

Kapitel 1

Verfügbarkeit der FPGA-Boards: Situation und Alternativen im November 2025

Das Buch „FPGAs Einstieg, Schaltungen, Projekte“ verwendet zwei FPGA-Boards: den Tang Nano 9K und den IceZero von Trenz Electronic. Während der Tang Nano problemlos erhältlich ist, gestaltet sich die Beschaffung des IceZero inzwischen schwieriger.

1.1 Tang Nano 9K – keine Probleme

Den Tang Nano 9K bekommen Sie problemlos:

- ▶ Bei Amazon
- ▶ Bei Aliexpress (meist günstiger als bei Amazon) und in größerer Auswahl

1.2 Die Situation beim IceZero

Der IceZero von Trenz Electronic lässt sich kaum noch direkt beim Hersteller bestellen. Siehe Produktseite: <https://www.trenz-electronic.de/de/Produkte/Programmierbare-Logik/Lattice/>

Die anfängliche Kooperation mit Rabatt für Buchleser führte zu schnell vergriffenem Lagerbestand. Mittlerweile zeigt die Trenz-Website nur noch „Possible to order, delivery time on request“ an. Die Verfügbarkeit bleibt unvorhersehbar.

1.2.1 Wo Sie den IceZero noch finden

Bei digikey.de finden Sie aktuell noch einige IceZero-Boards auf Lager: <https://www.digikey.de/de/products/filter/erweiterungsboards-tochterkarten/797?s=N4IgTCBcDaIJYGMCmAvJAnA9iAugXyA>

Merkwürdigerweise haben Sie bei DigiKey momentan eine bessere Chance, den IceZero zu bestellen, als direkt bei Trenz. Auch andere Distributoren wie Mouser oder Arrow bieten gelegentlich Boards an.

1.3 Alternativen zum IceZero

Falls der IceZero nirgends verfügbar ist, gibt es mehrere Lösungswege:

1.3.1 PCB selbst fertigen lassen

Der IceZero basiert auf einem Open-Source-Design von Black Mesa Labs. Die Gerber-Dateien (technische Zeichnungen für die Platinenfertigung) stehen frei zur Verfügung. Bei OSHpark lässt sich die unbestückte Platine bestellen: https://oshpark.com/shared_projects/IMGSOckZ

OSHPark ist ein Community-Service für Platinen-Prototypen. Sie laden die Gerber-Dateien hoch, bezahlen pro Quadratzentimeter und erhalten nach einigen Wochen Ihre Platinen. Allerdings kommen diese ohne Bauteile – der ICE40HX-FPGA, der SRAM-Chip und alle weiteren Komponenten müssen selbst aufgelötet werden.

Eine Alternative sind chinesische Platinenhersteller wie JLCPCB oder PCBWay. Diese fertigen nicht nur die Platine, sondern bestücken sie auf Anfrage auch mit allen Bauteilen. Die Kosten setzen sich aus mehreren Faktoren zusammen:

- ▶ Platinenfertigung (4-Lagen-Board): ca. 20–40 USD für 5 Stück
- ▶ Setup-Gebühr für Bestückung: ca. 30–50 USD einmalig
- ▶ Bauteilkosten: ca. 15–25 USD pro Board (abhängig von FPGA und SRAM)
- ▶ Bestückungskosten: ca. 0,0015 USD pro Lötunkt (ein Board mit 200 Lötunkten kostet etwa 0,30 USD)
- ▶ Schablone für Lötpaste: ca. 8–12 USD

Für eine Einzelperson bei einer Bestellung von 5 Boards bedeutet dies Gesamtkosten von etwa 150–200 USD, also 30–40 USD pro Board. Bei einer Sammelbestellung von 20 Boards sinken die Kosten auf etwa 15–20 USD pro Board, weil sich die Setup-Kosten auf mehr Einheiten verteilen.

1.3.2 Fertige Raspberry Pi HAT-Alternativen mit iCE40

Mehrere fertige Boards im Pi-HAT-Format sind verfügbar:

- ▶ **ice4pi** von Lightside Instruments (ca. 50 USD)
 - Verwendet iCE40HX-1K FPGA (1280 Logic Cells)
 - Alle Raspberry Pi GPIOs zugänglich
 - 8 PMOD-IOs + 5 LEDs
 - Verfügbar unter <https://lightside-instruments.com/product/ice4pi/>
 - Open-Source-Hardware (OSHW UID: NO000002)
 - Gut dokumentiert auf Hackster.io
- ▶ **CAT Board** (Open-Source, Eigenbau)
 - iCE40-HX8K FPGA (7680 Logic Cells)
 - 32 MByte SDRAM
 - Grove-Anschlüsse und PMOD-Connector
 - GitHub: <https://github.com/devbisme/CAT-Board>
 - Gerber-Dateien frei verfügbar
- ▶ **Snowflake-FPGA** (Open-Source, Eigenbau)
 - iCE40 HX8K FPGA
 - UART und schnelle SDIO-Verbindung zum Pi
 - GitHub: <https://github.com/Wren6991/Snowflake-FPGA>
 - Speziell für Pi 4 als Entwicklungsplattform konzipiert

1.3.3 Standalone-Boards mit iCE40HX (kein Pi-HAT-Format)

Diese Boards funktionieren eigenständig ohne Raspberry Pi:

- ▶ **Alchitry Cu** (ca. 50 USD bei SparkFun)
 - iCE40 HX FPGA mit 7680 Logic Cells
 - 79 I/O-Pins, 8 LEDs
 - USB-C für Programmierung

- Qwiic-Anschluss für I2C
- Erweiterbar durch „Element“-Boards
- Vollständig mit Open-Source-Tools nutzbar
- Verfügbar bei: <https://www.sparkfun.com/products/16526>
- ▶ **UPduino v3.1** (ca. 25 USD)
 - iCE40 UltraPlus UP5K FPGA (5280 Logic Cells)
 - Integrierter FTDI-Programmer
 - 39 GPIO-Pins auf 0,1"-Headern
 - 4 MB SPI Flash, RGB-LED
 - Sehr kompakt (2,2 × 6,2 cm)
 - Ideal für Breadboard-Prototyping
 - Verfügbar bei Tindie oder tinyVision.ai direkt: <https://tinyvision.ai/products/fpga-development-board-upduino-v3-1>
 - Open-Source-Hardware mit KiCad-Dateien
- ▶ **iCEBreaker** (ca. 69 USD)
 - iCE40 UP5K FPGA
 - Speziell für Workshops und Lehre entwickelt
 - Drei PMOD-Anschlüsse
 - Umfangreiche Dokumentation und Tutorials
 - Große Community und Support
 - Verfügbar bei 1BitSquared oder Crowd Supply: <https://1bitsquared.com/products/icebreaker>
 - Viele passende PMOD-Module verfügbar
- ▶ **Olimex iCE40HX-Boards** (30–50 EUR je nach Modell)
 - iCE40HX1K-EVB oder iCE40HX8K-EVB
 - 34-Pin-Bus für Erweiterungsmodule
 - ADC/DAC-Module verfügbar
 - Verfügbar bei: <https://www.olimex.com/Products/FPGA/iCE40/>
 - Gut verfügbar in Europa

1.3.4 ECP5-basierte Alternative (anderer FPGA-Typ)

- ▶ **IcePi Zero** (Open-Source, Eigenbau)
 - ECP5-FPGA statt iCE40 (leistungsfähiger)
 - Pi-Zero-Format

- GitHub: <https://github.com/cheyao/icepi-zero>
- Der ECP5 unterscheidet sich vom iCE40HX, die Grundkonzepte aus dem Buch lassen sich aber übertragen

1.4 Fazit

Keines der alternativen Boards funktioniert als direkter Ersatz ohne Anpassungen. Die Pinbelegungen und teilweise die FPGA-Größen unterscheiden sich. Die im Buch vermittelten Konzepte und Beispiele lassen sich jedoch mit entsprechenden Änderungen auf diesen Boards umsetzen. In Kapitel 2.5 des Buches wird beschrieben, wie Sie die Open-Source-Toolchain an andere FPGA-Boards anpassen.