

2 Struktur und Verwendung dieses Buchs

»FPGAs für Maker« ist so angelegt, dass man es von vorne bis hinten durcharbeiten kann, aber nicht muss. Wer sich mit der Materie noch gar nicht auskennt, fängt am besten wirklich ganz vorne an und arbeitet die Teile »Einführung« und »Einfache Schaltungen« systematisch durch. Wer schon Vorwissen und Vorerfahrung mitbringt, kann an beliebiger Stelle quer einsteigen und sich gleich mit fortgeschritteneren Dingen befassen.

Kapitel 3 »FPGA-Grundlagen« beginnt mit grundlegenden Dingen über Aufbau und Funktionsweise von FPGAs. Es wird eine Einführung in den Workflow zur Entwicklung mit FPGAs inklusive Simulation gegeben und die Hardwarebeschreibungssprache VHDL wird in ihren Grundzügen erläutert. Bemerkungen zu der notwendigen Ausstattung runden dieses Kapitel ab.

In dem folgenden Kapitel 4 »Los geht's – das erste FPGA-Projekt« wird der Leser an die Hand genommen und Schritt für Schritt anhand eines ganz simplen Beispiels durch den FPGA-Entwicklungsprozess geführt. Als FPGA-Entwicklungswerkzeug wird dabei »Vivado« (die kostenlose Web-Edition) von der Firma Xilinx verwendet, als FPGA-Board meistens »Arty« des Herstellers »Digilent Inc.«. Das Vorgehen wird so erläutert, dass es auch auf andere Werkzeugketten und FPGA-Boards übertragbar ist. Weitere für Maker geeignete (= in einer kostenlosen Version verfügbare) FPGA-Entwicklungswerkzeuge werden im Anhang vorgestellt; dort wird der Basis-Workflow anhand eines standardisierten Beispiels in Verbindung mit einem passend gewählten FPGA-Board für jedes dieser Werkzeuge demonstriert:

- Altera: »Quartus Prime Lite Edition«
- Lattice: »Diamond«
- Microsemi: »Libero SoC«
- Xilinx: »ISE« (zur Unterstützung von Designs für die ältere »Spartan-6«-FPGA-Familie)

Am Ende von Kapitel 4 sollte jeder Leser ein einfaches Beispiel mit kombinatorischer Logik auf seinem Board erfolgreich umgesetzt haben.

In Kapitel 5 »Hello World – es blinkt« werden getaktete Digitalsysteme eingeführt. Es wird am Beispiel erklärt, wie solche Systeme in VHDL beschrieben werden. Die für die Welt der eingebetteten Systeme so typische Demo »Blinkende Leuchtdiode« dient als anschauliches Beispiel und Ausgangspunkt für Verfeinerungen.

In Kapitel 6 »VHDL-Intermezzo« wird die Hardwarebeschreibungssprache VHDL ein wenig intensiver beleuchtet. Es werden bereits in vorherigen Kapiteln vorgestellte Merkmale rekapituliert und neue Sprachelemente eingeführt. Eine wichtige Rolle spielt dabei die Behandlung von parallelen und sequentiellen Abläufen, deren Besonderheiten zu Anfang nicht ganz leicht zu fassen sind. Auch auf Datentypen wird eingegangen, als stark typisierte Sprache macht es VHDL dem Anfänger mit diesem Thema nicht immer ganz leicht.

Besonders wichtig ist die Grundstruktur für synchrone Digitalsysteme, die ausführlich erläutert wird. Mit Hilfe dieser Struktur ist es möglich, auch kompliziertere Schaltungen so zu beschreiben, dass sie gut funktionieren und die Beschreibung trotzdem übersichtlich bleibt. Das Kapitel wird mit einfachen Beispielen abgeschlossen, welche diese Grundstruktur verwenden und zum Ausprobieren einladen.

In Kapitel 7 »Bausteine und Entwurfsmuster« werden weitere Elemente für gutes FPGA-Design vermittelt. Hier geht es um Themen wie Clock-Generierung, Entprellung und Zustandsautomaten. Es sind Beispiele in VHDL enthalten, die leicht nachvollziehbar sind.

Die beiden folgenden Kapitel 8 »Siebensegmentanzeigen« und 9 »Spielereien mit Leuchtdioden« enthalten Anwendungsbeispiele, die mit überschaubarem Aufwand nachvollzogen werden können. Die Beispiele sind so aufgebaut, dass immer neue Aspekte dazukommen und sich somit das Know-how des Lesers immer weiter entwickeln kann. Der Fokus wurde bewusst auf »optische Effekte« gelegt, weil diese Anwendungen ohne aufwendige Peripherielemente auskommen und mit dem Auge beurteilt werden können. Es werden hier auch Zustandsautomaten verwendet, um einfache User-Interfaces zu realisieren. Als Eingabegeräte werden lediglich Schalter und Taster verwendet.

In dem folgenden Teil »Weiterführendes und Projekte« folgen zunächst kurze Hinweise, die beim selbstständigen Entwickeln eigener Anwendungen helfen sollen.

Die beiden folgenden Kapitel enthalten komplexere Projekte, welche sowohl zum Nachbau geeignet sind als auch als Anregung für weitere Projekte dienen sollen.

Den Abschluss ein Kapitel zu der Hardwarebeschreibungssprache Verilog. Dabei ist das Ziel, gerade so viel zu dieser Sprache zu vermitteln, dass in Verilog geschriebene Schaltungsbeschreibungen in eigene VHDL-Projekte eingebunden werden können.

Neben den schon erwähnten Beschreibungen diverser FPGA-Entwicklungsumgebungen und enthält der Anhang einen kurzen Vergleich dieser Toolketten, eine VHDL-Kurzübersicht sowie Kurzbeschreibungen einiger FPGA-Boards, die zur Realisierung der in diesem Buch vorgestellten Schaltungen verwendet werden können.

Auch wenn dieses Buch viele Details enthält – es ist vollkommen unmöglich, hier alle Features, Einstellmöglichkeiten usw. auch nur einer FPGA-Werkzeugkette zu erläutern. Die für den Anwender gedachte Dokumentation eines solchen Werkzeugs mit UserManuals, den wichtigsten Application Notes etc. umfasst viele Hundert bis mehrere Tausend Seiten, je nachdem, wie wissbegierig man ist und mit welchem Werkzeug man arbeitet. Für VHDL gilt das Gleiche. Viele Dinge werden erwähnt, aber längst nicht alles. Wer ambitioniert ist und sich intensiver mit FPGAs und ihren überaus spannenden Möglichkeiten und Anwendungen befasst, wird weitere Literatur hinzuziehen, auch technische Informationen, die sich speziell auf das verwendete FPGA beziehen. Unterlagen zu den Tools und den FPGAs sind auf den Webseiten der FPGA-Hersteller im pdf-Format verfügbar. Zu VHDL findet man im Web auch viele Beiträge unterschiedlicher Qualität. Außerdem enthält das Literaturverzeichnis am Ende des Buchs Verweise auf Bücher zu diesem Thema [1], [2], [4], [5], [6], [7], [8], [10], [11], [12], [13].

Weiterhin finden sich im Web Beschreibungen von FPGA-Projekten, oft auch mit Quellcode. Diese können als Anregung für eigene Projekte dienen.

Zu diesem Buch existiert eine Projektseite, dort ist auch der Quellcode der abgedruckten Beispiele in elektronischer Form verfügbar:

www.dpunkt.de/fpga.

Noch ein Hinweis zu dem Quellcode: Die meisten Kommentare sind in Englisch gehalten, weil das zu VHDL nach Meinung des Autors am besten passt. Alle Beispiele wurden getestet, trotzdem liegt es natürlich in der Verantwortung eines jeden Lesers dafür zu sorgen, dass keine Schäden an FPGA-Boards etc. entstehen.

Und nun viel Spaß beim Lesen, Lernen und Tüfteln mit FPGAs!