



1	Einführung .....	12
1.1	Arduino Micro – ein Controllersystem in IC-Größe.....	12
1.2	Der Arduino Micro auf einen Blick .....	14
1.3	Elektronische Aufbausysteme .....	15
1.4	Breadboard-Betrieb des Arduino Micro .....	17
1.5	Die Stromversorgung für den Micro .....	20
1.6	Grundausstattung eines Arduino-Arbeitsplatzes .....	23



2	Die Technik des ATmega32U4 .....	26
2.1	Rückblick auf die Mikrocontrollerentwicklung.....	26
2.2	Funktionseinheiten des ATmega32U4 .....	27



3	Direkter Prozessorzugriff über USB .....	34
3.1	Bootloader und USB-Schnittstelle .....	34
3.2	Grundlagen der USB-Technik .....	35
3.3	Die USB-Hardwareschnittstelle des ATmega32U4.....	35
3.4	Enumeration .....	37



4	Programmierung über die Arduino-IDE .....	38
4.1	Starten und Konfigurieren der IDE .....	38
4.2	Die Benutzeroberfläche der Arduino-IDE .....	44
4.3	Die Standardbeispielprogramme der IDE.....	45
4.4	Fehlerbeseitigung.....	45
4.5	Das erste Praxisprojekt: vollautomatische Eieruhr.....	46
4.6	Vollautomatische Eieruhr mit Batteriebetrieb .....	49



5	Professionelle Programmierung in C.....	52
5.1	Erstellung von C-Programmen mit dem Atmel Studio .....	52
5.2	Upload von .hex-Dateien auf den Arduino .....	55
5.3	.hex-Dateien aus der Arduino-IDE.....	58



6	Ansteuerung der digitalen Input/Output-Pins .....	62
6.1	Powerstroboskop mit Leistungstransistor.....	62
6.2	Stroboskop mit variabler Blitzfrequenz .....	63
6.3	LED-Würfel mit Ausrolleffekt.....	64

7	Die Timer und Interruptfunktionen des ATmega32U4.....	70
7.1	Quarzgenaue Timersteuerung .....	70
7.2	Designeruhr mit LED-Display .....	71



8	Direkte Datenausgabe an Word oder Excel.....	78
8.1	Datentransfer via USB .....	79
8.2	Kommunikation zwischen Host und USB-Gerät .....	80
8.3	Stromversorgung über USB .....	82
8.4	Softwarestruktur einer USB-Verbindung .....	83
8.5	Der Arduino als USB-Tastatur.....	84
8.6	Direkte Ausgabe von Daten an Excel .....	84
8.7	Mauszeiger außer Kontrolle!.....	87
8.8	Arduino steuert die Computermaus.....	87



9	Periphere Komponenten und Physical Computing .....	92
9.1	Displaytechnik .....	93
9.2	Gleichstrommotorsteuerung.....	96
9.3	Vollautomatische Ventilatorsteuerung .....	97
9.4	Schrittmotoren .....	99
9.5	Prinzipieller Aufbau eines Schrittmotors.....	100
9.6	Elektrische Ansteuerung von Schrittmotoren .....	102
9.7	Softwaresteuerung für Schrittmotoren.....	106
9.8	Schrittmotorgesteuerter Teeautomat .....	108
9.9	Solarzellennachführung .....	110
9.10	Servomotoren .....	112
9.11	Servoansteuerung.....	112
9.12	Die Servobibliothek .....	114
9.13	Megadisplay mit Servomotor.....	115



10	Analog-digital-Konverter und Komparatoren .....	120
10.1	Erfassung von Analogmesswerten.....	120
10.2	ADC-Wandlerverfahren .....	121
10.3	Messung einer Potenziometerposition .....	122
10.4	Temperaturmessung .....	123
10.5	Maussteuerung via analogem Joystickmodul .....	126
10.6	Elektronische Wasserwaage .....	129



# 11

11	Hightech-Applikationen für den Arduino Micro .....	134
11.1	Entfernungsmesser mit Lasertargetindikator .....	134
11.2	Excel-Datenlogger für Umweltmessdaten .....	137
11.3	Datenlogger für Temperaturwerte .....	138
11.4	Thermograf mit Megadisplay .....	140

# 12

12	Arduino Micro in professionellen Entwicklungsprojekten .....	144
12.1	Gehäuse .....	144
12.2	Lochrasterplatinen .....	144

# 13

13	Include-Bibliotheken .....	146
13.1	Ansteuerung von 7-Segment-LED-Anzeigen .....	146

# 14

14	Befehlsreferenz für Processing .....	150
14.1	Strukturen in Processing und C.....	150
14.2	Syntaxelemente im Überblick.....	151
14.3	Operatoren.....	152
14.4	Konstanten.....	154
14.5	Definition von Variablen .....	155
14.6	Variablenfelder.....	156
14.7	Kontrollstrukturen .....	156
14.8	Spezielle Funktionen .....	160
14.9	Zeitliche Steuerung von Programmabläufen .....	160
14.10	Mathematische und trigonometrische Funktionen.....	161
14.11	Befehle für Maus- und Tastatursteuerung .....	161
14.12	Eigene Funktionen.....	163
14.13	Parameterübergabe .....	163

# 15

15	Embedded C .....	164
15.1	Bitmanipulation und Bitmasken .....	164
15.2	Ansteuerung von IO-Ports.....	166
15.3	Bitnummern für GPIO-Register .....	167
15.4	Analoge Messwerterfassung .....	168
15.5	Warteschleifen (delay.h).....	170
15.6	Interrupts .....	171
15.7	Counter und Timer.....	173

# 16

<b>16</b>	<b>Fehlersuche</b>	<b>174</b>
<b>16.1</b>	<b>Allgemeine Hardwareaufbauten</b>	<b>174</b>
<b>16.2</b>	<b>Mikrocontrollerschaltungen</b>	<b>174</b>
<b>16.3</b>	<b>Programmentwicklung und Programmierung</b>	<b>175</b>

# A

<b>17</b>	<b>Literatur</b>	<b>180</b>
<b>18</b>	<b>Bezugsquellen</b>	<b>180</b>
<b>19</b>	<b>Quellcodes</b>	<b>181</b>
	<b>Index</b>	<b>182</b>