

To Debug or not to bug?  
Das ist die Frage!

## Tests innerhalb FPGAs mit virtuellen Messinstrumenten

Mal Hand aufs Herz: Wann haben Sie zum letzten Mal Ihr FPGA-Design vollständig simuliert bevor Sie die gewünschte Funktion auf Ihrer Zielhardware nachgewiesen haben? Keine Zeit? Keine Lust? Sie müssen sowieso Ihr Board durchmessen? Dieser Artikel beschäftigt sich u. a. mit einem alternativen Konzept des Testens von FPGA-Designs dort, wo es weh tut: Innerhalb des FPGAs mit Hilfe von virtuellen Messinstrumenten.

Altium liefert mit seinem Innovation-Station-Konzept sowohl eine komplette Software-Plattform (Altium Designer) als auch eine Hardware-Plattform (Nanoboard). Somit stehen dem Entwickler Tools und Hardware für einen schnellen Prototypen seines nächsten System-on-FPGA zur Verfügung. Der Ansatz dahinter ist insofern vereinheitlicht, als dass unter einer grafischen Oberfläche sämtliche Tools zur Verfügung stehen, die für das Design benötigt werden. Altium Designer vereinheitlicht eben nicht nur Schaltplaneingabe und Leiterplattenlayout. Der Designer kann hiermit auch ein komplettes (und komplexes) FPGA-System inklusive Soft-CPU und der Embedded-Software-Umgebung erstellen – und das ohne HDL-Kenntnisse und sogar mit einer C-to-Hardware-Umsetzung. Alle Funktionen innerhalb des Altium Designers basieren auf einer einzigen Datenbasis, egal welchen Teilabschnitt man gerade bearbeitet. Diese Integration hat bemerkenswerte Vorteile: Der Designer setzt z. B. innerhalb seines Software-Debuggers einen Breakpoint, wenn eine LED angehen soll. Er kann, wie gewohnt,



Bild 1: Virtuelle Messinstrumente

im Debugger nachschauen, was mit seinen Registern passiert. Aber er kann die Änderungen auch in seinem FPGA-Design sehen, wenn er ein virtuelles Instrument benutzt. Ebenso wird im Schaltplan die betroffene Leitung hervorgehoben. Im Layout kann man im 3D-Modus die LED blinken sehen. Warum? Eine einheitliche Datenbasis! Wäre es nicht schön, wenn man jetzt auch noch das Design auf einer universellen Hardware-Plattform testen könnte, die perfekt mit der eigenen Software zusammenspielt?

### Alles Nano oder was?

Wenn in diesem Artikel behauptet wird, dass der Entwickler mit Altium Designer alles zum Design seines Prototypen bekommt, dann nur, weil neben der Software-Plattform eben auch eine Hardware-Plattform zur Verfügung steht: Das Nanoboard. Jetzt mag man denken: Na ja, ein Demoboard mehr und

Nanotechnologie liefern normalerweise nur ‚kleine‘ Lösungen. Aber: Das dahinter stehende Konzept bietet weit mehr. Die modulare Entwicklungsplattform besteht aus einer Basiseinheit, unterschiedlichen, austauschbaren Peripherieboards und FPGA-Aufsteckmodulen. Zusammen bietet diese Konstellation alle benötigten Komponenten für z. B. Audio- und Video- Applikationen. Speichermodule, wie z. B. CF, SD und ATA, stehen zur Verfügung sowie Interfaces für z. B. Ethernet, USB und CAN. Weitere Module werden folgen um die Zukunftssicherheit zu gewährleisten. Auf der Basiseinheit ist ein Controller zur Kommunikation mit Altium Designer und ein TFT-Touchpanel integriert. Mit diesem Konzept lassen sich komplexe Funktionen, wie z. B. Bildwandlung inklusive -bearbeitung und -darstellung auf dem TFT in kürzester Zeit und sehr intuitiv erstellen. Altium Designer geht sogar noch zwei Schritte weiter: Alle benötigten IPs sind bereits integriert und die benötigte Software vom Treiber bis zur Transport-Ebene (z. B. ein TCP/IP Stack) wird mit Hilfe des Software Platform Builders (SPB) nebenbei erstellt. Die Software-Entwicklung beginnt erst auf der Applikationsebene.

### Die richtige Wahl

Und was macht der Entwickler, wenn sein Design fertig ist aber der Einkauf gerne ein

#### AUTOR



Jörg Kaleita ist Technical Account Manager EMEA bei Altium Europe GmbH

FPGA von einem anderen Anbieter verwenden möchte? Im ungünstigsten Fall gibt es hier ein Problem für den Entwickler, im günstigsten wechselt er einfach das Aufsteckmodul seines Nanoboards mit dem entsprechenden FPGA. Vielleicht gibt es aber ja auch technische Gründe, sich für den einen oder anderen Anbieter zu entscheiden. Wie hoch ist denn der Stromverbrauch im Vergleich, oder welche Performance erreiche ich?

Apropos Performance: Altium Designer wird im direkten Vergleich zu den Hersteller-Tools nicht zwingend ein so hochperformantes System generieren, obwohl genau diese Tools im Batch-Mode unter der Altium Designer-Oberfläche verwendet werden. Sollte trotzdem eine Optimierung des Designs notwendig sein, so stehen entsprechende Tools und Methoden, wie von den FPGA-Herstellern geliefert, zur Verfügung.

Ein möglichst optimiertes System zu generieren ist aber auch nicht die Idee, die hinter der Innovation Station steht. Hier wird stattdessen eine komplette, einfach zu bedienende und hochintegrierte Lösung geliefert. Pin Swapping inklusive Abgleich des FPGA-Designs, PCB und Schematic wird z. B. mit diesem Konzept zur wahren Freude. Wie viel IOs bieten moderne FPGAs doch gleich noch?

### Virtuelle Messinstrumente

Im Verlauf dieses Artikels wurden bereits einige Vorteile der Innovation Station herausgearbeitet. Eine besondere Fähigkeit, als Teil des Gesamtkonzeptes, soll an dieser Stelle detailliert erläutert werden: Die virtuellen Messinstrumente. Der traditionelle Ansatz der Design-Verifikation beruht auf der Annahme, dass ein FPGA-Design vor der Programmierung in das FPGA möglichst vollständig simuliert wird. Dies ist sicherlich ein sinnvoller Ansatz, aber oft auch praxisfern. Häufig muss trotzdem noch auf der Zielhardware getestet werden. Warum also nicht gleich auf meiner Zielplattform in Betrieb

nehmen? Ein Grund, der dagegen spricht, ist die zunehmende Integration der benutzten Komponenten mit immer kompakteren Gehäusen. Einen 16 Bit-breiten Bus zu messen, kann schon eine schlichtweg unlösbare Aufgabe sein, wenn dieser zwischen zwei Bausteinen im BGA-Gehäuse installiert worden ist. Mal ganz abgesehen von der Tatsache, das entsprechende Messinstrumente auch entsprechend viel Geld kosten. Selbst, wenn man an die Signale herankommt: Was macht man, wenn Funktionen

verifiziert werden sollen, die nur innerhalb des FPGAs zur Verfügung stehen? Man kann diese Signale sicherlich nach außen führen. Hierzu werden freie IOs benötigt und man muss definitiv einen neuen Place&Route des FPGAs durchführen. Wäre es nicht schön, wenn man diese Signale intern messen könnte? Ohne Tastköpfe, ja sogar ganz ohne Messinstrumente? Genau hier greifen die virtuellen Messinstrumente in Altium Designer. **Bild 1** zeigt einige virtuelle Messinstrumente. ►

Neben einigen FPGA-Bibliotheken mit 'einfachen' Funktionen, wie Zählern, Akkumulatoren, Flipflops und Speicherblöcken gibt es auch komplexe IPs wie CAN, USB und Ethernet. Aber es gibt auch eine Bibliothek mit dem Namen FPGA Instrumente. Diese Bibliothek enthält Elemente wie z. B. Taktgeneratoren, Crosspoint-Switches, digitale IOs und Logikanalysatoren. Sie werden genauso verdrahtet, wie jedes andere Bibliothekselement in Altium Designer. Elektrisch verbunden werden diese Elemente über ein Soft-JTAG Interface, das ebenfalls in dem FPGA programmiert wird. Zuerst wird in diesem Fall also das FPGA programmiert. Dann stehen über die im FPGA nachgebildete JTAG-Verbindung die virtuellen Messinstrumente zur Inbetriebnahme des zu untersuchenden Designs zur Verfügung. Im Endeffekt ist also das virtuelle Messinstrument eine IP, die im FPGA realisiert wird. Das Nanoboard stellt mit entsprechend großen FPGAs die benötigten Ressourcen zur Verfügung. **Bild 2** zeigt einen Schaltplan mit den drei zur Bild 1 gehörenden virtuellen Messinstrumenten.

Bei diesem Konzept kommen noch andere Vorteile zum tragen. Nehmen wir zum Beispiel einen einfachen Zähler, der LEDs ansteuert. Natürlich sieht man die LEDs nicht mehr blinken, wenn dieser mit 20 MHz betrieben wird. Zumindest der Autor vermag dies nicht. Bei Verwendung eines Taktgenerators kann der Entwickler mit einem Knopfdruck in Echtzeit die Zeitbasis seines FPGAs teilweise auf z. B. 20 Hz ändern, ohne das was am Design geändert werden muss, so dass er seine LED zählen kann. Eine Spielerei? Stellen Sie sich einfach vor, wie viel Berechnungen ein Simulationstool vornehmen muss, wenn dessen Zeitbasis 1 Piko-

sekunde ist, der Designer aber eine ganze Sekunde simulieren muss. Obiger 16-Bit-Bus kann mit einem Logikanalysator auf verschiedensten Triggerbedingungen auf korrekte Funktion überprüft werden, ohne ein neues Place&Route und ohne einen einzigen Tastkopf. Man kann also getrost auf einen 32-Bit-Bus umsteigen. **Bild 3** zeigt den Logikanalysator.

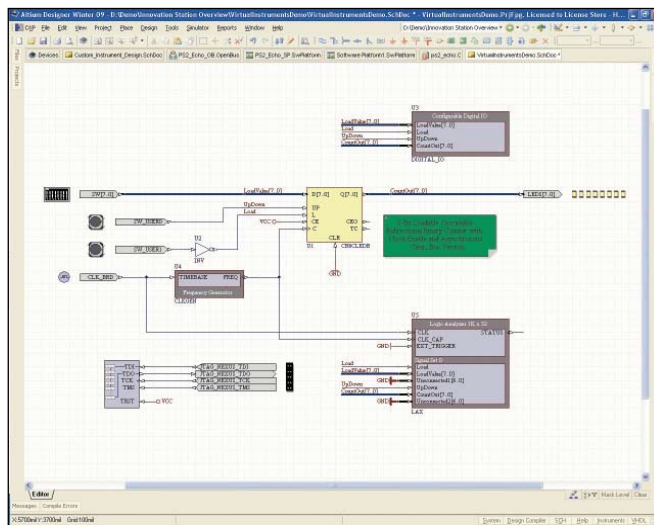


Bild 2: Beschaltung der virtuellen Messinstrumente



Bild 3: Logikanalysator

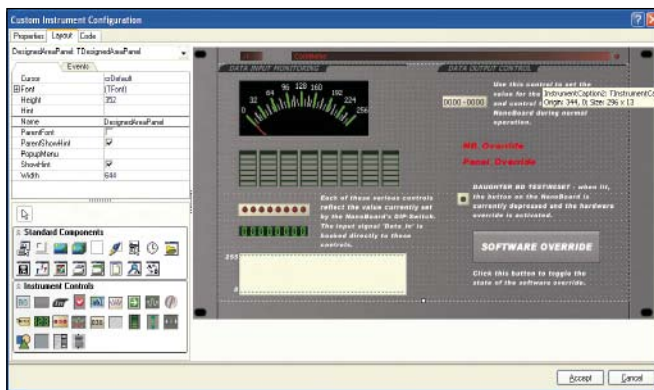


Bild 4: Konfiguration eines virtuellen Messinstruments

Die zur Verfügung stehenden Messinstrumente gehen ebenso noch zwei Schritte weiter. Man hat die Möglichkeit, sich seinen eigenen, ganz speziell auf die eigene Applikation abgestimmten Messinstrumente selber zusammenzustellen. Die einzelnen Elemente dieses speziellen virtuellen Messinstrumentes können per Drag and Drop aus einer Palette zusammengestellt werden um gewünschte Aktionen zu initialisieren. Z.B. kann auf einfache Weise über einen grafischen Drehschalter ein gewünschter Schwellwert zum Testen eingestellt werden. Auf Wunsch können diese Elemente sogar z. B. über Delphi Script oder JAVA mit komplexesten Funktionalitäten verknüpft werden. Darüber hinaus stellt Altium Designer ein separat und lizenzfrei ausführbares Dashboard zur Verfügung, mit dem z.B. ein Service-Techniker Zugriff auf die virtuellen Instrumente hat, ohne dass Altium Designer installiert sein muss. **Bild 4** zeigt ein konfigurierbares Messinstrument.

**Fazit**

Mit dem Konzept der virtuellen Messinstrumente könnte man sein FPGA funktionell testen, ohne dass ein einziger Tastkopf an ein BGA-Pin gehalten werden muss. Diese Messinstrumente sind sogar konfigurierbar und mit einem kostenlosen Dashboard auch für Servicetechniker ohne Altium Designer verfügbar. Man braucht dank

des Nanoboards nicht einmal zu warten, bis die Leiterplatte vom Bestücker zurück kommt um die gewünschte Funktion zu testen. (jjj)


**infoDIRECT** 504ei0209  
[▶ Link zu Altium](#)  
[www.elektronik-industrie.de](http://www.elektronik-industrie.de)