FPGA Systementwurf

Rosbeh Etemadi
Paderborn Center for Parallel Computing
Paderborn University

29. Mai 2007

PADERBORN
CENTER FOR
PARALLEL
COMPUTING

Übersicht

1. FPGAs
2. Entwicklungssprache VHDL
3. Matlab/Simulink
4. Entwicklungssprache Handel-C
5. Fazit

Übersicht FPGAs

1. FPGAs
   - Grundsächliche Betrachtung
   - Was kann realisiert werden
   - Struktureller Aufbau
   - Entwicklungsablauf
2. Entwicklungssprache VHDL
3. Matlab/Simulink
4. Entwicklungssprache Handel-C
5. Fazit

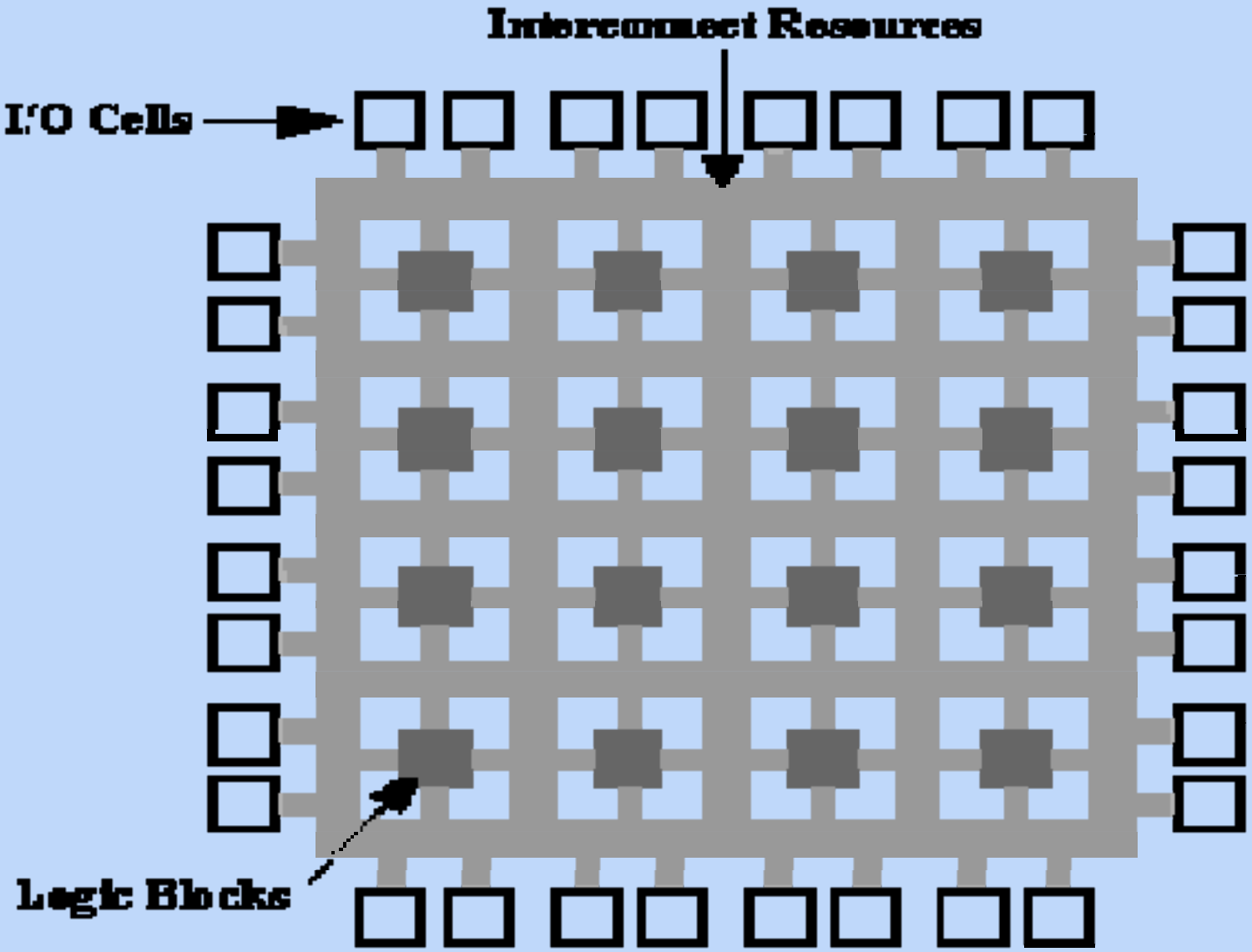
Was ist ein FPGA

- (**F**ield **P**rogrammable **G**ate **A**rray)
- Programmierbarer Halbleiterbaustein
- Programmierbare I/O-Blöcke z.B. für IN/OUT/Bidirektional
- Besitzen programmierbare logische Blöcke (CLB: Configurable Logic Block) und programmierbare Verbindungen zwischen diesen Blöcken
- CLB besteht aus look-up tables (LUTs)
- Werden programmiert durch setzten von Schaltern
- Unterscheidung von Schalter Technologien
  - In einmalig brennbare Schalter und (Anti-Fuse)
  - Re-programmierbare (SRAM)

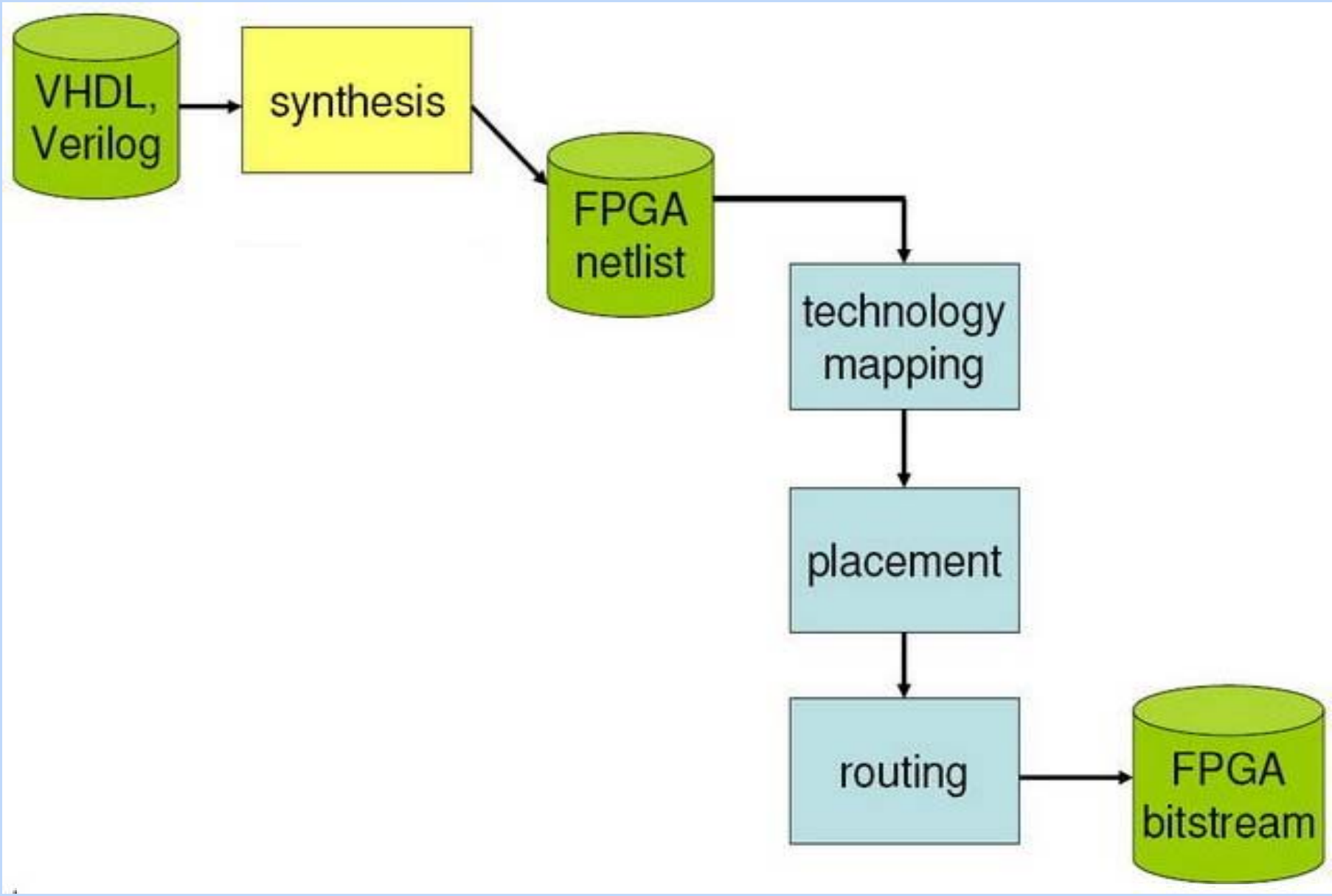
Was wird mit FPGAs realisieren

- logische Bausteine wie AND, OR, NOT, NOR und NAND
- Komplexe Logik wie Decoder/Encoder
- Mathematische Funktionen

Struktureller Aufbau eines FPGAs



Entwicklungsablauf eines FPGAs



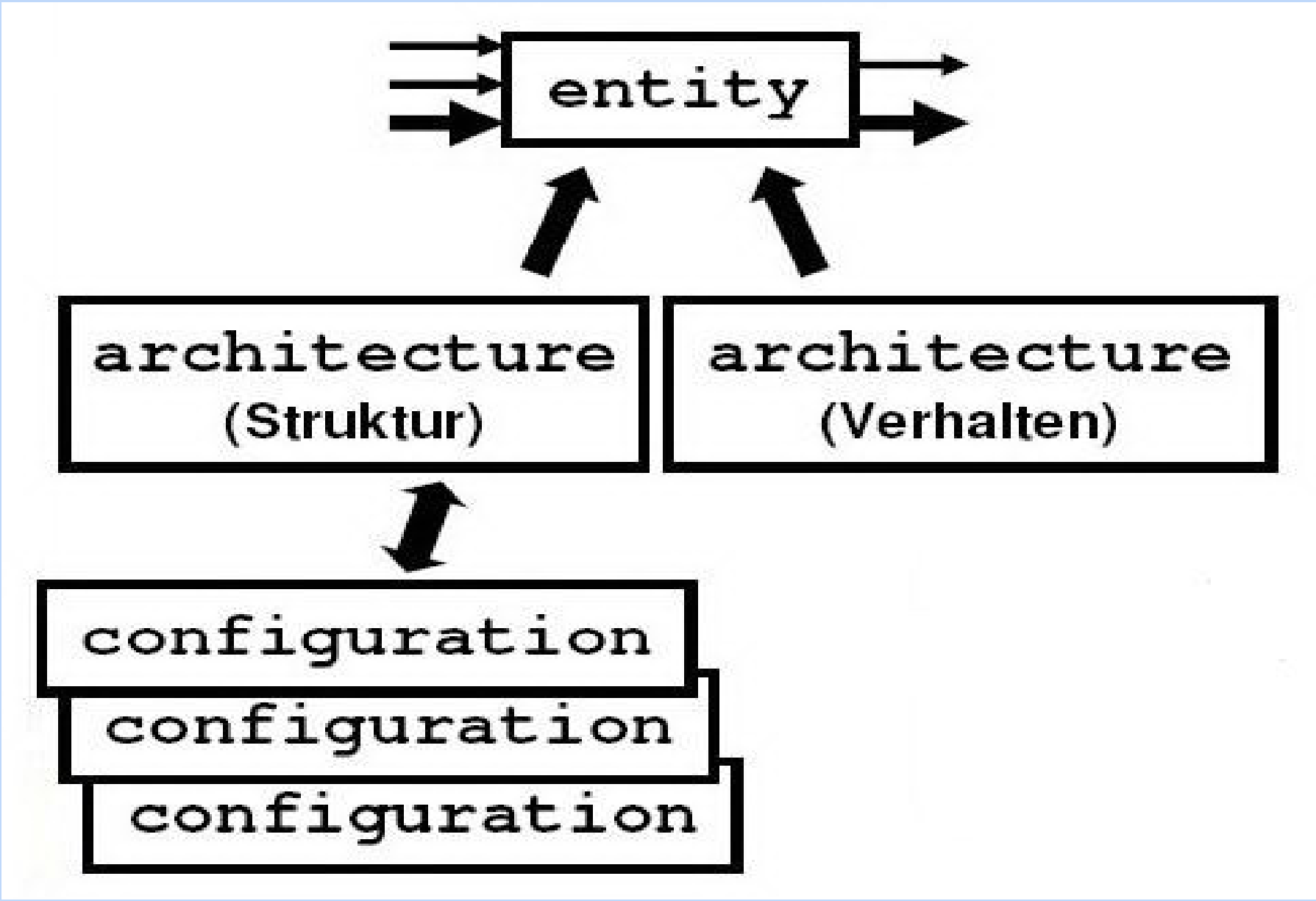
Übersicht - Entwicklungssprache VHDL

1. FPGAs
2. Entwicklungssprache VHDL
   - Grundlagen VHDL
   - VHDL Spezifikation
   - VHDL Beispielcode
   - Entwicklungsumgebung Xilinx ISE
   - Ablaufdiagram von FPGA-Synthese mit ISE
3. Matlab/Simulink
4. Entwicklungssprache Handel-C
5. Fazit

Grundlagen VHDL

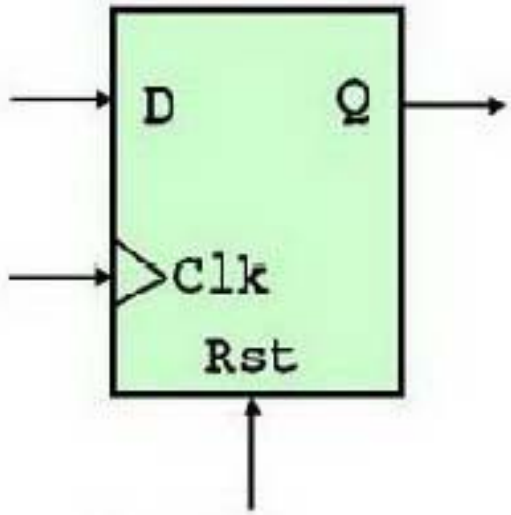
- Definition VHDL
  - Very High Speed Integrated Circuit Hardware Description Language
  - Ist eine Hardwarebeschreibungssprache
  - Oft verwendete Sprache (in Europa)
  - Wird benutzt um komplizierte digitale Systeme zu beschreiben
- Grundkonzepte von VHDL
  - Abstraktion von spezifischer Hardware
  - Hierarchisch / Modular
  - Bibliothek von einzelnen Modulen

Aufbau einer VHDL Spezifikation

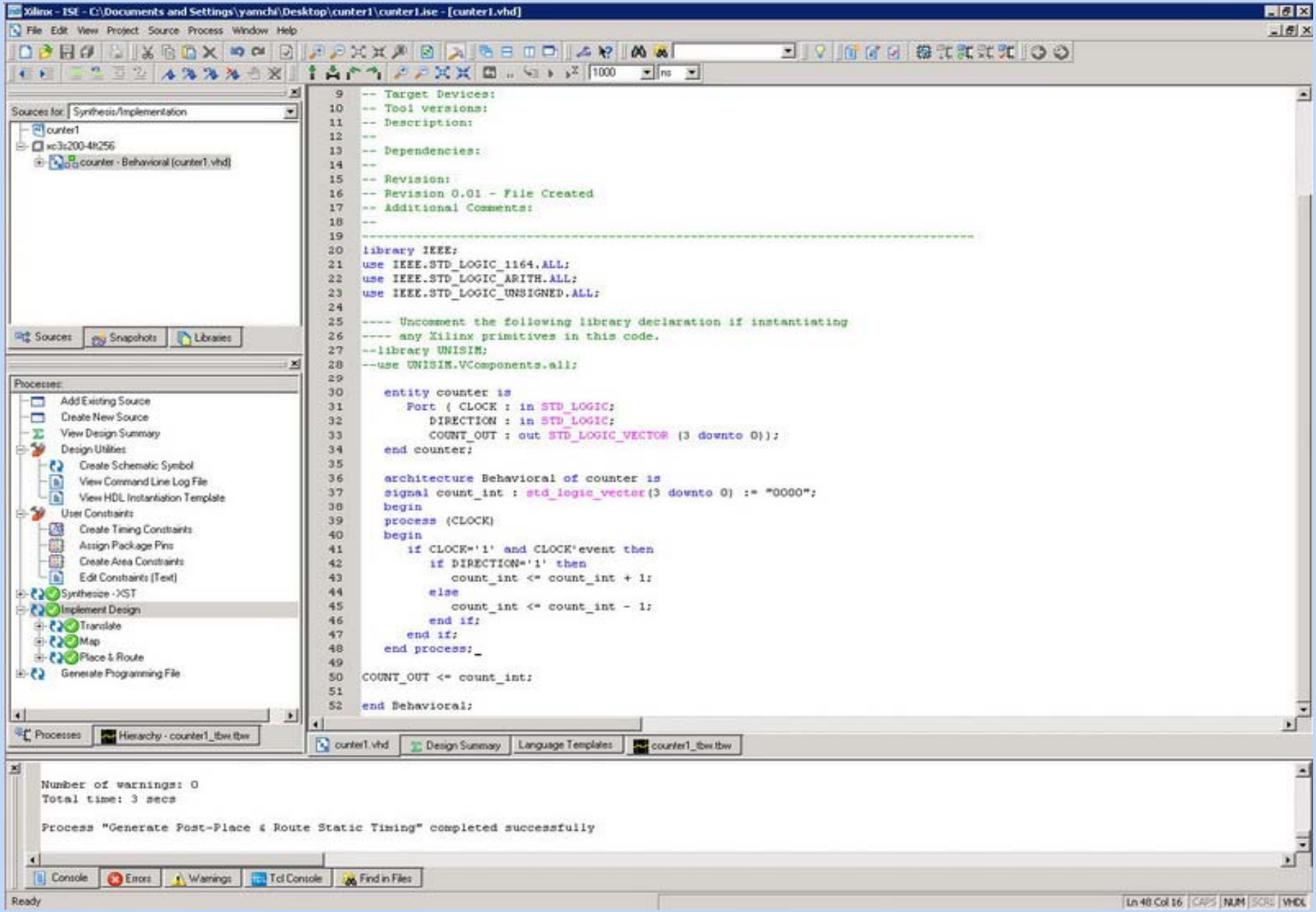


VHDL Beispielcode (D Flip-Flop)

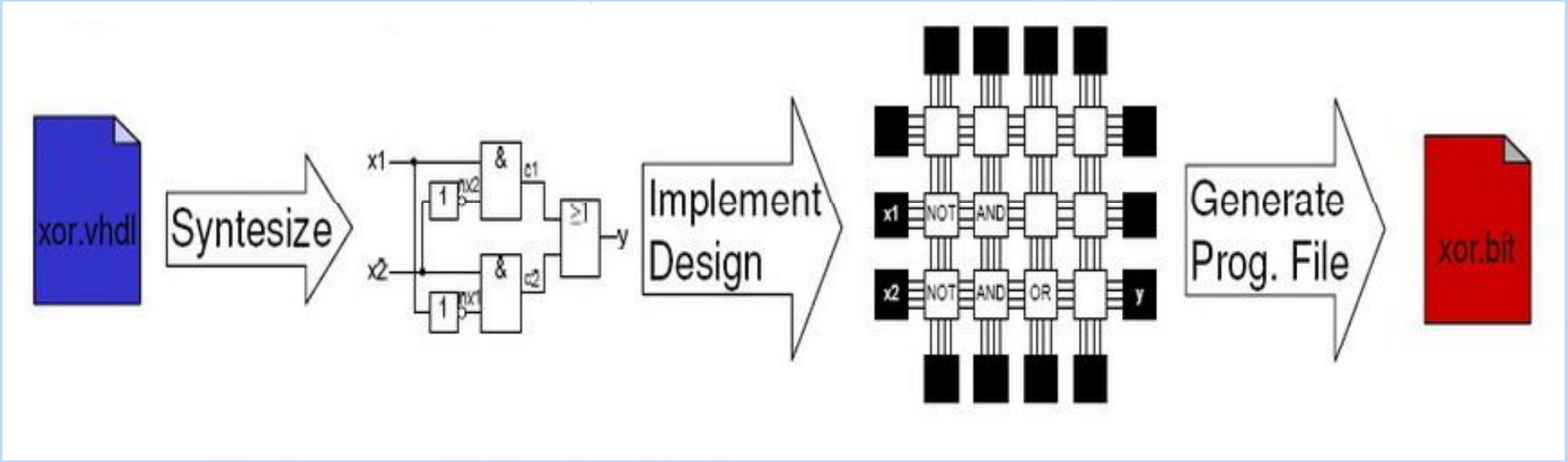
```
entity DFF is
   port ( D, Clk, Reset : in  std_logic;
          Q             : out std_logic );
end entity DFF;

architecture Behavioral of DFF is
begin
 process (Clk, Reset)
  begin
    if (Reset = '0') then
       Q <= '0';
    elsif (Clk'event and Clk ='1') then
       Q <= D;
    end if;
 end process;
end architecture Behavioral;
```



Entwicklungsumgebung Xilinx ISE



FPGA-Synthese mit Xilinx ISE



- Plattform-unabhängige Synthese
- Implementierung (Low-Level Synthese) für den speziellen FPGA
- Erzeugung des Bit-Files für den FPGA

Übersicht - Matlab/Simulink

1. FPGAs
2. Entwicklungssprache VHDL
3. Matlab/Simulink
   - Was ist Matlab
   - Was ist Simulink
   - Entwicklungsumgebung Matlab/Simulink
   - Simulink Beispielmodell
4. Entwicklungssprache Handel-C
5. Fazit

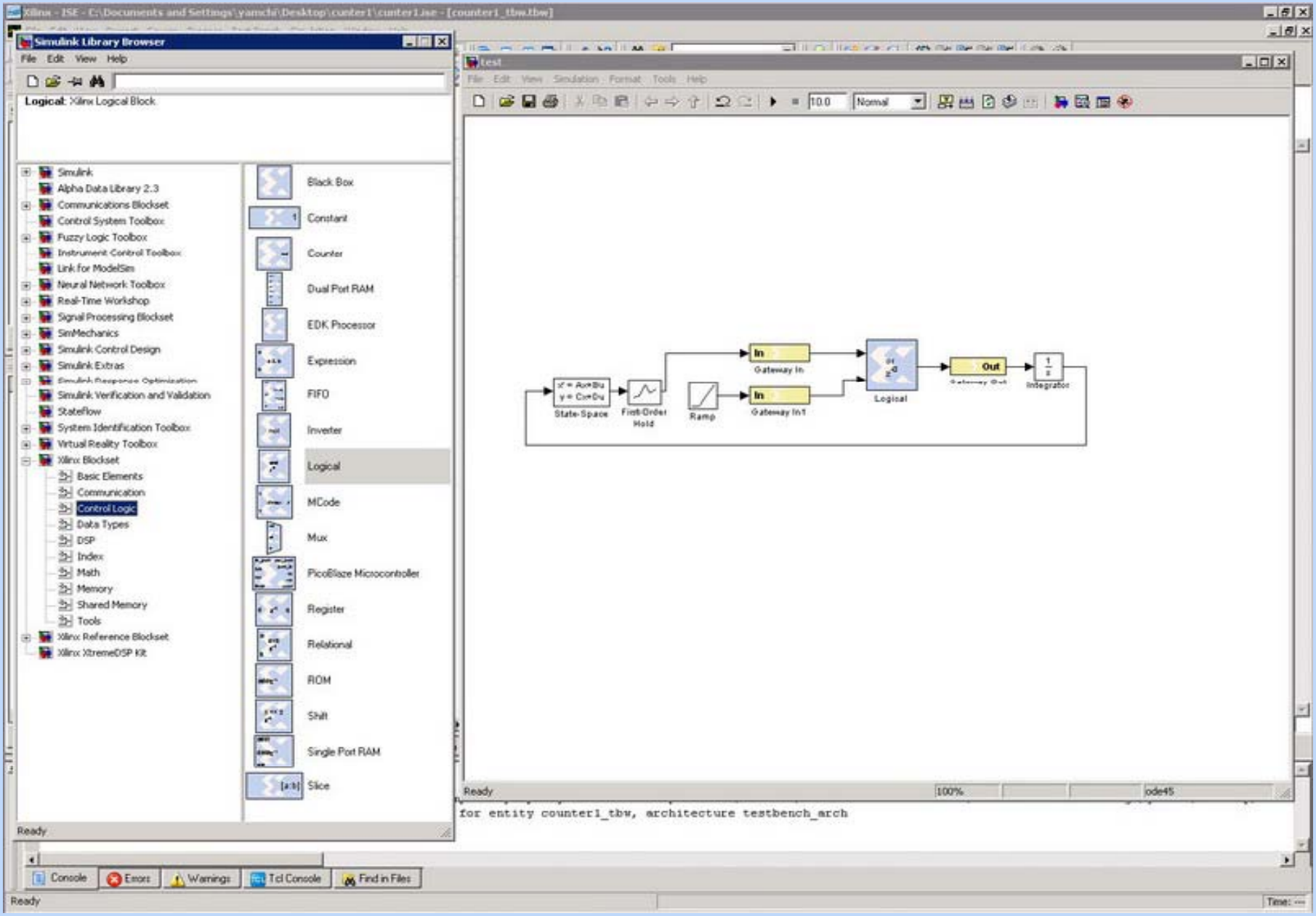
Was ist Matlab

- Ist eine kommerzielle plattformunabhängige Software der Firma The MathWorks
- Wir verwendet um mathematische Probleme zu lösen und Ergebnisse grafisch darzustellen
- verfügt über einen Satz von speziellen Befehlen
- Speziell entwickelt zur numerischen Berechnung von Problemen
- Probleme Gebiet sind linearen Algebra, der numerischen Analysis sowie Simulation

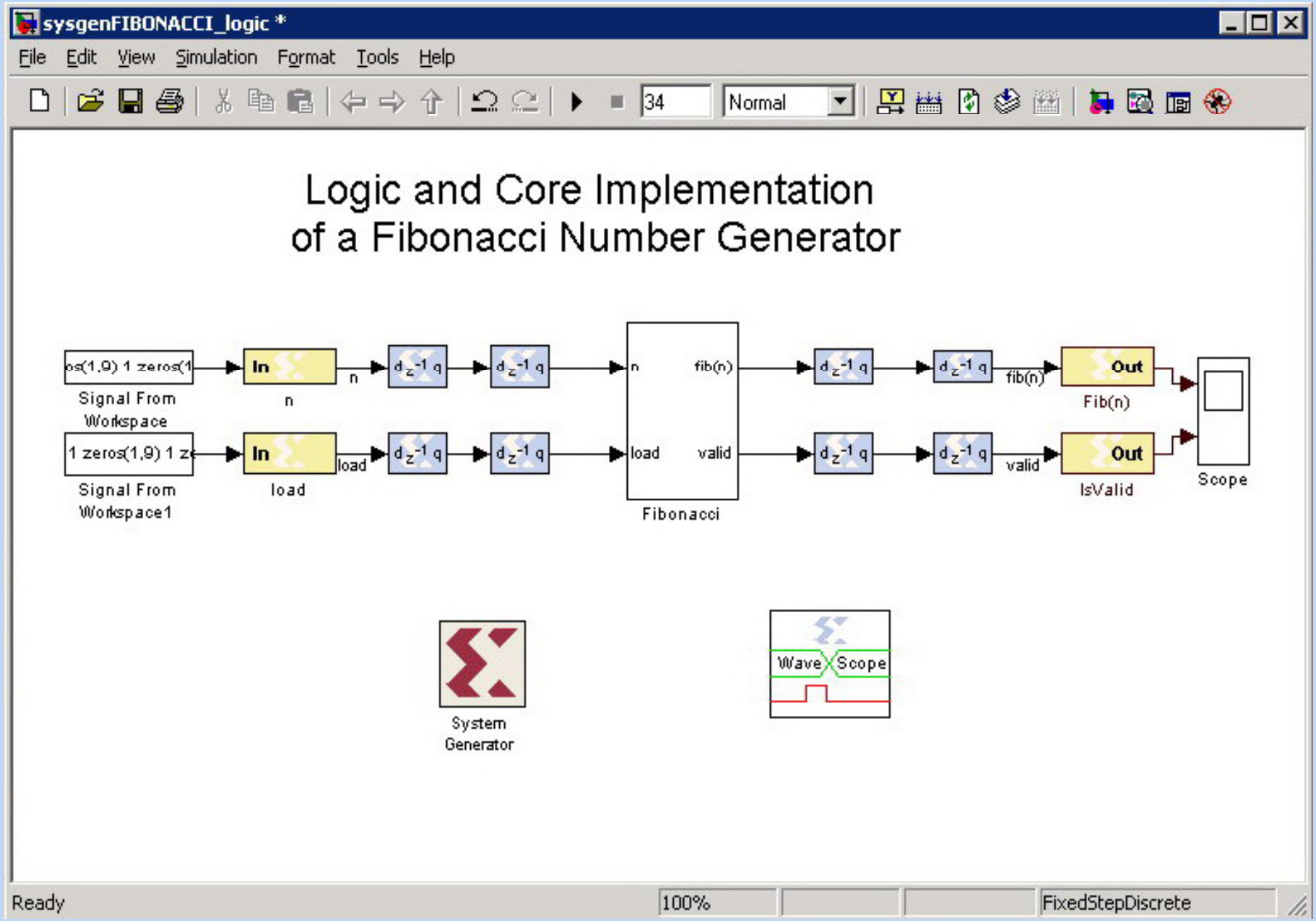
Was ist Simulink

- Simulink stellt eine spezielle Toolbox von Matlab dar
- Simulink erweitert Matlab zur Modellierung und Simulation von Systemen
- Eine graphische Zusammenstellung von Modellen die vorgefertigt oder selbst zu definierend sind
- Speziell von Xilinx eine Bibliothek von Bausteinen für Hardware Entwicklung
- Mit dem System Generator Hardwarebeschreibungssprache erzeugen

Entwicklungsumgebung Matlab/Simulink



Simulink Beispielmodell



Übersicht - Entwicklungssprache Handel-C

1. FPGAs
2. Entwicklungssprache VHDL
3. Matlab/Simulink
4. Entwicklungssprache Handel-C
   - Was ist Handel-C
   - Warum wurde Handel-C entwickelt
   - Beispiel Erweiterungen
   - Handel-C Beispielcode
   - Handel-C Entwurfsablauf
5. Fazit

Was ist Handel-C

- Entwicklung von Handel-C begann Mitte der 90er an Oxford-University
- Ist eine Programmiersprache, die dazu dient, hoch abstrahierte Algorithmen direkt in Hardware zu übersetzen
- Ist von C abgeleitete Programmiersprache zur Spezifikation von Signalverarbeitungsroutinen

Warum wurde Handel-C entwickelt

- Entwicklung von Programmen für FPGAs Vereinfachen
- Wiederverwendung in C entwickelter Algorithmen
- Richtet sich eher an Software- als Hardwareentwickler
- Muss daher aller Hardware-relevanten Probleme verstecken

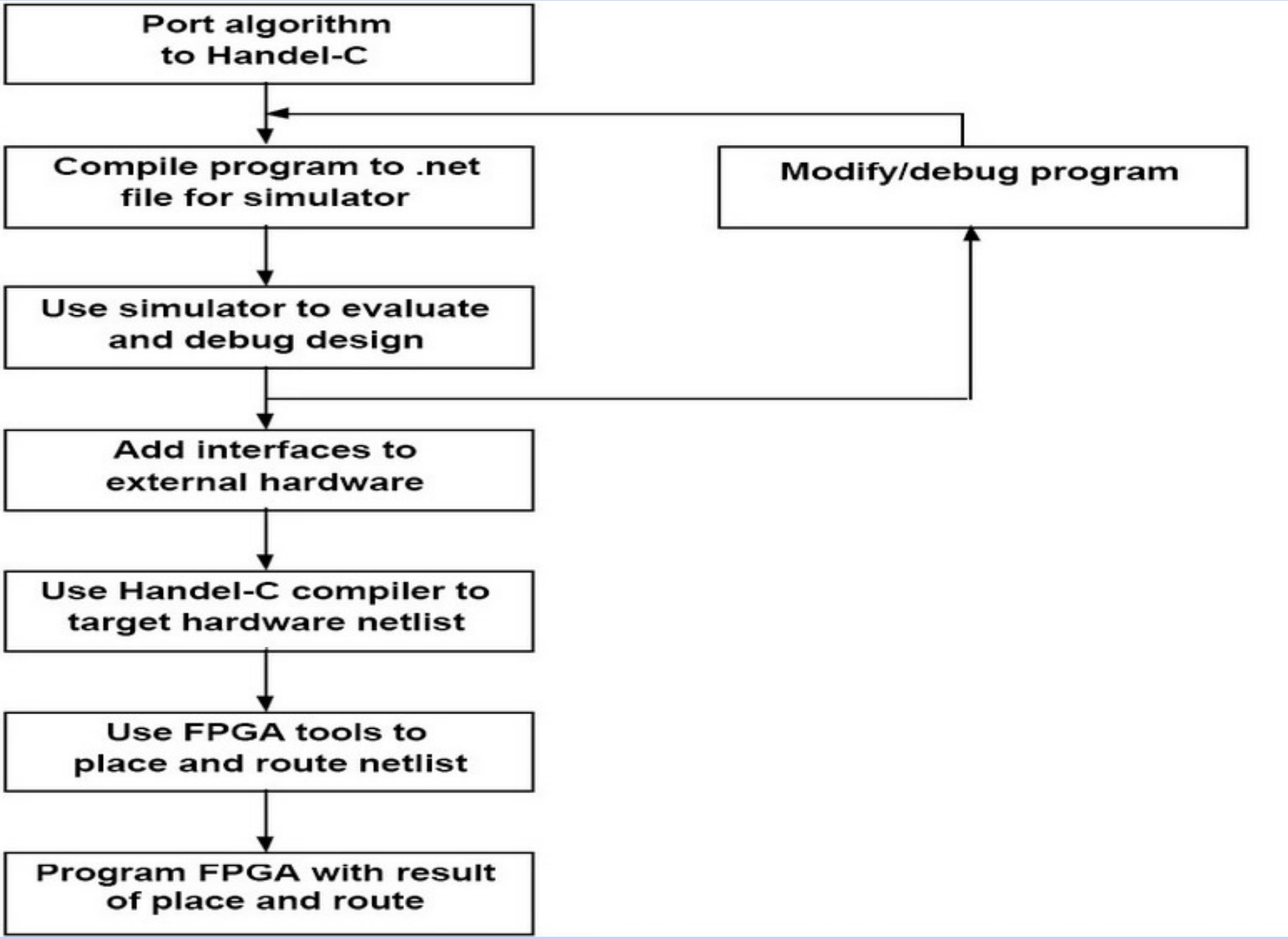
Beispiel Erweiterungen

- Es gibt nur ein Datentyp
- Konstrukte wie PAR oder Signalverzögerung
- CHANIN und CHANOUT für input/output
- Es existieren keine Pointer in Handel-C

Handel-C Beispielcode (Summierer)

```
void main(void) {
    unsigned int 16 sum;
    unsigned int 8 data;
    chanin input;
    chanout output;

    sum = 0;
    do {
        input ? data;
        sum = sum + (0 @ data);
    } while (data != 0);

    output ! sum;
}
```

Handel-C Entwurfsablauf



Fazit

	VHDL	Matlab/Simulink	Handel-C
Vorteile	Beschreibt Hardware detailiert	Code ist meist eher synthesefähig	Benötigt keine hohes Hardwareverständnis
	Ermöglicht hohe Optimierung	Sehr übersichtlich da Schaltungen Visuell angezeigt werden	Schnelle Entwicklung bei kleinen Projekten möglich
		Ermöglicht schnelles Prototyping	
Nachteile	Erfordert Hardwareverständnis	Muss nicht optimalster VHDL Code sein	Bei großen Projekten sind meist Netzlisten nicht umsetzbar
	Code ist nicht immer synthesefähig	Fehlerbehandlung kann schnell kompliziert werden	Nachträglich Optimierung sehr aufwendig
Modelumsetzung	Programmcode	Grafisch	Programmcode