

# Inhaltsverzeichnis

Über die Autorin	XI
Danksagungen	XII
Was dieses Buch ist	XIV
Was dieses Buch nicht ist	XVI
Wie man dieses Buch nutzt	XVI
Ihre Ideen sind ihr größtes Plus	XVII
Was Sie wissen müssen	XVIII
Was Sie haben müssen	XIX
Was Sie über die Deutsche Übersetzung wissen müssen	XXI
<b>1 Einführung in Mechanismen und Maschinen</b>	<b>1</b>
Sechs einfache Maschinen	2
Hebel	2
Hebel zweiten Grades	6
Hebel dritten Grades	8
Rollen	9
Geschlossene Systeme	9
Offene Systeme	11
Rad und Achse	13
Schiefe Ebenen und Keile	14
Geschwindigkeit	15
Schrauben	16
Zahnräder	18
Getriebearten	19
Übersetzungsverhältnis	22
Entwurfswänge und Freiheitsgrade	23
Freiheitsgrade	23
Minimal beschränktes Design	24
Projekt 1-1: Rube-Goldberg-Frühstücksmaschine	26
Referenzen	31

<b>2</b>	<b>Materialien: Wie man sie wählt und wo man sie findet</b>	<b>33</b>
	Materialien beschreiben .....	34
	Materialeigenschaften .....	34
	Materialversagen: Druck, Krümmung und Ermüdung .....	34
	Wie man Toleranzen toleriert .....	36
	Materialtypen .....	38
	Metalle .....	38
	Keramik .....	42
	Polymere (Kunststoffe) .....	42
	Verbundwerkstoffe .....	44
	Halbleiter .....	46
	Biomaterial .....	47
	Projekt 2-1: Verschiedene „Sprungbretter“ .....	48
	Referenzen .....	49
<b>3</b>	<b>Schrauben oder kleben: Teile befestigen und verbinden</b>	<b>51</b>
	Nicht dauerhafte Verbindungen: Befestigungselemente .....	52
	Projekt 3-1: Loch bohren und Gewinde schneiden .....	55
	Kopf und Kopfanschlussformen .....	58
	Unterlegscheiben .....	62
	Nägel und Klammern .....	62
	Dübel .....	63
	Sicherungsringe .....	64
	Dauerhafte Verbindungen: Kleben, Nieten und Schweißen .....	64
	Klebstoffe .....	64
	Nieten .....	68
	Schweißen, Hartlöten und Löten .....	68
<b>4</b>	<b>Kraft, Reibung und Drehmoment (Meine Güte!)</b>	<b>71</b>
	Drehmoment-Berechnungen .....	72
	Reibung .....	75
	Projekt 4-1: Ermittlung des Reibungskoeffizienten .....	79
	Reibung reduzieren .....	80
	Freischneiden und Graffiti-Roboter .....	81
	Wie man Kraft und Drehmoment misst .....	86
	Kraft messen .....	86
	Drehmoment messen .....	88
	Projekt 4-2: Motor-Drehmoment messen .....	88

<b>5 Mechanische und elektrische Leistung, Arbeit und Energie</b>	<b>91</b>
Mechanische Leistung .....	92
Elektrische Leistung .....	93
Energie für Prototypen: Das Labornetzgerät .....	101
Mobile Optionen: Batterien .....	102
Steck-Optionen .....	106
Alternative Energiequellen .....	107
Federn und Verformungsenergie .....	114
Projekt 5-1: Mausefallen-getriebenes Fahrzeug .....	115
Referenzen .....	117
 <b>6 Ene, mene, Motor: Bewegung erzeugen und steuern</b>	 <b>119</b>
Wie Motoren funktionieren .....	120
Projekt 6-1: Motor mit Magnetdraht im Eigenbau .....	120
Arten rotierender Aktuatoren .....	122
Gleichstrommotoren .....	123
Drehmagnete .....	138
Arten linearer Aktuatoren .....	139
Linearmotoren .....	140
Betätigungsmagnete .....	140
Motorsteuerung .....	141
Grundlegende Steuerung eines Gleichstrommotors .....	141
Projekt 6-2: 1x1 der Gleichstrommotor-Steuerung – die einfachste Schaltung .....	142
Projekt 6-3: Einen Schaltkreis zusammenlöten .....	143
Projekt 6-4: Schaltung auf Steckbrett .....	146
Projekt 6-5: Motor kehrt marsch .....	149
Geschwindigkeitskontrolle durch Impulsdauermodulation .....	153
Projekt 6-6: Hardware-PWM zur Geschwindigkeitsregelung .....	154
Fortgeschrittene Steuerung von Gleichstrommotoren .....	159
Projekt 6-7: Software-PWM zur Geschwindigkeitsregelung .....	159
Steuerung von Hobby-Servos .....	165
Steuerung von Standard-Hobby-Servos .....	166
Projekt 6-8: Steuerung eines Standard Hobby-Servos .....	167
Steuerung eines Weiterlauf-Servos .....	170
Schrittmotor-Steuerung .....	170
Projekt 6-9: Steuerung eines bipolaren Schrittmotors .....	172
Steuerung von Linearmotoren .....	177
Tipps und Tricks zur Motorsteuerung .....	178

Bewegung ohne Motor .....	181
Flüssigkeitsdruck .....	181
Künstliche Muskeln .....	183
Referenzen .....	184

## 7 Die Eingeweide: Kugellager, Kupplungen, Zahnräder, Schrauben und Federn 185

Lager und Buchsen .....	186
Radiallager .....	187
Kombinationen und Speziallager .....	194
Tipps und Tricks zur Installation von Lagern .....	196
Kupplungen .....	198
Mit Servomotoren arbeiten .....	198
Mit anderen Motortypen arbeiten .....	200
Kupplungen verwenden .....	206
Bundwellen .....	207
Zahnräder .....	208
Projekt 7-1: Eigene Zahnräder herstellen .....	211
Zwischenzahnräder .....	221
Doppelgetriebe .....	222
Riemenscheiben und Kettenräder, Riemen und Ketten .....	223
Standardscheiben und -bänder .....	224
Zahnriemenräder und Zahnriemen .....	224
Kettenräder und Ketten .....	224
Spindel (Power Screws) .....	225
Federn .....	227
Druckfedern .....	227
Zugfedern .....	228
Torsionsfedern .....	230
Sprengringe .....	231
Blattfedern .....	231
Spiralfedern .....	231
Referenzen .....	232

## 8 Einfache Maschinen kombinieren 233

Mechanismen zur Umwandlung von Bewegung .....	234
Gestänge .....	239
Projekt 8-1: Pantograph .....	241
Automaten und mechanische Spielzeuge .....	246
Projekt 8-2: Selbstbau-Automat – Das freundliche Schaf .....	249
Referenzen .....	250

## 9 Dinge machen und machen lassen 251

Das Making Things Move-Ökosystem .....	252
Kreation .....	253
Analoge Kreation .....	253
Digitale Kreation .....	254
Projekt 9-1: Das 3D-Modell eines Teils herunterladen und öffnen ..	258
Umsetzung .....	260
Analoge Umsetzung .....	261
Fertigung .....	262
Analoge Fertigung .....	262
Projekt 9-2: Ein mittiges Loch bohren ohne Drehmaschine .....	264
Digitale Fertigung .....	269
Montage .....	272
Verbreitung .....	272
Analog .....	274
Digital .....	274
Referenz .....	274

## 10 Projekte 275

Projekt 10-1: Die nicht so faule Susanne .....	275
Projekt 10-2: Windlicht .....	289
Projekt 10-3: SADbot: Der „Seasonally Affected Drawing Robot“ ..	300
Referenzen .....	321

## Anhang: Strom fürs Steckbrett und Arduino-Einführung 323

Strom für Ihr Steckbrett .....	323
Arduino-Einführung .....	324
Das Zusammenspiel von Arduino und Computer .....	325
Nun lassen wir es blinken .....	328
Nun lassen wir es GROSS blinken .....	329

## Index 333