
1.11.2 Differenzieren mit Numdifftools	42
2 Statik	45
2.1 Vektorielle Addition von Kräften	45
2.2 Drehmoment	48
2.3 Gleichgewichtsbedingungen	52
2.3.1 Auflagekräfte	52
2.3.2 Stabkräfte in einem Fachwerk berechnen	57
2.4 Schwerpunkte	60
2.4.1 Massenschwerpunkt	60
2.4.2 Schwerpunkt von Flächen	66
2.4.3 Schwerpunkte von Körpern	70
2.5 Aufgaben	72
3 Mechanik deformierbarer Körper	75
3.1 Zugbelastung	76
3.2 Druckbelastung	80
3.3 Biegebelastung	82
3.3.1 Flächenmoment zweiten Grades	82
3.3.2 Biegemoment	83
3.3.3 Die Differenzialgleichung der Biegelinie	90
3.4 Aufgaben	96
4 Kinematik	97
4.1 Gleichförmig geradlinige Bewegung	97
4.2 Beschleunigte geradlinige Bewegung	101
4.2.1 Beschleunigung	101
4.2.2 Weg-Zeit-Gesetz	103
4.2.3 Momentangeschwindigkeit	106
4.3 Zusammengesetzte Bewegung	109
4.3.1 Der idealisierte schiefe Wurf	109

4.3.2	Kreisbewegung	119
4.3.3	Umwandlung einer Kreisbewegung in eine geradlinige Bewegung	128
4.4	Aufgaben	129
5	Dynamik	131
5.1	Newtonsche Gesetze	131
5.2	Gravitationskraft	133
5.2.1	Nahwirkungskräfte	133
5.2.2	Fernwirkungskräfte	135
5.2.3	Bestimmung der Erdmasse	136
5.3	Federkraft	137
5.3.1	Federkonstante durch Versuch ermitteln	137
5.3.2	Federkennlinie mit Matplotlib dynamisch verändern	140
5.4	Trägheitskräfte	142
5.4.1	Anfahren	142
5.4.2	Bremsen	145
5.4.3	Beschleunigungsmesser	150
5.5	Fall und schiefer Wurf mit Luftwiderstand	153
5.5.1	Luftwiderstand	153
5.5.2	Senkrechter Fall mit Luftwiderstand	155
5.5.3	Schiefer Wurf mit Luftwiderstand	160
5.6	Aufgaben	165
6	Arbeit, Leistung und Energie	167
6.1	Mechanische Arbeit	167
6.1.1	Skalarprodukt	168
6.1.2	Reibungsarbeit	170
6.1.3	Hubarbeit	178
6.1.4	Spannarbeit	180
6.1.5	Beschleunigungsarbeit	182
6.2	Leistung	183
6.3	Wirkungsgrad	185
6.4	Energie	186
6.5	Aufgaben	190

7	Der Impuls	191
7.1	Definition des Impulses	191
7.2	Kraftstoß	192
7.3	Stoßgesetze	196
7.3.1	Plastischer Stoß	197
7.3.2	Elastischer Stoß	200
7.3.3	Teilelastischer Stoß	203
7.4	Aufgaben	206
8	Rotation starrer Körper	209
8.1	Trägheitsmoment	211
8.1.1	Trägheitsmoment eines Stabs, einer Platte, eines Quaders und einer Pyramide	213
8.1.2	Trägheitsmoment eines Zylinders und eines Kegels	216
8.1.3	Trägheitsmoment einer Kugel	218
8.1.4	Das Parallelachsen-Theorem	219
8.2	Rotationsenergie	220
8.3	Drehimpuls	222
8.4	Das Beschleunigungsmoment	224
8.5	Aufgaben	225
9	Mechanische Schwingungen	227
9.1	Federpendel	227
9.2	Physikalisches Pendel	235
9.3	Überlagerung von Schwingungen	243
9.4	Aufgaben	244
10	Mechanische Wellen	245
10.1	Die Wellengleichung	246
10.2	Animation einer Transversalwelle	248
10.3	Animation einer Longitudinalwelle	253
10.4	Überlagerung von Wellen	255
10.5	Stehende Wellen	258
10.6	Aufgaben	261

11	Anhang	263
11.1	Glossar	263
11.2	Planetendaten	264
11.3	Funktionen und Methoden der Python-Module	264
11.3.1	NumPy-Funktionen	265
11.3.2	Matplotlib-Methoden	266
11.3.3	SciPy-Funktionen	267
11.3.4	SymPy-Methoden	267
11.4	Literaturverzeichnis	268
	Stichwortverzeichnis	271