

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>9</b>
1.1	Das Arduino-Projekt	10
1.2	Aufbau und Zielgruppe des Buches.	10
<b>2</b>	<b>Aufbau und Funktion der Hardware</b>	<b>13</b>
2.1	Große Auswahl: Arduino-Typen	14
2.2	In allen Variationen erhältlich: Shields	15
2.2.1	Proto Shield	15
2.2.2	Motor Shield	16
2.2.3	Ethernet Shield	16
2.3	Ohne Power läuft nichts: Die Stromversorgung	17
2.4	Der Controller – das Herz des Arduinos	18
2.5	Das USB-Interface – die gute Verbindung zum PC	19
<b>3</b>	<b>Entwicklungsumgebung und Programmiergrundlagen</b>	<b>21</b>
3.1	Die Integrierte Entwicklungsumgebung (IDE)	21
3.2	Auch für Linux-Freunde: Die Arduino-IDE unter UBUNTU	27
3.3	Einfacher Einstieg – der Warnblinker	28
3.4	Die allgemeine Struktur eines Arduino-Programms	29
3.5	Grundelemente der Programmiersprache 'C' für den Arduino	31
3.6	Programm-Strukturen	33
3.7	Arduino-spezifische Funktionen	33
3.8	Punkt und Komma für den Controller: Syntax-Elemente.	34
3.9	Elementare Datenspeicher: Variablen	34
3.10	Die hohe Kunst der Mathematik: Operatoren	36
3.11	Für eindeutige Aussagen: Logische Operatoren.	36
3.12	Unveränderliche Parameter: Konstanten	39
3.13	Umgang mit größeren Datenmengen: Variablenfelder	40
3.14	Programmsteuerung und Kontrollstrukturen	41
3.15	Zeitsteuerung	43
3.16	Mathematische und trigonometrische Funktionen	44
3.17	Zufallszahlen.	44
3.18	Erweiterte Möglichkeiten: Einfügen von Bibliotheken	45
<b>4</b>	<b>Elektronische Bauelemente und Low Cost „Freeduinos“</b>	<b>47</b>
4.1	Breadboards – Einfach und effektiv ohne Löten	47
4.2	Lochraster – Dauerhafte Aufbauten ohne Chemie	48
4.3	Low Cost „Freeduinos“	49
4.4	Arduino und seine Helfer: Die wichtigsten elektronischen Bauelemente	50
4.4.1	USB-Kabel.	50
4.4.2	Widerstände	50
4.4.3	Kondensatoren	51
4.4.4	Potentiometer	52
4.4.5	LEDs.	52

4.4.6	RGB-LEDs . . . . .	53
4.4.7	Drucktaster . . . . .	53
4.4.8	Siliziumdioden . . . . .	53
4.4.9	Transistoren . . . . .	53
<b>5</b>	<b>„Hello World“ . . . . .</b>	<b>55</b>
5.1	Lauflichter in allen Varianten . . . . .	55
5.2	Es geht auch heller: Ansteuerung von Power-LEDs . . . . .	57
5.3	POVino: Persistence of Vision-Display . . . . .	58
<b>6</b>	<b>Displays und Anzeigetechniken . . . . .</b>	<b>61</b>
6.1	Bargraph-Anzeigen – die Klassiker für Meßanwendungen . . . . .	61
6.2	Einfach und preisgünstig: Sieben-Segmentdisplays . . . . .	62
6.3	4-stellige Siebensegment-Displays: Basis für Messgeräte und Uhren . . . . .	65
6.4	LED-Matrix – Minimonitor für Zeichen und Graphik . . . . .	69
6.5	Das Dot-Matrix-Display als zweistellige Digitalanzeige . . . . .	74
6.6	Der Mikrocontroller lernt schreiben: Alphanumerisches Display . . . . .	76
6.7	LCD-Anzeigen . . . . .	79
<b>7</b>	<b>Messtechnik und Sensoren . . . . .</b>	<b>85</b>
7.1	Flexibel und schnell ablesbar: LED-Voltmeter . . . . .	85
7.2	Volt- und Amperemeter – präzise Messgeräte für das Hobbylabor . . . . .	87
7.3	Kilohmmeter für individuelle Anwendungen . . . . .	92
7.4	Nie mehr Ärger mit defekten Elkos – Kondensator-Tester „Elkodino“ . . . . .	94
7.5	picoFaradino: Messung kleiner Kapazitäten . . . . .	96
7.6	Transistortester „Transistino“ . . . . .	98
7.7	Ein einfaches NTC-Thermometer . . . . .	100
7.8	Heiß oder kalt? Temperaturmessung mit dem AD22100 . . . . .	103
7.9	Fernthermometer . . . . .	104
7.10	Thermodino – präzises Thermometer mit Siebensegment-Display . . . . .	105
7.11	Wann fühlt man sich am wohlsten? – Hygrometer . . . . .	110
7.12	Akkudino – das Kapazitätsmessgerät für Akkus . . . . .	112
7.13	Optosensoren – nicht nur beim Photographieren wichtig! . . . . .	116
7.14	Reflexlicht für Geo-Caching . . . . .	118
7.15	Für Profi-Photographen: Digital-Luxmeter . . . . .	120
7.16	„Radarstation“ für zu Hause: Distanzmessung mit Ultraschall . . . . .	122
<b>8</b>	<b>Timer, Uhren und Interrupts . . . . .</b>	<b>129</b>
8.1	Für Spaß am Morgen und am Abend: Formel-I-Zahnputzuhr . . . . .	129
8.2	Präzise und praktisch: Digitaluhr mit LED-Anzeige . . . . .	136
8.3	Wer ist schneller? Ein Reaktionszeitmesser . . . . .	140
8.4	Timerino – ein Universal-Timer mit Siebensegment-Display . . . . .	143
8.5	Steckdosen-Timer erleichtern das tägliche Leben . . . . .	146
8.6	Mit atomarer Präzision: DCF77-Funkuhr . . . . .	147

8.7	Ausgabe von Zeit und Datum auf die serielle Schnittstelle . . . . .	150
8.8	DCF77-Funkuhr mit LC-Display als Stand-alone-Gerät . . . . .	152
<b>9</b>	<b>Schnittstellen. . . . .</b>	<b>155</b>
9.1	Universell und einfach: Die I2C-Schnittstelle. . . . .	155
9.2	Wenn die Pins mal knapp werden: Port-Erweiterung . . . . .	158
9.3	Mega-Lauflicht mit 24 LEDs . . . . .	158
9.4	Hex-Debugger mit 2-stelliger Siebensegment-Anzeige . . . . .	162
9.5	LC-Display-Steuerung via I2C und PCF8574 . . . . .	165
9.6	Diesmal voll digital: LM75-Temperaturmessung. . . . .	168
9.7	Stromsparend: Realtime-Clock mit Datumsanzeige . . . . .	171
9.8	Drahtlos – praktisch – gut: Die IR-Schnittstelle. . . . .	175
9.9	Lampino, die IR gesteuerte RGB-Lampe. . . . .	179
9.10	Luxus pur – Digitaluhr mit IR-Fernbedienung . . . . .	182
9.11	Optimal für Mikrocontroller: die PS/2-Schnittstelle . . . . .	185
9.12	Tastatur und Maus als universelle Eingabemedien . . . . .	186
9.13	Ein kompletter Mikrocomputer – mit LCD-Monitor und Tastatur . . . . .	188
<b>10</b>	<b>Sound und Synthesizer . . . . .</b>	<b>193</b>
10.1	Schallwandler und Verstärker . . . . .	193
10.2	Einfache Töne . . . . .	195
10.3	Schnelle PWM macht's möglich: nicht nur Töne sondern Klänge . . . . .	197
10.4	Theremin – Die berührungslose Sound-Maschine . . . . .	204
10.5	Audio-Processing. . . . .	206
10.5.1	VCO: Durchstimbare Sinusquelle. . . . .	207
10.5.2	Digitales Signal-Processing . . . . .	209
10.6	Klangwolken: Digitaler Synthesizer. . . . .	213
<b>11</b>	<b>Digitale Regelungstechnik. . . . .</b>	<b>215</b>
11.1	Reglertypen . . . . .	216
11.1.1	Der P-Regler . . . . .	217
11.1.2	Der I-Regler . . . . .	217
11.1.3	Der PI-Regler. . . . .	217
11.1.4	Der PD-Regler . . . . .	218
11.1.5	Der PID-Regler . . . . .	218
11.2	Optimale Arbeitsplatzbeleuchtung: Digitaler Helligkeitsregler. . . . .	218
11.3	Klassiker der Regelungstechnik: Der Gravitationskompensator. . . . .	222
<b>12</b>	<b>Physical Computing . . . . .</b>	<b>229</b>
12.1	Servos steuern die Welt . . . . .	230
12.2	Photino, der 2-D-Kamera Schwenker . . . . .	233
12.3	Kranino: Kransteuerung mit Maus . . . . .	236
<b>13</b>	<b>Processing . . . . .</b>	<b>241</b>
13.1	Arduino & Processing – ein erfolgreiches Duo . . . . .	242
13.2	Interaktion mit Processing – Datenlogger, Trendkurven und Co. . . . .	243
<b>14</b>	<b>Modulares Großprojekt „Wohnzimmerbox“ . . . . .</b>	<b>251</b>
14.1	Immer nützlich: die Uhr. . . . .	253

14.2	Bedienung aus der Ferne: IR-Schnittstelle . . . . .	253
14.3	230-V-Steuerung für HiFi, TV oder Lampen etc. . . . .	254
14.4	Timer und Sensoren als Basis für die Heimautomatisierung. . . . .	254
14.5	Thermometer für Innen und Außen. . . . .	254
14.6	Nie mehr zu trockene Luft: Hygrometer . . . . .	255
14.7	Die Hardware . . . . .	255
14.8	Das Beispielprogramm zur Wohnzimmerbox . . . . .	256
<b>Anhang . . . . .</b>		<b>259</b>
	Literatur . . . . .	261
	Bezugsquellen . . . . .	261
	Programme, Informationen und Updates . . . . .	261
	Verzeichnis der Beispielsketches und -programme . . . . .	262
	Abbildungsverzeichnis . . . . .	264
	Tabellenverzeichnis . . . . .	268
	Stichwortverzeichnis . . . . .	269