

FPGAs mit Arduino

Inbetriebnahme eines FPGA-Entwicklungsboards mit der regulären Arduino IDE

Vortrag zu den Labortagen 2018

Mark Hoffmann, B.Eng.



FPGAs mit Arduino

Inhalt

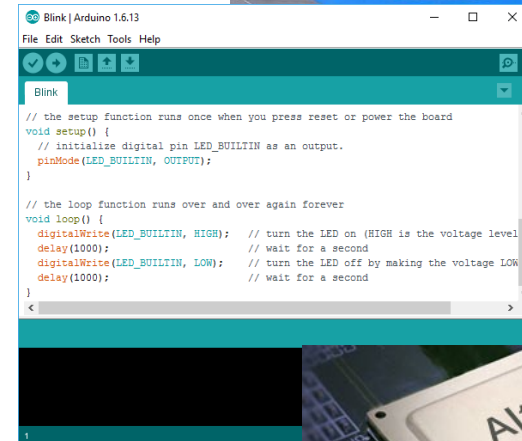
Einführung FPGAs

Projekt FPGArduino

Einrichten der Arduino IDE

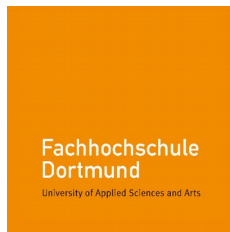
Beispielcode

Ausblick

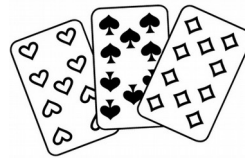


FPGAs mit Arduino

Wer bin ich, was mach ich?



Master Student FHDO



Projekt Kartentricks

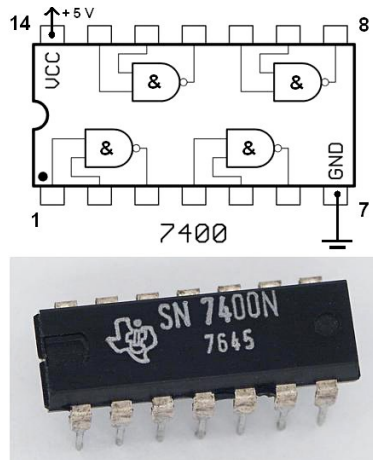


Hörgeräte Entwicklung
IfADo /
Globe Audiovisual
Communications

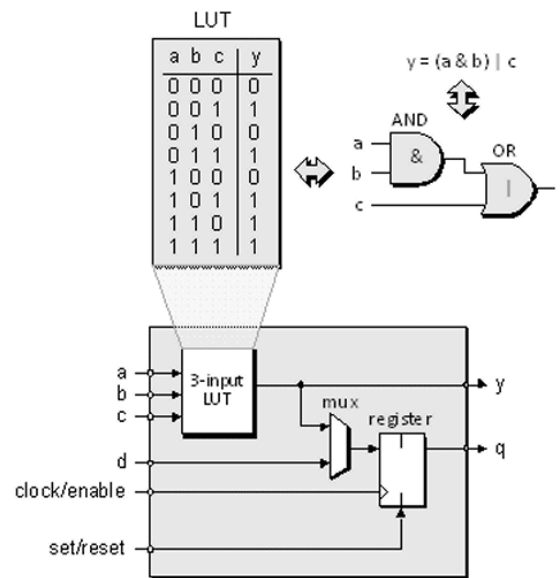
FPGAs mit Arduino

Was ist ein Field Programmable Gate Array?

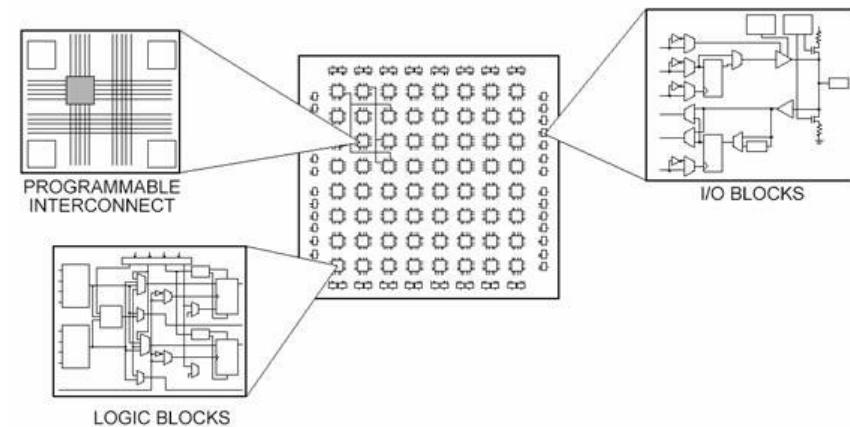
Reprogrammierbare
Logikgatter-Anordnung



Hartverdrahtete
Gatter



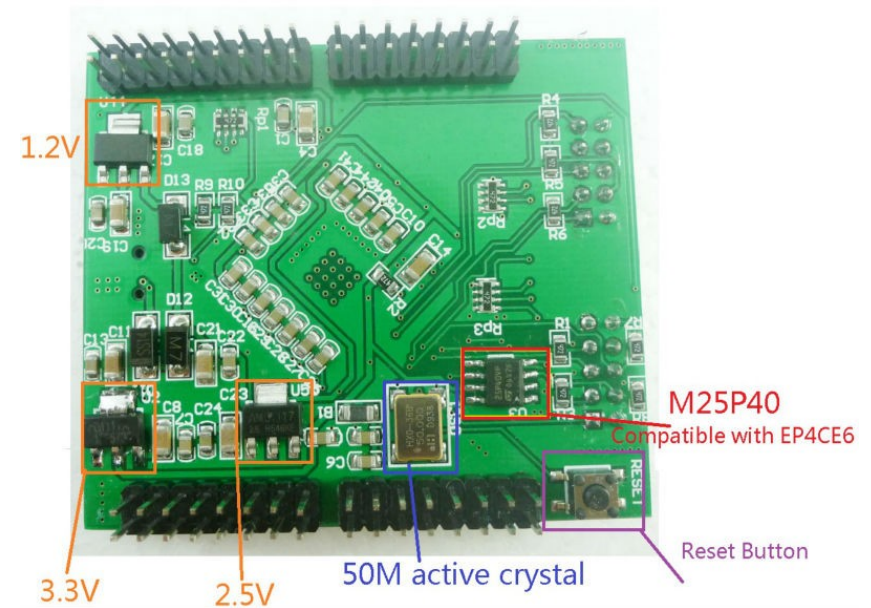
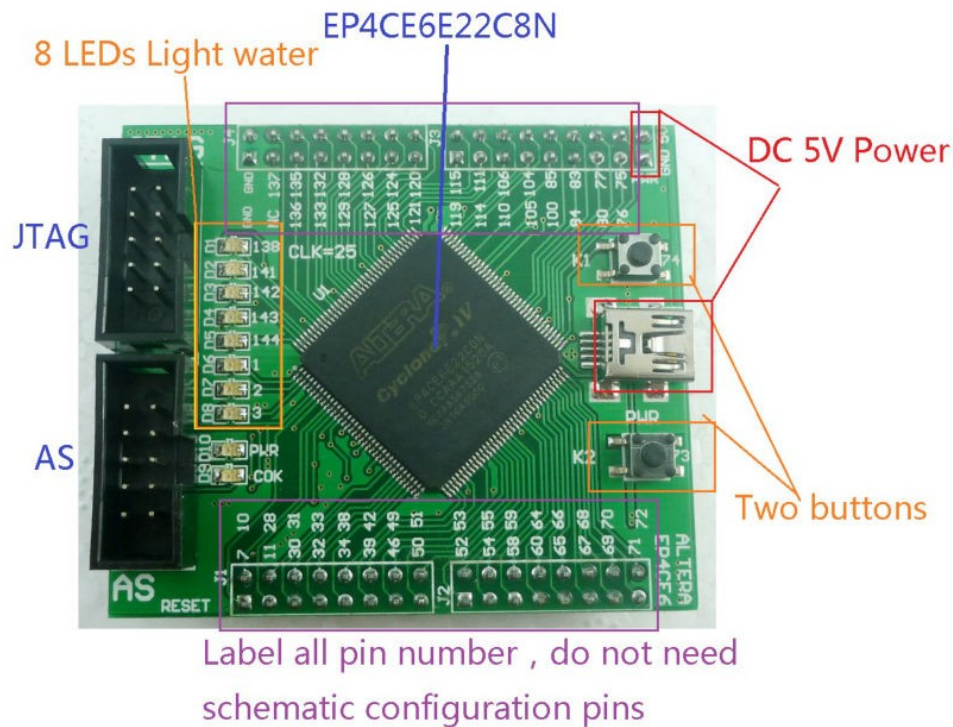
Logikelemente
im FPGA



Struktur
im FPGA

FPGAs mit Arduino

Development Board - Altera TB276 Minimalausstattung

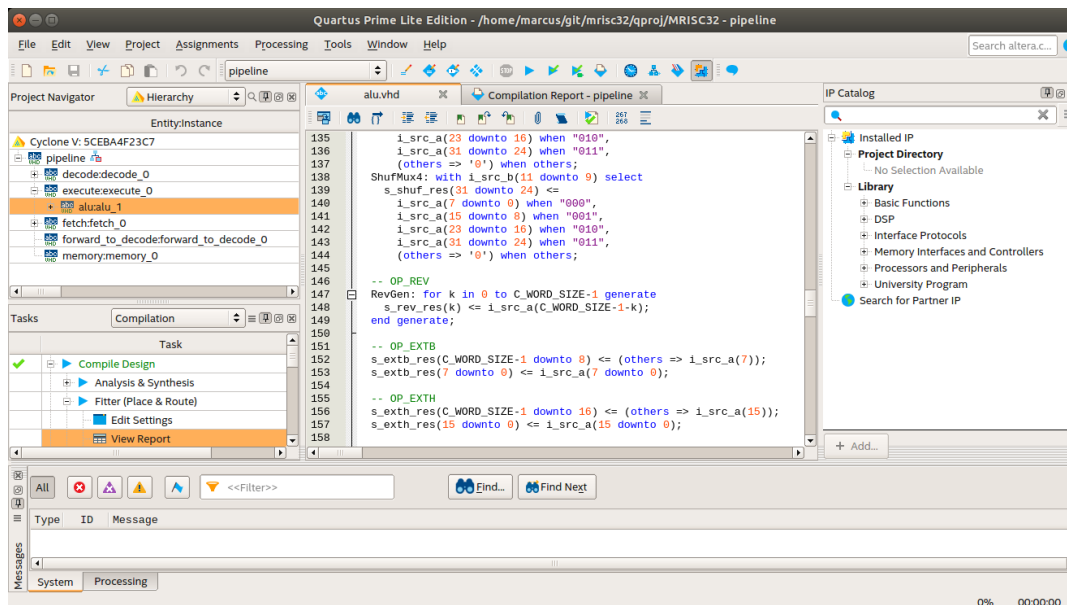


eBay: 25€

FPGAs mit Arduino

Inbetriebnahme Development Board

Synthese Tool: Altera (Intel) Quartus Prime 18.1 Lite
generiert Bitstream aus VHDL / Verilog Code



FPGAs mit Arduino

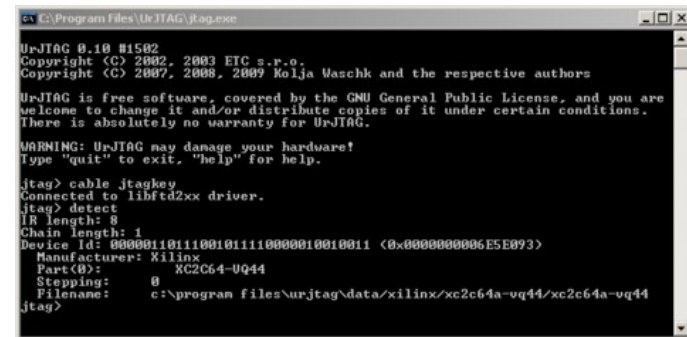
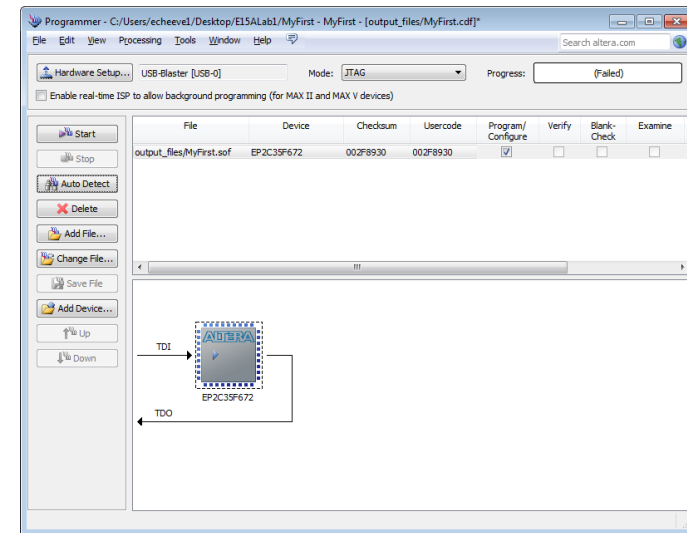
Inbetriebnahme Development Board

Bitstream Flashen

SW: Quartus Flashertool

Open Source Programmer UrJTAG

HW: USB Blaster - JTAG Flasher



FPGAs mit Arduino

Das Labor - Beispielprojekte mit Softcores



Borg Ventilator – Xilinx PicoBlaze (ASM)



Farb Borg – LatticeMico 32 (C)

FPGAs mit Arduino

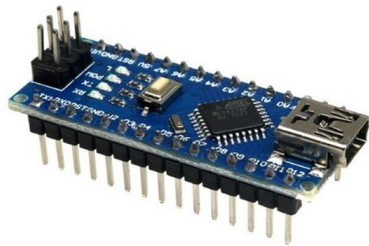
Arduino

IDE - Entwicklungsumgebung

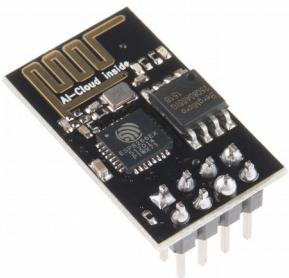
Mikroprozessoren:
z.B. 8-Bit AVR, 32-Bit ARM

Vereinfachter C++ Code
„zum Zusammenkopieren“
auch von Libraries für zusätzliche Bauteile

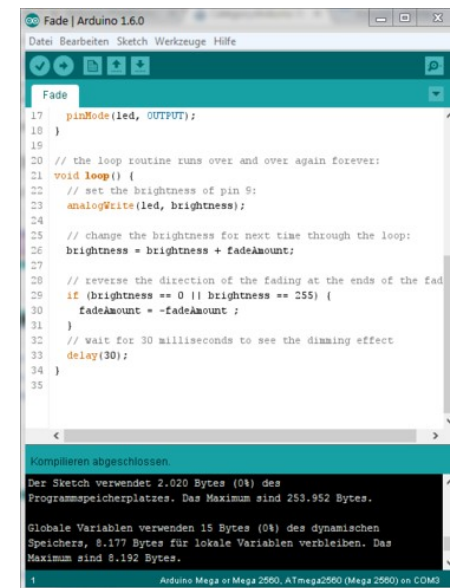
Meist mit Bootloader für
USB-Programmierung (oder SPI)



Arduino Nano

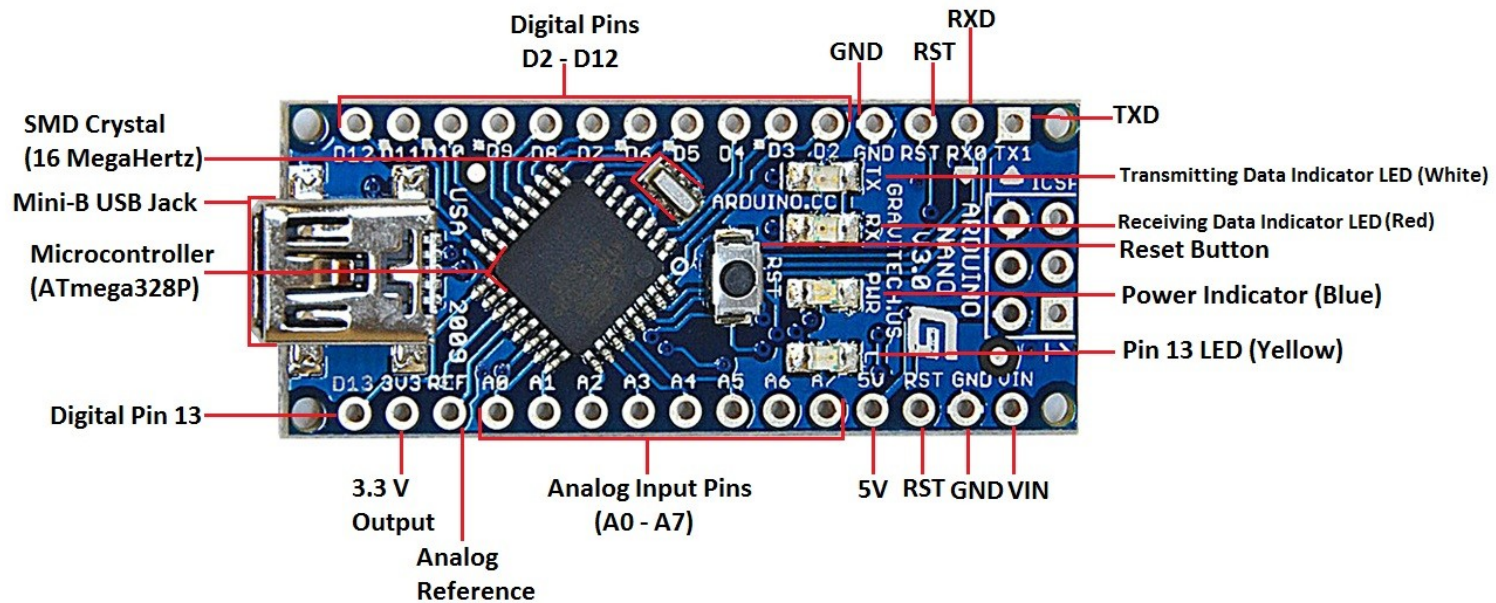


ESP8266



FPGAs mit Arduino

Development Board - Arduino Nano Minimalausstattung



Arduino Nano V3.0 Pinout

www.CircuitsToday.com

eBay: 5€

FPGAs mit Arduino

Das FPGArduino Projekt

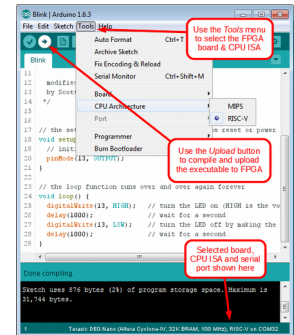
Marko Zec - University of Zagreb (Croatia)

Davor Jadrijević - radiona.org Makerspace (Croatia)

Realisiert zwei **Softcores: RISC-V und MIPS**
als vorgefertigte Bitstreams (und als VHDL/Verilog Code)

Anzusprechen / Kompilieren (per GCC) mit der regulären Arduino IDE

Vorstellung: Arduino day at the University of Zagreb on March 28th 2015



FPGAs mit Arduino

Softcores - RISC-V und MIPS

Instruction Set Architectures (ISAs)
(hierbei jeweils mit 81 MHz und 112 MHz, 32-Bit)

MIPS - „Microprocessor without Interlocked Pipeline Stages“

MIPS

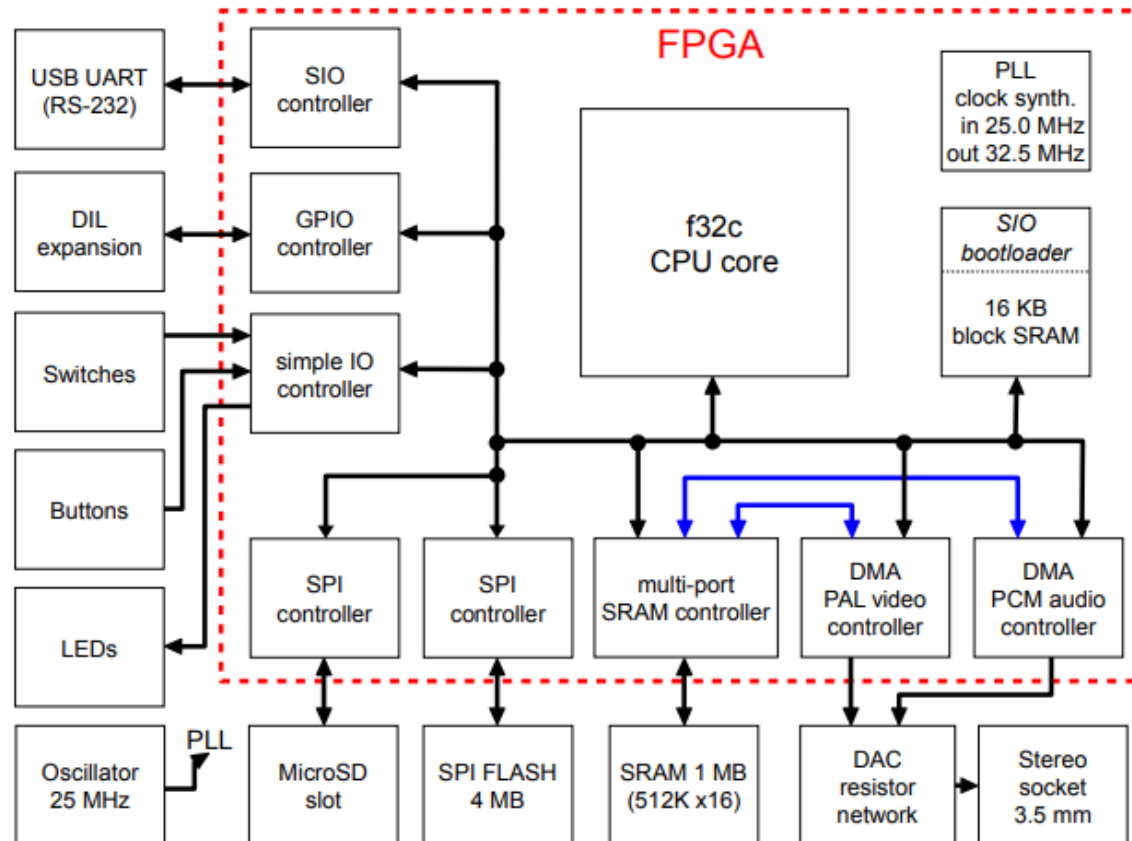
RISC-V - offene Befehlssatzarchitektur



FPGAs mit Arduino

f32c (SoC – System on Chip)

Softcore Verbindungen mit der Außenwelt



FPGAs mit Arduino

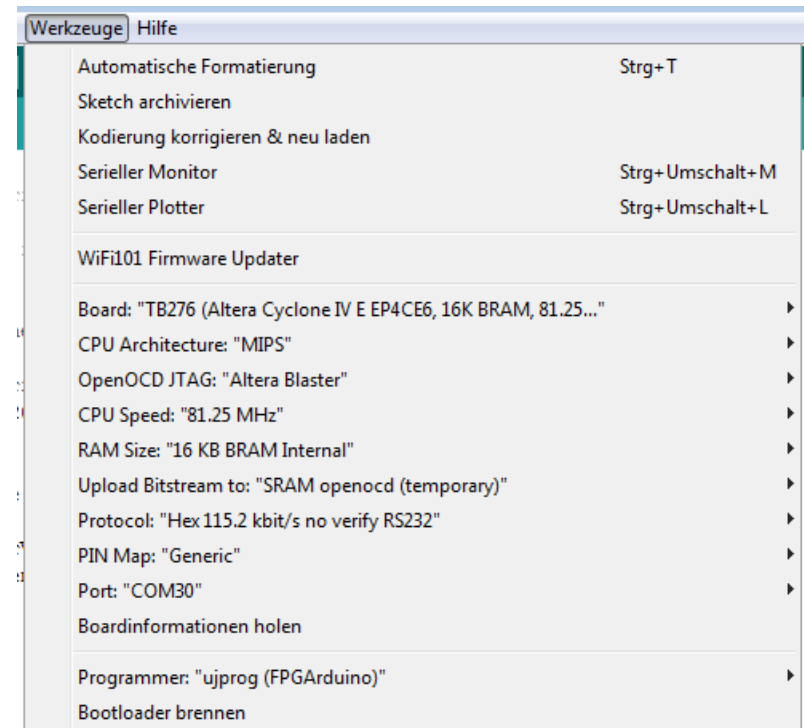
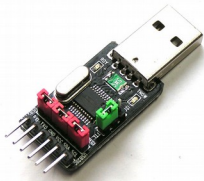
Arduino IDE einrichten

Board Unterstützung einzurichten durch
Hinzufügen einer JSON-Datei:

http://www.nxlab.fer.hr/fpgarduino/package_f32c_core_index.json

(über Arduino IDE, Datei, Voreinstellungen,
Zusätzliche Boardverwalter-URLs)

TB276-Board benötigt USB-TTL Wandler



Arduino IDE (1.6.x) - TB276-Board Parameter



[Terasic DE0-Nano
\(Altera Cyclone-IV\)](#)



[Xilinx Spartan 3E-
500 Starter Kit](#)



[Xilinx Spartan 3E-
1600 Dev. Board](#)



[Xilinx Spartan
3A/3AN Starter Kit](#)



[Digilent Basys-3
\(Xilinx Artix-7\)](#)

ALTERA
now part of Intel

LATTICE
SEMICONDUCTOR

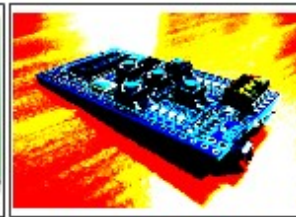
XILINX



[Digilent Nexys-3
\(Xilinx Spartan-6\)](#)



[Digilent ZYBO
\(Xilinx Zynq\)](#)



[FER ULX2S
\(Lattice XP2\)](#)



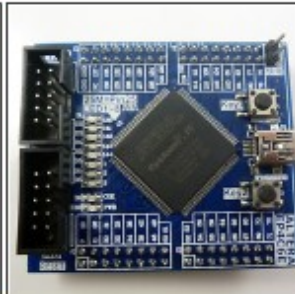
[E2LP
\(Xilinx Spartan-6\)](#)



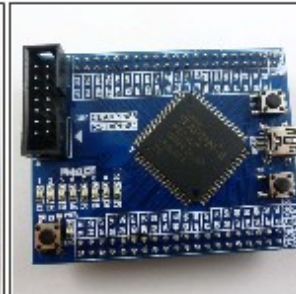
[Lattice Brevia
\(Lattice XP2\)](#)



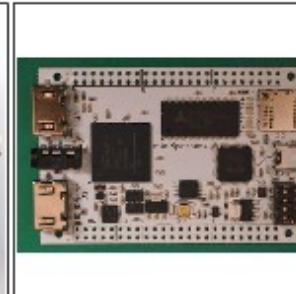
[Lattice Brevia 2
\(Lattice XP2\)](#)



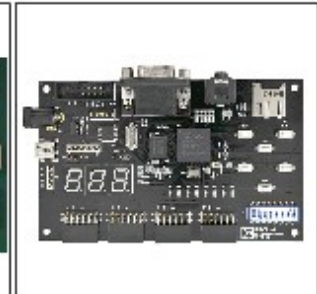
[No-name TB276
\(Altera Cyclone-IV\)](#)



[No-name TB299
\(Xilinx Spartan-6\)](#)

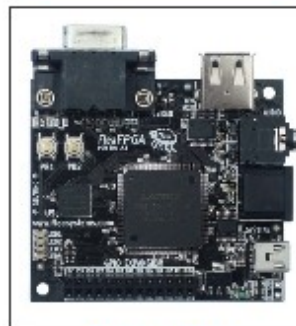


[Scarab
MiniSpartan6+
\(Xilinx Spartan-6\)](#)

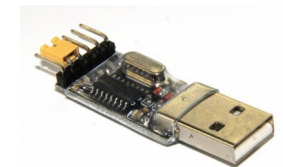


[Numato Mimas V2
\(Xilinx Spartan-6\)](#)

Unterstützte Dev-Boards mit
vorgefertigten Bitstreams



[FleaFPGA
\(Lattice MachXO2-
7000HE\)](#)



USB-TTL
Wandler

FPGAs mit Arduino

Was schon funktioniert:

- Blink led
- Serial (over usb-ttl adapter, some boards need it external)
- Timer (millis(), micros() - 32-bit CPU core clock counter, glitch-free, good for realtime)
- GPIO (digitalWrite(), digitalRead())
- Interrupts (MIPS only, attachInterrupt() gpio rising/falling edge, timer)
- PWM (analogWrite(), analogWriteResolution(), analogWriteFrequency())
- Fade (PWM) works on 2 output pins (LEDs).
- Software SPI (bitbang, Adafruit OLED library)
- Hardware SPI (SD card library)
- Software I2C in master mode (SoftwareWire library)
- OLED displays SSD1306 compatible (Adafruit SSD1306 library, SPI and I2C)
- PID (Proportional-Integral-Derivative controller, fast response, hardware math accelerated, tested on high speed DC motors with encoders)
- 433.92 MHz transmitter (RCswitch library, Home automation, Remote relays, Garage doors).
- FM RDS transmitter 87-108 MHz (RDS message displayed on radio, but PCM sound supported only on ULX2S)
- RHT11 Temperature/Humidity sensors have been reported to work.
- SRAM in 8-bit mode (FleaFPGA Uno) and 16-bit mode (ULX2S)
- SDRAM in 16-bit mode (Altera DE0 nano, ReVerSE-U16 and Scarab MiniSpartan6+)
- LPDDR, DDR, DDR2, DDR3 using Xilinx 7-series MIG and AXI. (ESA11 with DDR3)

Was nur mit bestimmten Boards funktioniert:

- VGA/HDMI/DVI/TV video and audio DMA need either large external RAM (SRAM, SDRAM or DDR) or sufficient BRAM (32K) for use with acram emulation.
- Boards with supported external RAM are ULX2S, FleaFPGA Uno, Scarab Minispartan6+, Altera DE0 nano, ReVerSE-U16 and ESA11.
- PCM sound depends on DMA. PCM outputs PWM for headphones and FM for reception on 87-108 MHz radio.
- Text-to-Speech library TTS depends on PCM. TTS library could be converted to use a simple tongenerator then it will not depend on PCM)
- DCF77 transmitter depends on PCM. A proof of concept to adjust longwave RF clocks.
- Analog inputs work on FleaFPGA Uno board thanx for contribution.
- Pullup digital input control works on FleaFPGA Uno board (it would work on any board but 2 hardware pins must be dedicated for 1 GPIO pin, one of them having pullup resistor)

Beispielcode

„Hello World“ Textausgabe (per UART / USB-TTL Adapter),

LEDs (auf Platine und extern),

Zwei-Zeilen LCD 1602

FPGAs mit Arduino

Live!

Demonstration



FPGAs mit Arduino

Bitstream kann permanent
einprogrammiert werden

... aber - großer Nachteil:

Kompilierte Arduino-Sketches müssen
nach Powercyclen des FPGAs neu
eingespielt werden (!)

FPGAs mit Arduino

Empfehlung: Wenn man es noch besser angehen will ...

MKR Vidor 4000

FPGA: Intel Cyclone 10CL016

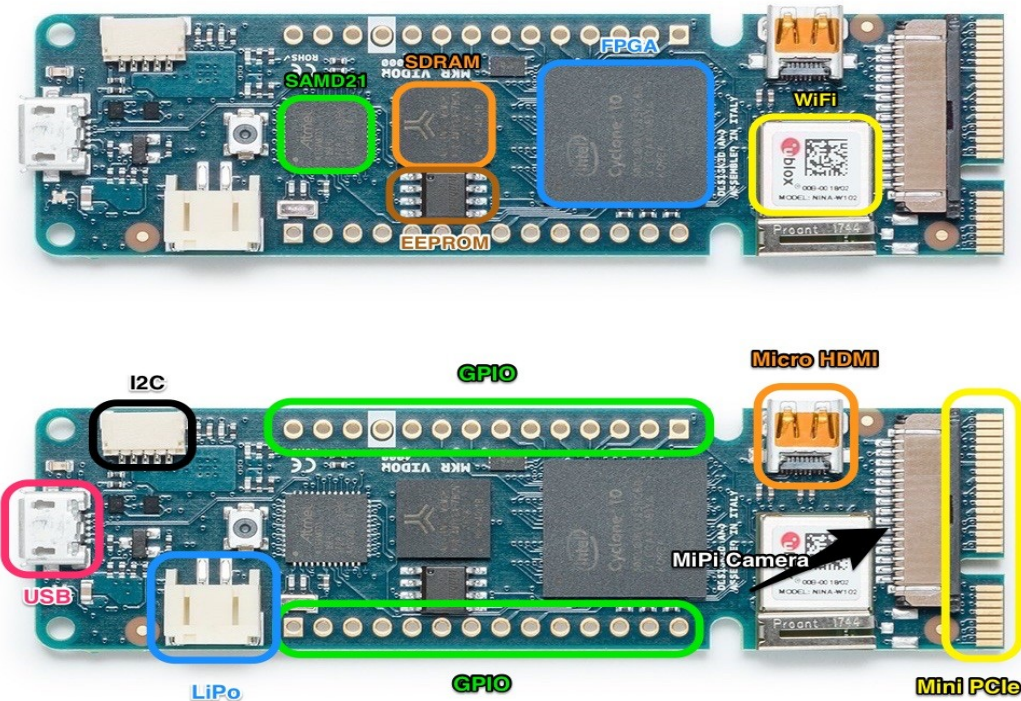
μ C: Microchip ATSAMD21 (Arm Cortex-M0+)

SDRAM: 8 MB

Co-Prozessor für Verschlüsselung:

Microchip ATECC508A

BT/Wifi: U-Blox NINA-W102 (ESP32)



eBay: 75€

FPGAs mit Arduino

Empfehlung für Einarbeitung

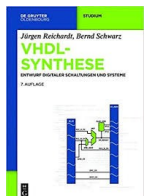
Digitale Systeme mit FPGAs entwickeln
(Peter Schulz (FHDO) / Buch)



Videokurs FPGA – Der Logikbaukasten für Jedermann
(Peter Schulz (FHDO) / DVD)



VHDL-Synthese: Entwurf digitaler Schaltungen und Systeme
(Jürgen Reichardt und Bernd Schwarz)



FPGAs mit Arduino

Links

FPGAduino

FPGAduino Projekt: <http://www.nxlab.fer.hr/fpgarduino/> und <https://github.com/f32c>

FPGAduino Autoren Vortrag: <https://is.gd/zaqupo>

Codebeispiele

TB276 (inkl. fertige Bitstreams): <https://github.com/mongoq/fpgarduino/>

MKR Vidor 4000

Hands-On: <https://is.gd/zejeji>

Github: <https://is.gd/pucuhe>

Board Bezugsquellen

Altera TB276: <https://is.gd/lufuvo> (25€)

MKR Vidor 4000: <https://is.gd/cahena> (75€)

FPGAs mit Arduino

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Evtl. haben Sie noch Fragen ...

