

Auf einen Blick

1	Arduino – was ist das?	17
2	Arduino-Hardware	59
3	Das Experimentierumfeld	121
4	Arduino-Software	193
5	Sensoren	317
6	Eingabeelemente	383
7	Anzeigeelemente	429
8	Aktoren	531
9	Externe Speicher	571
10	Kommunikation	583
11	Datenformate und Kommunikationsprotokolle	675
12	Arduino-Benchmarks	687
13	Projektideen für den Arduino	691
14	Gehäuse für den Arduino	745
15	Der Arduino in industriellen Anwendungen	749

Inhalt

Materialien zum Buch	14
Geleitwort	15
1 Arduino – was ist das?	17
1.1 Arduino – etwas Hintergrund	17
1.2 Open Source: Die Lizenzen des Arduino-Projekts	18
1.3 Maker und die Arduino-Community	21
1.4 Arduino Uno Rev3 – der Standard	26
1.4.1 Ein- und Ausgangspins	27
1.4.2 Serielle Schnittstellen	29
1.4.3 Spannungsversorgung	29
1.4.4 Warum eigentlich die Bezeichnung »Uno«?	30
1.5 Details zum Mikrocontroller	31
1.5.1 Mikrocontroller-Kern	32
1.5.2 Mikrocontroller-Peripherie	37
2 Arduino-Hardware	59
2.1 Die Produktfamilie Arduino	59
2.1.1 Klassische Arduino-Boards	59
2.1.2 Kompakte Arduino-Boards	67
2.1.3 Die Arduino-MKR-Serie	74
2.1.4 Arduino Yún	78
2.1.5 Arduino Uno Rev3 und Onion Omega2	84
2.2 Arduino-kompatible Boards	85
2.2.1 Seeeduino v4.2	86
2.2.2 LilyPad Arduino	87
2.2.3 Maduino GPRS A6	88
2.2.4 BBC micro:bit bzw. Calliope mini	89
2.2.5 SparkFun Pro nRF52840 Mini	91
2.2.6 STM32 Nucleo	92
2.2.7 Teensy 4.0	94

2.2.8	ESP8266	95
2.2.9	ESP32	98
2.2.10	M5Stack und M5StickC	102
2.2.11	Maixduino	107
2.3	Arduino-Shields	109
2.3.1	Arduino-Standard-Shields	109
2.3.2	Arduino-MKR-Shields	115

3 Das Experimentierumfeld 121

3.1	Elektronische Bauteile	121
3.1.1	Widerstand, Kondensator und Spule	121
3.1.2	Taster, Schalter und Relais	128
3.1.3	Dioden	128
3.1.4	Transistoren und FETs als Schalter	131
3.1.5	Operationsverstärker	137
3.2	Grundlagen zur Schaltungstechnik	139
3.2.1	Ohmsches Gesetz	139
3.2.2	Kirchhoffsche Regeln	139
3.2.3	Reihen- und Parallelschaltung von Widerständen	144
3.3	Breadboards und Zubehör	145
3.3.1	Breadboards	145
3.3.2	Breadboard Holder	148
3.3.3	Breadboard Power	150
3.4	Qwiic, Grove und mikroBUS Connection	150
3.4.1	Qwiic Connection	151
3.4.2	Grove System	153
3.4.3	mikroBUS System	153
3.5	Spannungsversorgung	154
3.5.1	USB-Anschluss	155
3.5.2	USB-Hub mit Schnellladeanschluss	157
3.5.3	Steckernetzteil	158
3.5.4	Labornetzgerät	159
3.5.5	Lithium-Polymer-Akku	161
3.5.6	Spannungsversorgung mit Solarzellen	164
3.5.7	Reduzierung des Strombedarfs für Batteriebetrieb	166
3.6	Messtechnik	170
3.6.1	Multimeter	170

3.6.2	Funktionsgenerator	173
3.6.3	Oszilloskop	176
3.6.4	BitScope Micro	178
3.6.5	Saleae Logic Analyzer	183
3.7	CAD-Software	184
3.7.1	Fritzing	184
3.7.2	KiCAD	187
3.7.3	EAGLE	189
3.7.4	EasyEDA Standard	190
3.7.5	Welches Tool soll ich verwenden?	191
4	Arduino-Software	193
4.1	Schritte bei der Programmerstellung	193
4.2	Die Arduino-Entwicklungsumgebung	194
4.3	Die Arduino-Create-Plattform	202
4.3.1	Bestandteile	202
4.3.2	Unterstützte Controller	209
4.4	Arduino Create vs. Arduino IDE	210
4.5	Programmieren in C++	211
4.5.1	Empfehlenswerte Online-Tutorials	211
4.5.2	Einführung in die Grundlagen von C++	212
4.6	Den Arduino programmieren	242
4.6.1	Programmstruktur	242
4.6.2	Arduino-Funktionen	243
4.6.3	Hello World	264
4.6.4	Arduino-Librarys	266
4.7	Alternative Programmierumgebungen	270
4.7.1	BASCOM-AVR	270
4.7.2	FlashForth	273
4.7.3	MicroPython	277
4.7.4	Fazit	281
4.8	Arduino-Boards in Betrieb nehmen	281
4.8.1	Arduino Uno	283
4.8.2	Arduino Uno WiFi Rev2	284
4.8.3	Arduino Yún	290

4.8.4	ESP32	305
4.8.5	M5Stack bzw. M5StickC	308
4.8.6	Teensy 4.0	312

5 Sensoren 317

5.1	Der Thermistor als Temperatursensor	317
5.2	Der Temperatursensor TMP36	320
5.3	Der Temperatur- und Feuchtigkeitssensor DHTxx/AM23xx	324
5.4	Der Temperatur- und Feuchtigkeitssensor Si7021	330
5.5	Der Temperatursensor DS18B20	334
5.6	Die barometrischen Drucksensoren BMP180, BMP280 und BME280	339
5.7	Der Luftqualitätssensor MQ135	344
5.8	Der Grove-Feinstaubsensor PPD42NS	350
5.9	Der Lichtstärkesensor GY-30 (BH1750FVI)	354
5.10	Der Farbsensor GY-TCS3200D	358
5.11	Ultraschall-Entfernungsmessung	364
5.12	ToF-Entfernungsmessung	369
5.13	Bewegungsdetektion mit PIR-Sensoren	373
5.14	Wetterdaten	376

6 Eingabelemente 383

6.1	Taster und Schalter	383
6.2	Keypads	385
6.3	Joysticks	393
6.4	Drehgeber	396
6.5	Touch-Sensoren	401
6.6	Touch-Panels	402
6.7	RFID	406
6.8	NFC	415

7	Anzeigeelemente	429
7.1	LEDs und RGB-LEDs	429
7.2	Sieben-Segment-Anzeige	435
7.3	LED-Dot-Matrix-Anzeige	438
7.4	Seriell gesteuerte RGB-LEDs	442
7.4.1	NeoPixel	443
7.4.2	DotStar	448
7.4.3	NeoPixel vs. DotStar	452
7.4.4	FastLED	453
7.5	LCDs	456
7.5.1	Display mit HD44780	456
7.5.2	Grove-LCDs mit I ² C	459
7.5.3	LCD Keypad Shield	461
7.5.4	Arduino-Shield mit EA DOGS102W-6 und EA PCBARDDOG1701	466
7.5.5	Nokia5110-Grafik-LCD	471
7.6	OLED-Display	479
7.7	Touchscreen	490
7.7.1	Waveshare 2.8" Touch LCD Shield	491
7.7.2	Nextion 2.8" HMI LCD Touch Display	501
8	Aktoren	531
8.1	Relais	531
8.2	Motoren	536
8.2.1	Servo	536
8.2.2	DC-Motor	541
8.2.3	Schrittmotor	557
9	Externe Speicher	571
9.1	Internes EEPROM	571
9.2	Externes EEPROM	574
9.3	FRAM	578

10	Kommunikation	583
10.1	Serielles Interface UART, der interne Monitor	583
10.2	SPI	590
10.3	I²C-Bus	595
10.4	1-Wire-Bus	598
10.5	CAN	606
10.6	Bluetooth und BLE	614
10.6.1	Serielle Bluetooth-Module	615
10.6.2	Mikrocontroller mit BLE	616
10.7	Der Arduino im Netzwerk	629
10.7.1	Ethernet	629
10.7.2	WiFi	634
10.7.3	Performancetests	637
10.8	LoRa bzw. LoRaWAN	639
10.8.1	LoRa/LoRaWAN – Begriffe	639
10.8.2	LoRa-Datenübertragung	640
10.8.3	The Things Network (TTN)	647
10.8.4	LoRaWAN-Knoten	651
10.9	GSM	664
10.9.1	Module und Provider	664
10.9.2	Arduino Uno mit SIM800 EVB	666
10.9.3	Maduino GPRS A6	670
11	Datenformate und Kommunikationsprotokolle	675
11.1	JSON	675
11.2	MQTT	678
11.2.1	MQTT-Grundlagen	678
11.2.2	MQTT-Broker	680
11.2.3	MQTT-Client	682

12	Arduino-Benchmarks	687
13	Projektideen für den Arduino	691
13.1	Tragbare Elektronik (Wearables)	691
13.2	Überwachung des Raumklimas	694
13.3	Open Data aus dem Internet	702
13.3.1	OpenWeatherMap	702
13.3.2	Covid-19-Datenbank	707
13.4	Pushover-Statusmeldungen	713
13.4.1	Pushover-Server	714
13.4.2	Pushover Android Client	715
13.4.3	Pushover-Integration ins Arduino-Programm	717
13.5	Arduino Yún	722
13.5.1	Netzwerk-Performance	722
13.5.2	Zwei Welten verbinden	724
13.5.3	Erfassen von Messdaten	726
13.6	M5stickC	733
13.6.1	M5stickC-Hats	733
13.6.2	M5stickC-Thermometer	734
13.6.3	M5stickC – Messen der Wassertemperatur	735
13.7	Maschinelles Lernen	738
14	Gehäuse für den Arduino	745
14.1	ArduiBox Open – Hutschienengehäuse für den Arduino	745
14.2	AZ-Touch MKR/ESP	747
15	Der Arduino in industriellen Anwendungen	749
15.1	Prototyping mit dem Arduino	749
15.2	Industrieanwendungen	749

Anhang	753
A.1 Arduino Programming Cheat Sheet	753
A.2 Arduino-Simulatoren	754
A.3 Arduino-Distributoren	756
A.4 Arduino-Beschaffungskosten	757
A.5 Technische Daten im Vergleich	759
A.6 Spezifikation von Widerständen	765
A.6.1 Bedrahtete Widerstände	765
A.6.2 SMD-Widerstände	767
A.7 Zahlensysteme	768
Index	771