

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Die CD-ROM zum Buch .....</b>	<b>13</b>
1.1	Inhalt der CD-ROM .....	13
1.2	GPL (General Public License) .....	13
1.3	Systemvoraussetzungen .....	13
1.4	Updates und Support .....	13
<b>2</b>	<b>Mikrocontroller-Grundlagen .....</b>	<b>15</b>
2.1	Aufbau und Funktionsweise .....	16
2.2	Die CPU .....	16
2.3	Arbeits- und Programmspeicher .....	17
2.4	Peripherie .....	17
<b>3</b>	<b>Mikrocontroller-Programmierung im Allgemeinen .....</b>	<b>19</b>
3.1	Was ist ein Programm? .....	19
3.2	Programmierung in Basic .....	19
3.3	Konzept von Basic .....	20
3.4	Vor- und Nachteile von Basic .....	20
3.5	Programmierung in Assembler .....	20
<b>4</b>	<b>Übersicht über die Atmel-8-Bit-Mikrocontroller .....</b>	<b>23</b>
4.1	AT90Sxxx .....	23
4.2	ATmega .....	23
4.3	ATTiny .....	24
4.4	XMega .....	24
<b>5</b>	<b>Der ATmega88 für die Experimente und seine Grundbeschaltung für den Betrieb .....</b>	<b>25</b>
5.1	Speicher .....	25
5.2	Die interessantesten Pins des ATmega88 auf einen Blick .....	26
5.3	Grundschtaltung für den Betrieb .....	27
5.4	ADC (Analog Digital Converter) .....	28
5.5	PWM (Pulse Width Modulation) .....	28
5.6	UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) .....	28
5.7	IRQ (Interrupt) .....	28
5.8	Stromversorgung des Controllers .....	29
5.9	Resetbeschaltung .....	29

5.10	Oszillator.....	29
5.11	ISP-Anschluss zur Programmierung.....	30
<b>6</b>	<b>Programmiergeräte.....</b>	<b>33</b>
<b>7</b>	<b>Interessante AVR-Boards für den Einstieg .....</b>	<b>37</b>
7.1	RN-CONTROL.....	37
7.2	RN-Mega8PLUS.....	38
7.3	RN-MINICONTROL.....	40
<b>8</b>	<b>BASCOM installieren .....</b>	<b>41</b>
<b>9</b>	<b>Der Basic-Compiler – BASCOM .....</b>	<b>47</b>
9.1	Landessprache auswählen .....	47
9.2	Die BASCOM-IDE.....	48
9.3	BASCOM-Hilfe.....	49
9.4	BASCOM-Einstellungen.....	50
<b>10</b>	<b>Der erste Hardware-Test »Es blinkt« .....</b>	<b>53</b>
10.1	Was haben wir getan? .....	58
<b>11</b>	<b>Grundlagen des Programmierens.....</b>	<b>59</b>
11.1	Bits und Bytes .....	59
11.2	Grundsätzlicher Aufbau eines Programms.....	60
11.3	Sequenzieller Programmablauf.....	60
11.4	Interrupt-gesteuerter Programmablauf.....	61
<b>12</b>	<b>BASCOM-AVR Basic – Programmierkurs.....</b>	<b>63</b>
12.1	Der Aufbau eines BASCOM-Programms .....	63
12.2	Testaufbau mit MAX232.....	63
12.3	Testaufbau mit FTDI FT232RL .....	66
12.4	Test der seriellen Ausgabe.....	67
12.5	Der Simulator.....	69
12.6	Die Hardware-Simulation .....	71
12.7	Kommentare im Quelltext .....	72
12.8	Datentypen und Variablen .....	72
12.9	Lokale und globale Variablen.....	73
12.10	Variablen-Zuweisung .....	73
12.11	Arrays .....	74
12.12	Operatoren .....	75
12.13	Kontrollstrukturen.....	75
12.13.1	If Then – End if.....	75
12.13.2	If Then – Else – End if .....	76
12.13.3	If und Elseif.....	77

12.13.4	Select Case .....	78
12.14	Schleifen .....	79
12.14.1	For Next .....	79
12.14.2	Do Loop und Do Until .....	80
12.14.3	While Wend .....	82
12.15	Funktionen, Prozeduren und Labels .....	82
12.15.1	Subroutinen .....	83
12.15.2	Funktionen .....	84
12.15.3	Gosub .....	85
12.15.4	Goto .....	85
12.15.5	On .....	86
12.16	String und String-Bearbeitung .....	87
12.16.1	Strings .....	87
12.16.2	Ucase .....	88
12.16.3	Lcase .....	88
12.16.4	Bin .....	88
12.16.5	Hex .....	89
12.16.6	Hexval .....	89
12.16.7	Val .....	90
12.16.8	Str .....	90
12.16.9	String .....	90
12.16.10	Space .....	91
12.16.11	Fusing .....	91
12.16.12	Format .....	91
12.16.13	Len .....	92
12.16.14	Instr .....	93
12.16.15	Mid .....	93
12.16.16	Split .....	94
12.16.17	Left .....	94
12.16.18	Right .....	95
12.16.19	Ltrim .....	95
12.16.20	Rtrim .....	96
12.16.21	Trim .....	96
<b>13</b>	<b>Input/Output-Konfiguration und Port-Setzen .....</b>	<b>97</b>
<b>14</b>	<b>Timer als Timer verwenden .....</b>	<b>105</b>
<b>15</b>	<b>Timer als Counter verwenden .....</b>	<b>111</b>
<b>16</b>	<b>Der Analog-Digital-Wandler (ADC) .....</b>	<b>113</b>
16.1	Verwendung des ADC .....	116

<b>17</b>	<b>Externe Interrupts.....</b>	<b>119</b>
<b>18</b>	<b>Die UART-Schnittstelle.....</b>	<b>123</b>
18.1	Ein- und Ausgeben von Daten (Input, Inkey, Print) .....	125
18.2	Software-UART .....	127
<b>19</b>	<b>Sleep Modes.....</b>	<b>129</b>
<b>20</b>	<b>Weitere Experimente und praktische Anwendungen.....</b>	<b>133</b>
20.1	Taster entprellen.....	133
20.2	Einschaltverzögerung .....	136
20.3	Ausschaltverzögerung .....	138
20.4	LEDs an den Pins des Mikrocontrollers .....	139
20.5	Größere Verbraucher mit Transistoren schalten .....	142
20.6	Tonerzeugung mit dem Befehl <i>Sound</i> .....	144
20.7	Töne über den 8-Bit-Timer0 erzeugen.....	146
20.8	Morsecode-Generator .....	148
20.9	Impulszähler mit dem 8-Bit-Timer0 .....	151
20.10	Impulslängenmessung .....	153
20.11	PWM (Pulse Width Modulation).....	154
20.12	DAC mit PWM-Ports.....	158
20.13	Transistor-LED-Dimmer .....	161
20.14	LED-Dimmer mit dem 8-Bit-Timer0 .....	162
20.15	Softer Blinker.....	163
20.16	Zufallszahlen mit BASCOM .....	165
20.17	Überwachung des Personalausgangs.....	167
20.18	RTC (Real Time Clock).....	170
20.19	Lüftersteuerung .....	172
20.20	Dämmerungsschalter.....	175
20.21	Alarmanlage .....	178
20.22	Digitales Codeschloss.....	180
20.23	Kapazitätsmesser mit Autorange .....	184
20.24	Potenzimeter professionell auslesen .....	186
20.25	State Machine .....	188
20.26	6-Kanal-Voltmeter.....	190
20.27	Spannungs-Plotter selbst programmiert.....	193
20.28	StampPlot – der Profi-Datenlogger zum Nulltarif .....	195
20.29	Steuern über VB.NET.....	199
20.30	Leuchtdiodentester.....	201
20.31	GPS-Mäuse auslesen .....	202
20.32	Temperaturschalter.....	210
20.33	Temperaturmessung mit dem LM335.....	212
20.34	MIN/MAX-Thermometer .....	215
20.35	Temperatur-Logger.....	217

20.36	LCDs und ihre Verwendung .....	223
20.36.1	LC-Display – Grundlagen.....	224
20.36.2	Polarisation von Displays.....	224
20.36.3	Statische Ansteuerung, Multiplexbetrieb .....	225
20.36.4	Blickwinkel 6 Uhr/12 Uhr.....	225
20.36.5	Reflektiv, transfektiv, transmissiv .....	226
20.36.6	Der Controller des LC-Displays .....	226
20.36.7	Display vom Displaycontroller ansteuern .....	227
20.36.8	Kontrasteinstellung des Displays .....	228
20.36.9	Der Befehlssatz der HD44780- und KS0066- Controller und kompatibler Typen .....	230
20.36.10	Der Zeichensatz .....	231
20.36.11	Pin-Belegung der gängigen LCDs.....	232
20.36.12	So wird das Display mit dem Mikrocontroller angesteuert .....	234
20.36.13	Initialisierung der Displays .....	235
20.36.14	Der Anschluss am Mikrocontroller.....	237
20.36.15	Der erste Test mit BASCOM .....	238
20.36.16	Die LCD-Routinen von BASCOM.....	239
20.36.17	Eigene Zeichen mit BASCOM erstellen .....	244
20.37	Der I <sup>2</sup> C-Bus .....	249
20.38	LCDs über den I <sup>2</sup> C-Bus verbinden.....	252
20.39	I <sup>2</sup> C-Temperatursensor LM75 .....	254
20.40	Temperatursensor DS1621 .....	256
20.41	I <sup>2</sup> C-Portexpander mit PCF8574 .....	258
20.42	Ultraschallsensoren zur Entfernungsbestimmung .....	261
20.42.1	Der SRF02-Ultraschallsensor.....	261
20.42.2	Auslesen der Entfernungsdaten .....	262
20.42.3	Die I <sup>2</sup> C-Adresse des SRF02 ändern .....	265
20.42.4	Ultraschallsensor SRF08 .....	266
20.43	Servos .....	267
20.44	Schrittmotoransteuerung .....	271
20.45	Impulsgeber mit der Lichtschranke CNY70 .....	278
20.46	Impulsgeber mit Reflexlichtschranke SFH-9102 .....	280
20.47	Ein GPS-Navigationssystem für Roboter .....	284
20.47.1	ATmega32 als Navigator .....	285
20.47.2	Motoransteuerung .....	286
20.47.3	Track-Points programmieren .....	288
20.48	Mikrokontrollergesteuerter Rasenmäroboter .....	290
20.48.1	Das Chassis .....	293
20.48.2	Das Mähwerk.....	295
20.48.3	Sensoren .....	298
20.48.4	Der elektronische Gartenzaun .....	299
20.49	RC5-4-Kanal-Relaiskarte .....	304

20.49.1	Wie funktioniert die IR-Fernbedienung?.....	304
20.49.2	Der Aufbau des RC5-Codes .....	305
20.49.3	So werden die einzelnen Bits übertragen .....	306
20.49.4	RC5-Code mit BASCOM einlesen .....	309
20.49.5	Verwirklichung der IR-Relaisplatine.....	310
20.50	Telemetriesystem für eine Modellflugdrohne .....	313
	Schlusswort .....	324
<b>A</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>327</b>
A.1	Schaltzeichen .....	327
A.2	Escape-Sequenzen .....	328
A.2.1	Terminal-Ausgaben.....	328
A.2.2	Terminal-Befehle .....	328
A.3	ASCII-Tabelle .....	329
A.4	Reservierte Worte in BASCOM .....	333
A.5	Bezugsquellen.....	335
A.6	Links.....	336