



Hochschule **RheinMain**
University of Applied Sciences
Wiesbaden Rüsselsheim

OPEN SOURCE SILIZIUM – JEDER KANN CHIPS DESIGNEN

Tage der vertrauenswürdigen Elektronik

29. Oktober 2025

Steffen Reith
Steffen.Reith@hs-rm.de

Computer Science
Hochschule **RheinMain**



VORGEHENSWEISE

ONCE UPON A TIME ...

Aufgabe:

ONCE UPON A TIME ...

Aufgabe:

- Automobilindustrie: **Baue einen Zündschlüssel** mit einem Zero-Knowledge Protokoll. Bedingungen **billig** und **schnell** ($< 70ms$).
- Es ging nicht schneller als $80ms$.

ONCE UPON A TIME ...

Aufgabe:

- Automobilindustrie: **Baue einen Zündschlüssel** mit einem Zero-Knowledge Protokoll. Bedingungen **billig** und **schnell** ($< 70ms$).
- Es ging nicht schneller als $80ms$.

Idee: Baue dezidiert Hardware

- Kein Wissen über den Bau von digitalen Schaltungen
- Kein Funding / wenig Support
- Keine Studierende
- Keine brauchbaren Module (Informatik!)

ONCE UPON A TIME ...

Aufgabe:

- Automobilindustrie: **Baue einen Zündschlüssel** mit einem Zero-Knowledge Protokoll. Bedingungen **billig** und **schnell** (< 70ms).
- Es ging nicht schneller als 80ms.

Idee: Baue dezidiert Hardware

- Kein Wissen über den Bau von digitalen Schaltungen
- Kein Funding / wenig Support
- Keine Studierende
- Keine brauchbaren Module (Informatik!)
- Ermutigung durch Kollegen (**Steffen das wird nichts, Du bist doch Mathematiker! ...**)

Frage: Wie funktioniert ein Bootstrap für den Bau von Hardware?

WENN ES ATMET, DANN UNTERRICHTE ES!

Die Geheimzutat

Wenn Du ein Schiff bauen willst, dann trommle nicht Männer zusammen um Holz zu beschaffen, Aufgaben zu vergeben und die Arbeit einzuteilen, sondern lehre die Männer die Sehnsucht nach dem weiten, endlosen Meer.

(Antoine de Saint-Exupéry)

WENN ES ATMET, DANN UNTERRICHTE ES!

Die Geheimzutat

Wenn Du ein Schiff bauen willst, dann trommle nicht Männer zusammen um Holz zu beschaffen, Aufgaben zu vergeben und die Arbeit einzuteilen, sondern lehre die Männer die Sehnsucht nach dem weiten, endlosen Meer.

(Antoine de Saint-Exupéry)

Spannende Themen für Studierende definieren:

- Kommunikationsschnittstellen (UART, SPI, Ethernet)
- CPUs (**RISC-V**, Intersil RTX2010, **MOS 6502**)
- Kryptografie (Elliptische Kurven, AES, SHA3, **ASCON**)
- Zelluläre Automaten (Conways **Spiel des Lebens**)
- Fraktale (**Mandelbrot-Mengen** in Echtzeit)
- **Retro-Computing** (Gameboy-Klangerzeugung, **Arcade-Spiele**)
- Reverse Engineering (**Gameboy**-Display zu **HDMI**)

THE FOUNDLINGS ARE THE FUTURE

Einige Beobachtungen:

- **Gute** (und günstige) alertLiteratur für Einsteiger war/ist schwer zu finden (entweder **Simulation** vs. **Low Level**).
- Informatiker wollen **automatisieren**, also keine IDEs sondern Makefiles. Entwicklungswerzeuge und leistungsfähige (Meta-)HDLs (glückliches Timing) für **junge** Ingenieure (kein VHDL & Verilog, kein Xilinx/Altera, kein Cadence).
- Günstige **Takeaway-Hardware**, damit jeder zu Hause arbeiten kann.

THE FOUNDLINGS ARE THE FUTURE

Einige Beobachtungen:

- **Gute** (und günstige) alertLiteratur für Einsteiger war/ist schwer zu finden (entweder **Simulation** vs. **Low Level**).
- Informatiker wollen **automatisieren**, also keine IDEs sondern Makefiles. Entwicklungswerkzeuge und leistungsfähige (Meta-)HDLs (glückliches Timing) für **junge** Ingenieure (kein VHDL & Verilog, kein Xilinx/Altera, kein Cadence).
- Günstige **Takeaway-Hardware**, damit jeder zu Hause arbeiten kann.

daher

- Zunächst **günstige FPGAs** verwenden.
- Studenten **wollen** (und sollten) keine Geheimhaltungsvereinbarungen / Exportbestimmungen unterzeichnen (echtes Hindernis bei Pflichtmodulen).
- Die Industrie verlangt (vielleicht noch nicht) nach Nachwuchsentwicklern, aber ich **kann nicht** (will nicht) **geheime Technologien lehren**.

LEARN ONE'S LESSON

Vor 25 bis 30 Jahren war die **Situation ähnlich** bei Software:

- Alle Varianten von **UNIX** hatten Lizenzprobleme oder waren **Closed Source** (das Hinzufügen einer neuen Funktion / die Fehlernbeseitigung war schwierig).
- **unzureichende und teure Tools** für die Entwicklung (komplexer) Software
- vergleichbar **kleine** Entwickler- **Community**

LEARN ONE'S LESSON

Vor 25 bis 30 Jahren war die **Situation ähnlich** bei Software:

- Alle Varianten von **UNIX** hatten Lizenzprobleme oder waren **Closed Source** (das Hinzufügen einer neuen Funktion / die Fehlernbeseitigung war schwierig).
- **unzureichende und teure Tools** für die Entwicklung (komplexer) Software
- vergleichbar **kleine Entwickler- Community**
- Es war einfach, **Trojaner** durch **unzuverlässige Parteien** zu implantieren

LEARN ONE'S LESSON

Vor 25 bis 30 Jahren war die **Situation ähnlich** bei Software:

- Alle Varianten von **UNIX** hatten Lizenzprobleme oder waren **Closed Source** (das Hinzufügen einer neuen Funktion / die Fehlernbeseitigung war schwierig).
- **unzureichende und teure Tools** für die Entwicklung (komplexer) Software
- vergleichbar **kleine Entwickler- Community**
- Es war einfach, **Trojaner** durch **unzuverlässige Parteien** zu implantieren

Das Aufkommen von **Linux** (und **386BSD**) schuf eine ganz **neue Branche, neue Ideen, neue Entwickler** und **neue Geschäftsmodelle!**

Grund: Open Source **bringt unterschiedliches Fachwissen zusammen** und **teilt die Kosten.**

LEARN ONE'S LESSON

Vor 25 bis 30 Jahren war die **Situation ähnlich** bei Software:

- Alle Varianten von **UNIX** hatten Lizenzprobleme oder waren **Closed Source** (das Hinzufügen einer neuen Funktion / die Fehlernbeseitigung war schwierig).
- **unzureichende und teure Tools** für die Entwicklung (komplexer) Software
- vergleichbar **kleine Entwickler- Community**
- Es war einfach, **Trojaner** durch **unzuverlässige Parteien** zu implantieren

Das Aufkommen von **Linux** (und **386BSD**) schuf eine ganz **neue Branche, neue Ideen, neue Entwickler** und **neue Geschäftsmodelle!**

Grund: Open Source **bringt unterschiedliches Fachwissen zusammen** und **teilt die Kosten.**

Vorgehen: Kopiere diese Idee

THIS IS THE WAY!

Vorteile für die Forschung:

- **Vollständige Offenlegung** aller Forschungsartefakte ist möglich (**Rohdaten**)
- **Vergleich** von Forschungsergebnissen ist viel **einfacher**
- **Plattform** neue Algorithmen zu erproben / entwickeln

Vorteile für die Industrie:

- Erhöhte **Resilienz** gegen Handelskriege, Lieferkettenprobleme und Zölle
- Deutschland ist stark in den Bereichen Automatisierung, Maschinenbau und chemische Industrie. Im ersten Schritt **reichen robuste und einfache Mikrocontroller!**¹ → **Vielleicht** kann Open Source **mehr helfen**, als man **denkt!**

¹Produktion VW Golf in Wolfsburg (!) ab 24. 10. 2025 gestoppt. Engpässe bei Halbleitern (Nexperia).

ANWENDUNGEN FÜR DIE INDUSTRIE

Aktuell verwendet oder liefert die Industrie schon Open-Source Tools:

- **Google** mit XLS Synthese auf 1000 Rechner parallel
<https://google.github.io/xls/>
- Anwendung von DreamPlace P&R durch **Nvidea** und Firmen in China
- Verilator wird u.a. von **NXP** und **Tesla** eingesetzt
- **Spherical** benutzt Klayout und Xschem

Siehe auch den Artikel **Free and Open Chip Design Tools** unter
<https://hep-alliance.org/Project/>

Open-Source-Hardware ist für die **Lehre fast unverzichtbar**,
ermöglicht **neue Geschäftsmodelle** und macht **Lieferketten robust(er)**

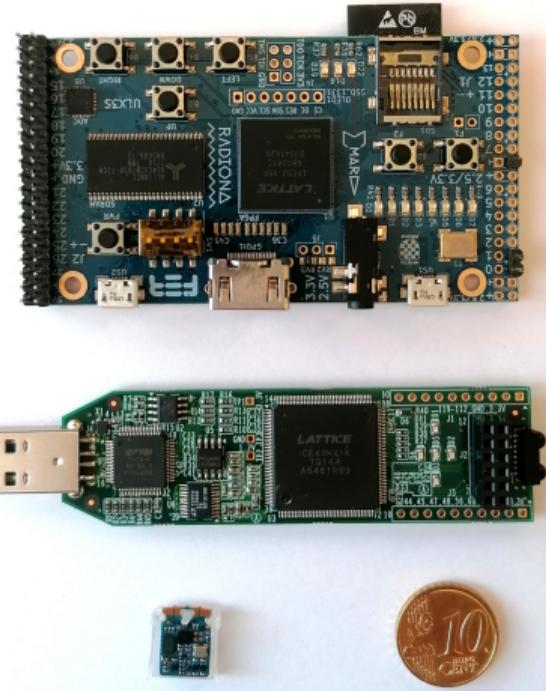
BEISPIELE & RESULTATE

HE WHO CONTROLS THE SPICE CONTROLS THE UNIVERSE

FPGAs:

- 2013: Xilinx Vivado 20-30GB Lizenzen & Exportkontrollen Schlechte Linuxunterstützung
- 2015: Yosys, Lattice FPGA and Next-PNR.
- 2021: QuantumRISC-VM.
- Heute: **oss-cad-suite**.
Ständige Verbesserung durch CI
Für Informatiker: Viel mehr Spass!

https://quantumrisc.org/projektergebnisse_en.html
<https://github.com/YosysHQ/oss-cad-suite-build/releases>
<https://radiona.org/ulx3s/>
<https://www.latticesemi.com/icestick>
<https://tomu.im/fomu.html>



Fotos: Thorsten Knoll

OCDCPRO WIRD LAYR

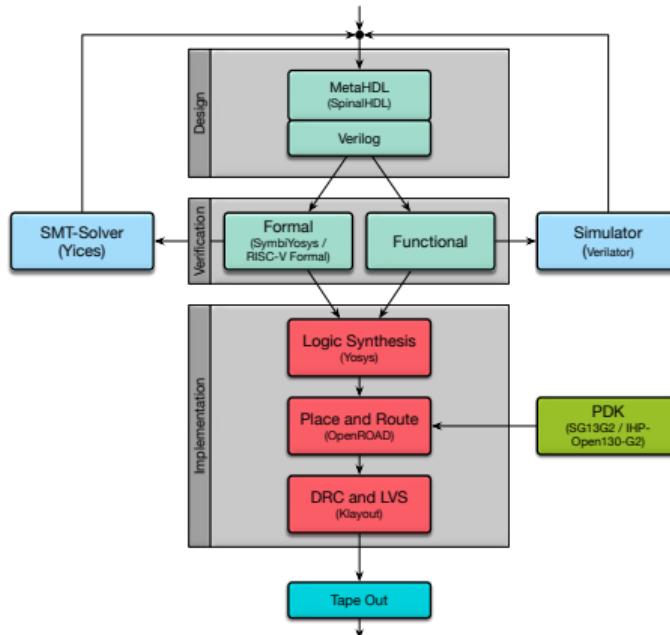


<https://github.com/OCDCpro>



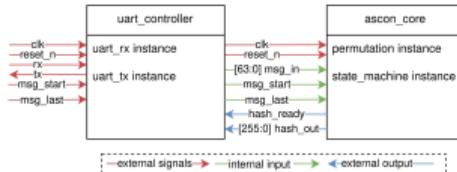
- Entwicklung eines Wettbewerb zum ASIC-Design mit Open Source
- Ziel: Jedes Jahr entwickeln Gruppen von Studierenden ASICs zu einem vorgegebenen Thema
- Alle Ergebnisse werden nach dem Wettbewerb wieder veröffentlicht
- Aktuell: Probelauf um Erfahrungen in der Durchführung zu gewinnen
- Besonderheit: Alle Projektergebnisse live auf [github](https://github.com/OCDCpro)

VE-HEP & DI-SIGN HEP

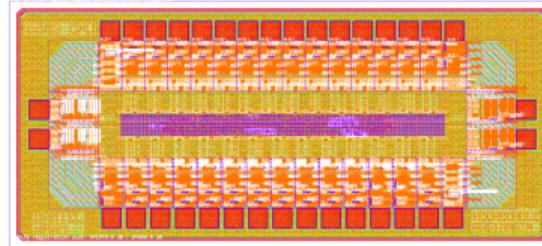


- BMFTR geförderte Projekte (<https://hep-alliance.org/>)
- Entwicklung offener RISC-V basierter **Hardwaresicherheitsmodule** (vgl. TPM/Caliptra)
- Basiert auf SpinalHDL, Vexriscv, **OpenROAD-flow-scripts**, **IHP**, **OpenPDK**
- Offene Hardwarebeschreibung, Werkzeugkette, PDK und GDS. Offener Zufallszahlengenerator.

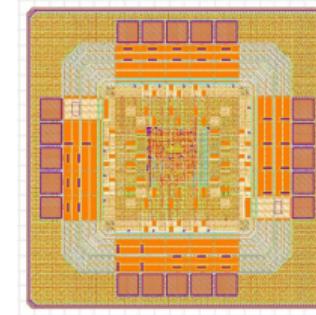
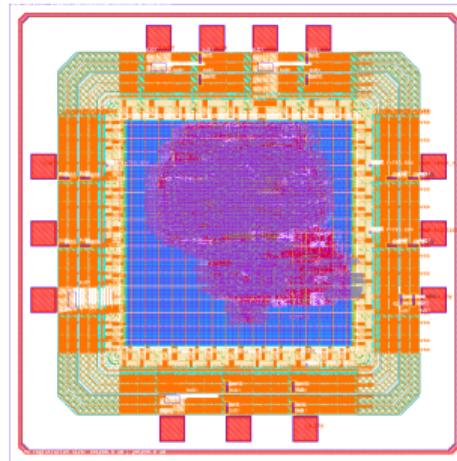
STUDENTISCHE ARBEITEN



Implementierung der ASCON-Verschlüsselung mit
Kommunikationsinterface



Reimplementierung des MOS 6502



GPIO-Expander mit I²C Interface

[https://github.com/The-OpenROAD-Project/OpenROAD-flow-scripts/
tree/master/flow/designs/ihp-sg13g2/i2c-gpio-expander](https://github.com/The-OpenROAD-Project/OpenROAD-flow-scripts/tree/master/flow/designs/ihp-sg13g2/i2c-gpio-expander)

KREATIVE IDEEN

STANDARDZELLEN - 3D DRUCK

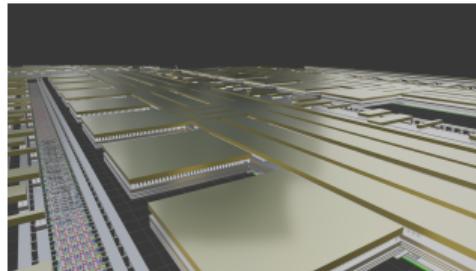


Abbildung von Thorsten Knoll

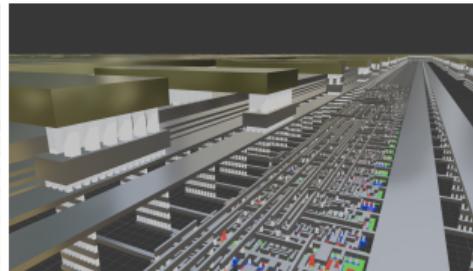
Siehe [https://medium.com/@thorstenknoll/
open-source-ic-cells-as-3d-prints-a-rough-how-to-guide-90a8bc8b3b57](https://medium.com/@thorstenknoll/open-source-ic-cells-as-3d-prints-a-rough-how-to-guide-90a8bc8b3b57)

VISUALISIERUNGEN

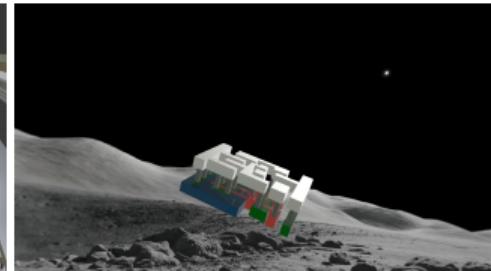
Visualisierungen fördern die Anschauung & Verständnis und locken neue Leute in das Gebiet:



Teststruktur: Zufallszahlengenerator



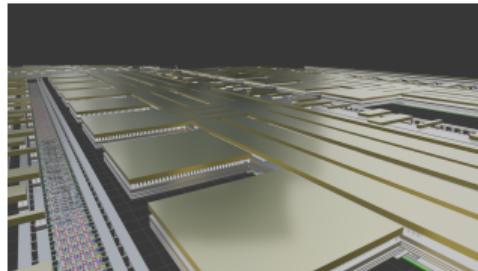
Teststruktur :Zufallszahlengenerator



Darstellung Apple Vision Pro

VISUALISIERUNGEN

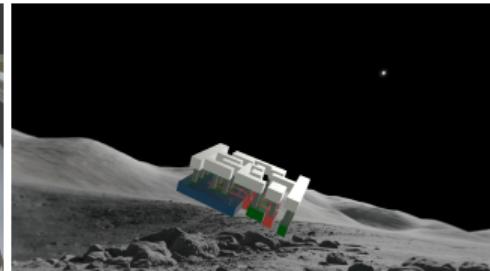
Visualisierungen fördern die Anschauung & Verständnis und locken neue Leute in das Gebiet:



Teststruktur: Zufallszahlengenerator



Teststruktur :Zufallszahlengenerator

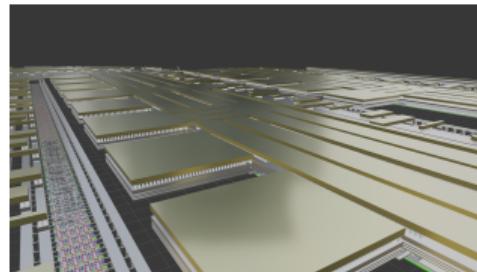


Darstellung Apple Vision Pro

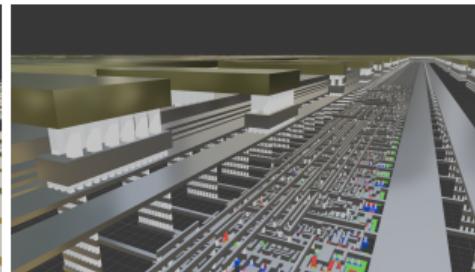
Mit einem offenen PDK und offenen GDS-Files können solche Darstellungen leicht mit offenen Tools (z.B. gds2stl, Blender) erstellt werden.

VISUALISIERUNGEN

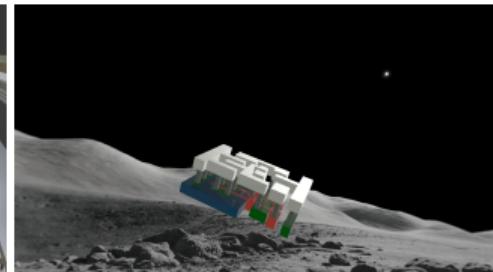
Visualisierungen fördern die Anschauung & Verständnis und locken neue Leute in das Gebiet:



Teststruktur: Zufallszahlengenerator



Teststruktur :Zufallszahlengenerator



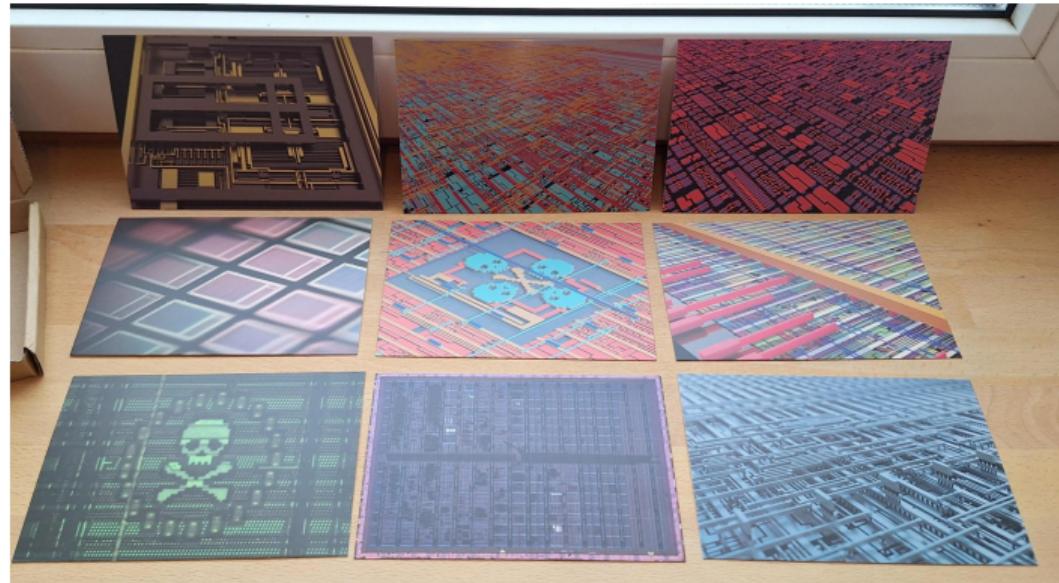
Darstellung Apple Vision Pro

Mit einem offenen PDK und offenen GDS-Files können solche Darstellungen leicht mit offenen Tools (z.B. gds2stl, Blender) erstellt werden.

Evtl. kann man dies für Lehre, visuelle Inspektion (Trojaner) oder die Darstellung von Schaltvorgängen verwenden.

OH, THERE'S JUST ONE MORE THING...

Tiny Tapeout ermöglicht **niederschwelligen Einstieg** mit HDL oder graphischem Editor (Wokwi). Aktuell 15 Tapeouts, wobei die ersten vier Tapeouts 709 Designs enthalten.



AUSBLICK

THE NEXT BIG THING

Die Toolunterstützung wird sich weiterentwickeln:

- Hochschule benötigen die Werkzeuge für die **Lehre**
- **Plattform für Forschung** (z.B. P&R mit KI oder Quantencomputern)
- Geopolitische Probleme bleiben bestehen, d.h. **Unabhängigkeit** wird **unverzichtbar**

THE NEXT BIG THING

Die Toolunterstützung wird sich weiterentwickeln:

- Hochschule benötigen die Werkzeuge für die **Lehre**
- **Plattform für Forschung** (z.B. P&R mit KI oder Quantencomputern)
- Geopolitische Probleme bleiben bestehen, d.h. **Unabhängigkeit** wird **unverzichtbar**

Wir brauchen **einfachen Zugriff auf Fertigungskapazitäten für alle!**

N. Herfurth, A. Weber, S. Reith, The Transparent Reference Fab: A scalable, open blueprint for European semiconductor sovereignty

THE NEXT BIG THING

Die Toolunterstützung wird sich weiterentwickeln:

- Hochschule benötigen die Werkzeuge für die **Lehre**
- **Plattform für Forschung** (z.B. P&R mit KI oder Quantencomputern)
- Geopolitische Probleme bleiben bestehen, d.h. **Unabhängigkeit** wird **unverzichtbar**

Wir brauchen **einfachen Zugriff auf Fertigungskapazitäten für alle!**

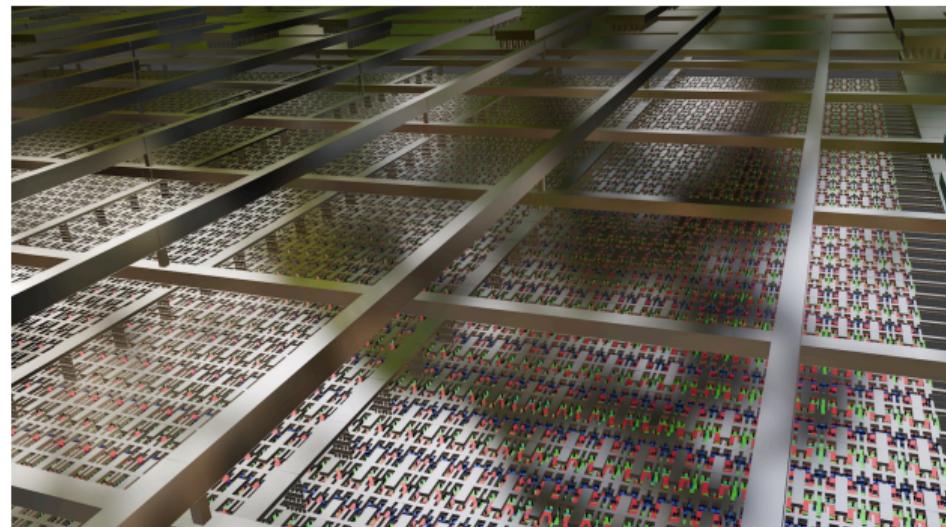
N. Herfurth, A. Weber, S. Reith, The Transparent Reference Fab: A scalable, open blueprint for European semiconductor sovereignty

Suche nach Wegen die Open-Source Prinzipien auf den Bau und Betrieb von Fabs zu übertragen!

Q AND A

Vielen Dank!

Fragen \wedge Anmerkungen?



steffen.reith@hs-rm.de