

1

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

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

3

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

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

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

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	Quarzugenaue Timersteuerung	70
7.2	Designerruhr 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	Servosteuerung.....	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	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	Arduino Micro in professionellen Entwicklungsprojekten	144
	12.1	Gehäuse	144
	12.2	Lochrasterplatten	144
	13	Include-Bibliotheken	146
	13.1	Ansteuerung von 7-Segment-LED-Anzeigen	146
	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	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 **Fehlersuche**..... 174
16.1 Allgemeine Hardwareaufbauten 174
16.2 Mikrocontrollerschaltungen..... 174
16.3 Programmentwicklung und Programmierung..... 175



17 **Literatur** 180
18 **Bezugsquellen** 180
19 **Quellcodes**..... 181
Index..... 182

