



## FPGAs – vielseitig einsetzbar

Field Programmable Gate Arrays (FPGAs) sind programmierbare logische Schaltungen. Bei der Programmierung werden im Wesentlichen Logikelemente und Speicherzellen vielfältig miteinander kombiniert und verschaltet. Ein Logikelement besteht dabei aus einer programmierbaren Wahrheitstabelle (Lookup-Table, LUT) mit 4-6 Eingängen, einem Ausgang und einem Flip-Flop (1-Bit-Register), so dass direkt einfachste logische Operationen (UND, ODER etc.) abgebildet werden können. Komplexe digitale Signalverarbeitungsalgorithmen, zum Beispiel FFTs oder sogar komplette eingebettete Mikrocontroller-Kerne, lassen sich durch die Verwendung von mehreren Logikelementen realisieren. Dabei erlaubt die Architektur der FPGAs echte Parallelverarbeitung, indem Hardware-Blöcke mehrfach eingefügt werden. Die Beschreibung von Hardware-Funktionen und ihre Verschaltung aus den Logikzellen des FPGAs erfolgt mit Hardware-Beschreibungssprachen wie VHDL. Hiermit lässt sich das FPGA-Verhalten textuell beschreiben, ohne dass der Aufbau des FPGAs bekannt sein muss. Die eigentliche Konfigura-

tion des FPGAs wird aus der VHDL-Beschreibung mit einem sogenannten Synthesewerkzeug des FPGA-Herstellers erzeugt.

## Grafische Programmierung – Aus dem Simulink®-Modell direkt aufs FPGA

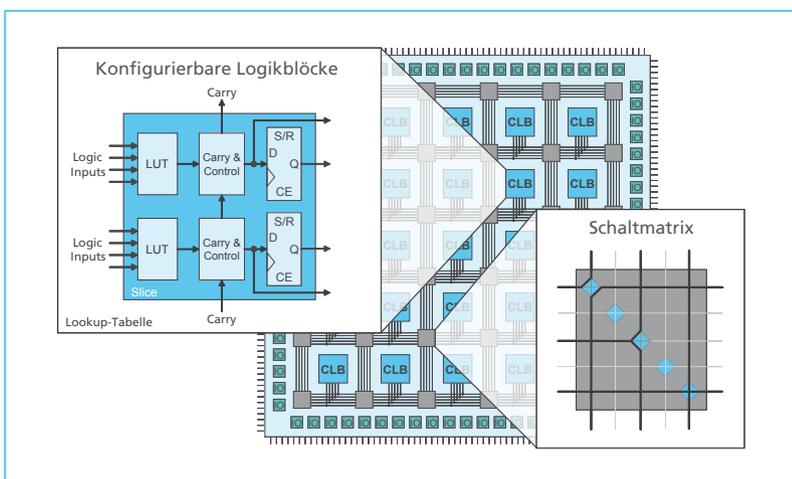
Der komfortabelste Weg ein FPGA zu konfigurieren, ist die grafische Modellierung, zum Beispiel mit Hilfe des Xilinx® System Generator (XSG), eines Simulink®-Blocksets zur Konfiguration von Xilinx-FPGAs. Der XSG beinhaltet neben einfachen logischen Elementen auch komplexe Blöcke wie Fourier-Transformationen oder FIR-Filter. Um das XSG-Modell mit den Schnittstellen des FPGAs zu verbinden, bietet dSPACE sowohl die Hardware (DS5203 FPGA Board) als auch die Software (RTI FPGA Programming Blockset). Das DS5203 FPGA Board enthält einen programmierbaren Virtex®-5 Xilinx-FPGA und vorkonfigurierte I/O-Treiberbausteine. Mit dem RTI FPGA Programming Blockset können sowohl die I/O-Treiberbausteine der I/O-Karte komfortabel angebunden als auch die Verbindung zu einer Prozessorkarte modelliert werden. Dadurch lassen sich Prozessorkarten

wie das DS1006 von dSPACE als zentrales Board zur Berechnung komplexer Modelle einfach und schnell an das FPGA anbinden. Somit fügt sich die FPGA-Programmierung nahtlos in die Simulink-Umgebung ein, die der Anwender bereits von der Arbeit mit den Prototyping- oder HIL-Systemen von dSPACE kennt. Beim Einsatz des FPGA-Boards können Synthese, Build-Prozess und Programmierung des FPGAs bzw. Prozessors direkt aus Simulink gestartet werden, so dass sich die Handhabung des FPGAs gewohnt komfortabel gestaltet.

## Weitere Anforderungen bei der Programmierung

Jede Funktion und jeder Modellblock wird durch die Synthese individuell auf dedizierte Hardware abgebildet und benötigt Platz auf dem FPGA. Da Fließpunkttypen extrem hohen Ressourcen-Bedarf haben, sind auf heutigen FPGAs nur Operatoren für Festpunkttypen sinnvoll einsetzbar. Um für die Bit-Breiten der verschiedenen Funktionen einen vernünftigen Kompromiss zwischen Genauigkeit und Platzbedarf zu erzielen, ist es sinnvoll, dass der Modellentwickler von einem FPGA-Experten unterstützt wird. Dieser hilft auch, wenn es darum geht, FPGA-spezifische Eigenheiten wie Signallaufzeiten und Timing der Schaltung zu optimieren. Eine Offline- bzw. Co-Simulation von Simulink-Modell und VHDL-Code unterstützt die Entwickler dabei, solche Probleme bereits vor der Implementierung auf dem eigentlichen FPGA zu identifizieren und zu beheben.

Soll eine Funktion auf einem FPGA implementiert werden, ist es wegen der beschriebenen Anforderungen daher wahrscheinlich, dass ein FPGA-Experte den für das Modell verantwortlichen Software-Entwickler unterstützt. Beide können entweder



*Field Programmable Gate Arrays (FPGAs) bestehen aus einer Vielzahl von Logikelementen, die flexibel miteinander verschaltbar sind. Auf diese Weise sind FPGAs für ein äußerst breites Anwendungsspektrum einsetzbar.*



## Steckbrief DS5203

Typ:	Per Simulink-Blockset frei programmierbares FPGA-Board
FPGA:	Xilinx Virtex-5 SX95, 100 MHz
I/O:	6 ADC-, 6 DAC- (14 Bit, 10 MSPS) und 16 digitale Kanäle, erweiterbar
Bus:	dSPACE PHS++

die schnelle und ressourcensparende Multiplikation zweier Signale. Für den Anschluss externer Sensoren und Aktoren bietet das DS5203 6 ADC-, 6 DAC- (14 Bit, 10 MSPS) und 16 digitale I/O-Kanäle. Bei Bedarf lässt sich die Anzahl der I/O-Kanäle durch ein Aufsteckmodul erweitern.

Die Anbindung an die Prozessorkarte erfolgt wie gewohnt über den PHS-Bus. Der 100-MHz-Takt des FPGAs erlaubt das Implementieren auch anspruchsvoller Aufgaben mit sehr kurzen Zykluszeiten. ■

## Fazit

Die Programmierung des DS5203 FPGA Boards mit dem RTI FPGA Programming Blockset und dem Xilinx System Generator bietet die Möglichkeit, gemeinsam aus Simulink heraus eine Prozessorapplikation und eine FPGA-Applikation einheitlich zu entwickeln. Dabei lässt sich ihr Zusammenspiel schon in der Offline-Simulation testen, bevor sie zusammen auf das Echtzeitsystem geladen werden. So ist der Anwender in der Lage, flexibel und schnell auf steigende Anforderungen zu reagieren, zum Beispiel bei der Signalvorverarbeitung, der Nutzung neuer Interfaces oder der Beschleunigung von Modellteilen.

*Eingeschränkte Verfügbarkeit außerhalb von Europa und Asien. Bitte fragen Sie uns.*

## Interview

mit Jürgen Klahold,  
Product Engineer Hardware-  
in-the-Loop Simulators,  
dSPACE GmbH



*Herr Klahold, bitte nennen Sie einige typische Anwendungen, für die das neue DS5203 FPGA Board von dSPACE geeignet ist.*  
Durch die Elektrifizierung des

Antriebsstranges nimmt der Einsatz hochdynamischer Elektroantriebe in Fahrzeugen immer weiter zu. Die Entwicklung der dazugehörigen Steuergeräte führt zu besonderen Herausforderungen sowohl beim Prototyping als auch beim HIL-Test. Dafür bietet das DS5203 die richtigen Lösungen. Aber auch bei erweiterten Signalanalysen, wie sie für moderne Klopfregelungen erforderlich sind, bietet das DS5203 neue Möglichkeiten.

*Welche Funktionen kann das DS5203 besonders beim Test dieser Anwendungen erfüllen?*

Die hohe Dynamik von E-Motoren verlangt nach einer Simulation mit sehr kurzer Zykluszeit. Sollen hierbei noch Effekte der Leistungsstufen mit berücksichtigt werden, müssen Zykluszeiten deutlich unter einer Mikrosekunde erreicht werden. Dies geht nur, wenn zumindest ein Teil des Streckenmodells – zum Beispiel das Wicklungsmodell – auf den FPGA ausgelagert wird.

*Bitte nennen Sie die besonderen Stärken und Vorzüge des Boards.*  
Das FPGA Board kann direkt von Simulink® aus programmiert werden. Somit bindet es sich nahtlos in die bereits bekannte Werkzeugkette ein. Es ist mit einem leistungsstarken FPGA ausgerüstet und verfügt über umfangreiche I/O-Schnittstellen direkt auf dem Board. Sollten die nicht ausreichen, können durch ein Aufsteckmodul weitere Schnittstellen ergänzt werden.

*Welcher Nutzen ergibt sich durch den Einsatz des Boards für die Anwender?*

Der Anwender hat die Möglichkeit, Applikationen zu erstellen, die direkt und nahezu latenzfrei auf die I/O des Boards zugreifen und somit die ganze Bandbreite der Signalwandler ausnutzen. Dadurch kann er Regelschleifen mit sehr kurzen Zykluszeiten schließen, aber auch neue Interfaces implementieren.

*Vielen Dank für das Gespräch, Herr Klahold.*