

# Inhalt

<b>Einleitung</b>	<b>7</b>
Wie ich das Buch aufgebaut habe	8
Fehlersuche	8
Meine Webseite	9
Danksagung	9
<b>I. Digitaltechnische Grundlagen</b>	<b>11</b>
Die Logik-Gatter	12
Flipflops	21
Auf in die Praxis: Reale Gatter	28
<b>II. Einstieg in FPGA</b>	<b>31</b>
Der Workflow	40
Die Hardware Description Language	42
<b>III. VHDL-Grundlagen</b>	<b>51</b>
Die Strukturelemente von VHDL	51
Variablen und Signale	58
<b>IV. Das MAX1000-Board</b>	<b>61</b>
Das Max1000-Discoveryboard	66
<b>V. Die Software-Werkzeugkette</b>	<b>69</b>
Die Installation von VHDPlus	69
Die VHDPlus-Entwicklungsumgebung	79
Links zu VHDPlus	86
<b>FPGA-Projekte</b>	<b>87</b>
<b>1. Ansteuerung von LEDs</b>	<b>89</b>
Die LED-Pins am FPGA	90
<b>2. Abfrage eines Tasters</b>	<b>103</b>
Das Testen der Hardware	108

<b>3. Schon wieder die LEDs</b>	<b>115</b>
Mit einem Array mehrere Signale ansprechen	115
Die Ansteuerung mehrerer LEDs	124
<b>4. Eine Addierschaltung</b>	<b>129</b>
Der Halbaddierer	129
Der Volladdierer	140
Ein 4-Bit-Volladdierer	157
<b>5. Die Simulation</b>	<b>165</b>
Die Simulation des Halbaddierers	165
Die Simulation des Volladdierers	179
<b>6. Blinkende LEDs</b>	<b>181</b>
Was ist ein Prozess?	181
Ein Lauflicht	186
<b>7. Variablen und Signale</b>	<b>203</b>
Variablen	203
Signale	204
<b>8. Flipflops</b>	<b>211</b>
Ein RS-Flipflop	211
Ein D-Flipflop	216
<b>9. Zähler</b>	<b>241</b>
Ein Logisim-Decoder-Experiment	245
Ein Universalzähler	255
<b>10. Ansteuerung einer Siebensegmentanzeige</b>	<b>259</b>
Die Ansteuerungsvarianten	260
Das Multiplexing	262
Exkurs Transistor	264
Eine mehrstellige Anzeige	275
Der Impulszähler	284
<b>11. Eine Statemachine</b>	<b>291</b>
Eine Ampelsteuerung	291

<b>12. Pulsweiten-Modulation</b>	<b>301</b>
Ein fester PWM-Wert	304
<b>13. Einen Servo-Motor steuern</b>	<b>321</b>
<b>14. Digitale Logik: Schaltungssynthese</b>	<b>329</b>
Die Wertetabelle	329
Minterme und Maxterme	330
Essenzielle digitale Rechenregeln	343
<b>15. Multiplexer</b>	<b>351</b>
4-1-MUX (1-Bit)	351
4-1-MUX (4-Bit)	359
Demultiplexer	363
<b>16. Werte vergleichen</b>	<b>369</b>
Der 1-Bit-Komparator	369
Der 2-Bit-Komparator	371
<b>17. Negative Zahlen</b>	<b>381</b>
Experimente mit negativen Werten	389
Die Konvertierung und das Casting von Datentypen	391
<b>18. Eine LED-Matrix</b>	<b>393</b>
Die LED-Punkt-Matrix	393
<b>19. Analoge Eingänge</b>	<b>403</b>
Der Spannungsteiler	404
Ein lichtempfindlicher Widerstand	414
<b>20. VHDP</b>	<b>419</b>
VHDP-Grundlagen	421
Ein VHDP-Projekt anlegen	423
Ein VHDP-Projekt in VHDL konvertieren	424
<b>21. Der I<sup>2</sup>C-Bus</b>	<b>425</b>
I <sup>2</sup> C-Basics	425
Der Port-Expander MCP23017	427
Die Transaktionen für den I <sup>2</sup> C-Bus	432

22. Arduino auf dem FPGA	443
NIOS II	444
Ein Blink-Sketch	454
23. Serielle Kommunikation	457
Das LED-Projekt	459
Auf Texteingabe reagieren	467
Stichwortverzeichnis	473