
Robotik und Künstliche Intelligenz



Dr. Günter Spanner



elektor

LEARN > DESIGN > SHARE

Warnhinweise	10
Programmdownload	11
Kapitel 1 • Einführung	13
1.1 Voraussetzungen	14
1.2 Die Programmier- und Entwicklungsumgebungen	15
Kapitel 2 • Grundelemente der Robotik	17
Kapitel 3 • Controller und Prozessoren: Die "Gehirne" der Roboter	18
3.1 Arduino als programmierbare Steuerzentrale	18
3.2 Arduino-IDE	20
3.3 Praxisanwendung: Roboter-Alarm	22
3.4 C und "Processing" – Ein Vergleich.	23
3.5 Raspberry Pi	24
3.6 Installation des Betriebssystems mit NOOBS.	27
3.7 Raspi-Config	28
3.8 Die Kommandozeile	28
3.9 Das Linux-Dateisystem.	29
3.10 Die wichtigsten Linux-Befehle	30
3.11 Der Desktop des Pi.	30
Kapitel 4 • Mechanische Bauelemente	32
4.1 Schrauben, Muttern und Bolzen.	32
4.2 Metalle, Holz und Kunststoffe	34
4.3 Mechanik-Baukästen und Bausätze	36
4.4 Räder.	37
Kapitel 5 • Elektronische Komponenten und Module	38
5.1 Für Experimente und Prototypen: Breadboards	38
5.2 Lochrasterplatten für einfache Aufbauten	39
5.3 Widerstände	40
5.4 Kondensatoren	41
5.5 Potentiometer	41
5.6 Leuchtdioden (LEDs)	42
5.7 Dioden und Transistoren.	43
5.8 Motortreiber, Freilaufdioden und Abblockkondensatoren	43

5.9 Für kleinere Motoren: der L293D	44
5.10 Das Kraftpaket: L298	45
5.11 Motortreiber ULN2003	49
5.12 Motortreiber-Modul TBB6612.	50
5.13 PWM und Servo-Modul	51
5.14 Das Robot-HATs-Modul für den Raspberry Pi	52
Kapitel 6 • Elektrische Einheiten und Aktoren	55
6.1 Gleichstrom- und Getriebemotoren	55
6.2 PWM-Steuerung	56
6.3 Stepper	57
6.4 Einzelschrittmodus.	60
6.5 Präzise gesteuerte Motorkraft: Der Servo	61
6.6 Servomotoren im Griff: Die Servo-Bibliothek.	64
6.7 Servos am Raspberry Pi	66
Kapitel 7 • Die Sinne der Roboter: Sensoren	70
7.1 Erfassung von Messwerten, Auflösung und Präzision	71
7.2 Der ADC im Einsatz: Erfassung einer Potentiometerspannung	72
7.3 Interne und externe Referenzspannungen	74
7.4 Spannungsteiler für höhere Eingangsspannungen	75
7.5 Präzise Messwerterfassung mit Hilfe von Sensoren	78
7.6 Temperaturmessung	79
7.7 Präzise Temperaturwerte mit vor-kalibrierten Sensoren	80
7.8 Digitale Sensoren	82
7.9 Optische Sensoren.	83
7.10 Elektronisches Luxmeter.	85
7.11 Graphische Messwertaufnahme	86
7.12 Entfernungsmessung und Kollisionsvermeidung.	88
7.13 Ultraschallmessung	89
7.14 Optische Abstandsmessung.	94
7.15 Der Geruchssinn für Roboter: Gassensoren.	98
7.16 Lagebestimmung	100

Kapitel 8 • Kameras und Displays	105
8.1 Die RasPi-Cam	106
8.2 WebCams mit USB-Anschluss	108
8.3 Einfach und universell: Standarddisplays	110
8.4 LCD-Display via I ² C-Bus	115
8.5 Unübersehbar: blinkendes Display-Modul als Warnsignal	117
8.6 OLED-Module: Displays im Kleinformat	118
8.7 Schnelle Grafikanwendungen	120
8.8 OLED-Display am Raspberry Pi	124
Kapitel 9 • Energieriegel für Roboter: Die Stromversorgung	129
9.1 Safety first: Sicherungen	129
9.2 NiMH-Akkus	133
9.3 Li-Ionen-Akkus	134
9.4 Umgang mit Li-Ionen-Technologie	137
9.5 Noch genug Leistungsreserven? – Akkuspannungs-Überwachung	139
Kapitel 10 • Fahrgestelle, Rahmen und Chassis	142
10.1 Eigenbauten und Kits	142
10.2 JOY-iT Robot Car Kit	144
10.3 PiCar-V	144
10.4 Raupenantriebe	145
Kapitel 11 • Roboter an der unsichtbaren Leine:	
Drahtlose Fernsteuerung	147
11.1 Funkfernsteuerung	147
11.2 Steuerung eines Roboterfahrzeugs	149
11.3 Steuern mit dem Smartphone: Bluetooth	154
11.4 Bluetooth-Kommunikation	156
11.5 WLAN	159
11.6 Heimnetzwerke	160
11.7 Raspberry Pi im WLAN	162
Kapitel 12 • Roboterfahrzeuge und autonomes Fahren	165
12.1 Für den Einstieg: Auf zwei Rädern durch die Welt	166
12.2 Autonomes Fahren durch Linienverfolgung	170

12.3 Musterbeispiel der Bionik: Lichtsuchende Roboter	177
12.4 Lichtverfolger mit zwei Sensoren	182
12.5 Fledermaustechnik: Kollisionsvermeidung mit Ultraschall	184
12.6 Bluetooth-gesteuerter Zwei-Rad-Robot.	191
12.7 Vier Räder und Servolenkung	198
12.8 Pi-Car mit WLAN-Anbindung	201
12.9 Geländegängiger Raupen-Robot.	207
12.10 StepperBot und Odometrie	213
12.11 Umweltdaten sammeln: EnviRoBot.	217
Kapitel 13 • Meisterwerke der Regelungstechnik:	
Selbstbalancierende Robots.	223
13.1 Zwei- und Dreipunktregelung	224
13.2 Grundlagen der digitalen Regelungstechnik.	225
13.3 Balance auf einer Achse: BalBot	227
13.4 Selbstbalance-Algorithmen	229
Kapitel 14 • Unentbehrlich in der Industrie:	
Roboterarme und Manipulatoren	236
14.1 Roboterarm mit Servosteuerung	237
14.2 Armsteuerung mit Gleichstrommotoren	241
14.3 Roboterfahrzeug mit Greifarm	247
Kapitel 15 • Zwei, vier oder sechs Beine:	
Laufroboter in allen Varianten	248
15.1 Von Krabben und Spinnen: Quadrupeds und Hexapods	249
15.2 Vierbeiner in der Praxis: Quadruped.	251
15.3 Laufen auf zwei Beinen.	254
15.4 Bipedes in der Praxis	255
15.5 GoGoBot als zweibeinige Experimentierplattform	256
Kapitel 16 • Künstliche Intelligenz	262
16.1 Ein kurzer Blick in die Geschichte.	262
16.2 Anwendungen und Errungenschaften der KI	264
16.3 KI-Praxis mit Python	266
16.4 Objekterkennung	267

16.5 Gesichtserkennung	272
Kapitel 17 • Intelligente Roboter	275
17.1 Der elektronische Jagdhund: Verfolgung eines rollenden Balls.	275
17.2 Autonomes Fahren mit Kamera-Unterstützung	282
Kapitel 18 • Humanoide Roboter	292
18.1 Roboter, Androiden und Cyborgs erobern die Welt	294
18.2 Schöne neue Welt? – Die Zukunft der Robotik	296
18.3 Wer bin ich? – Maschinenbewusstsein	299
Kapitel 19 • Ausblick: Neuromorphe Chiptechnologie	302
Anhang: Bussysteme und Mikropowertechniken	307
Schnell und Einfach: der I ² C-Bus	307
Mikropowertechniken und Sleep-Modi	309
Bezugsquellen	311
Literatur	312
Abbildungsverzeichnis	313
Index	317