

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	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
------	---------------------------------	-----

7

8

9

10

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	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

