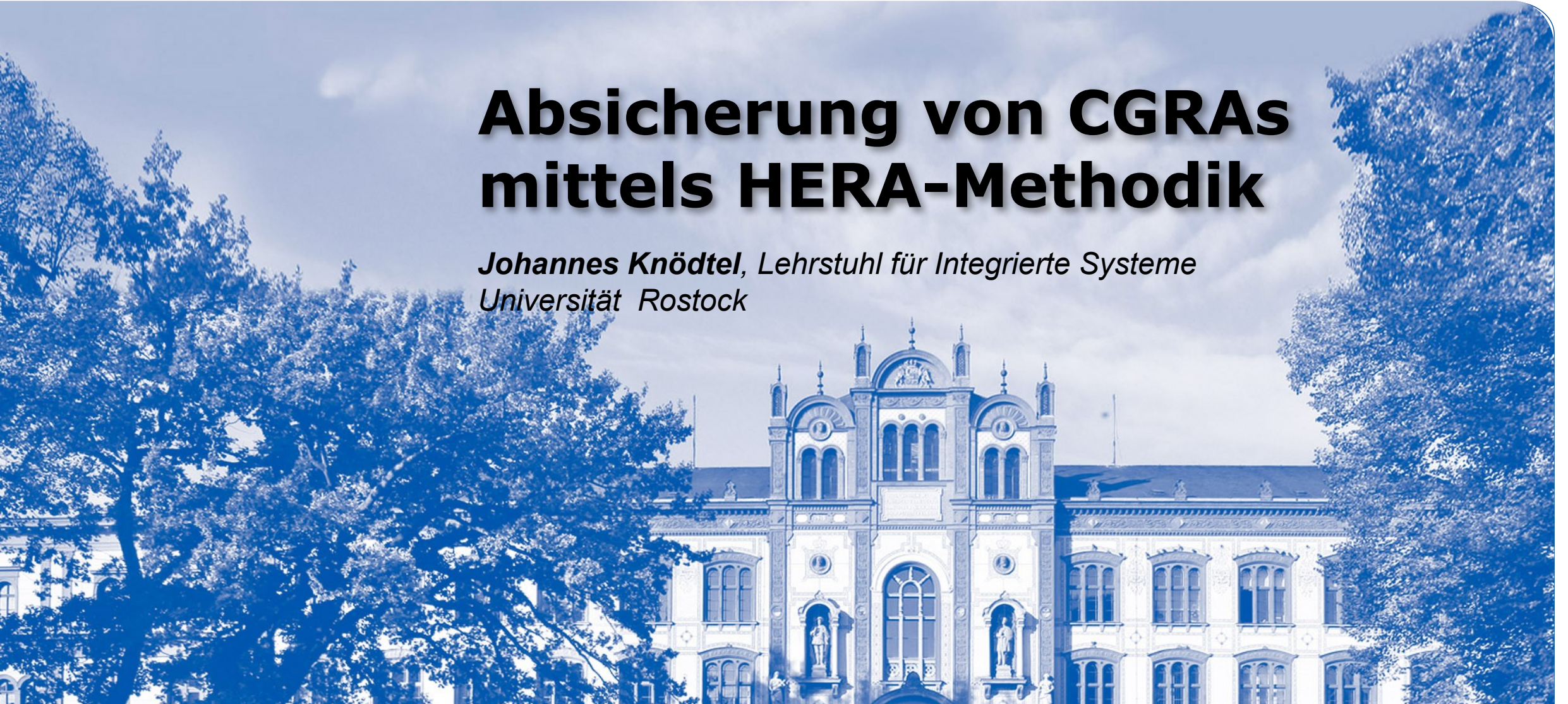


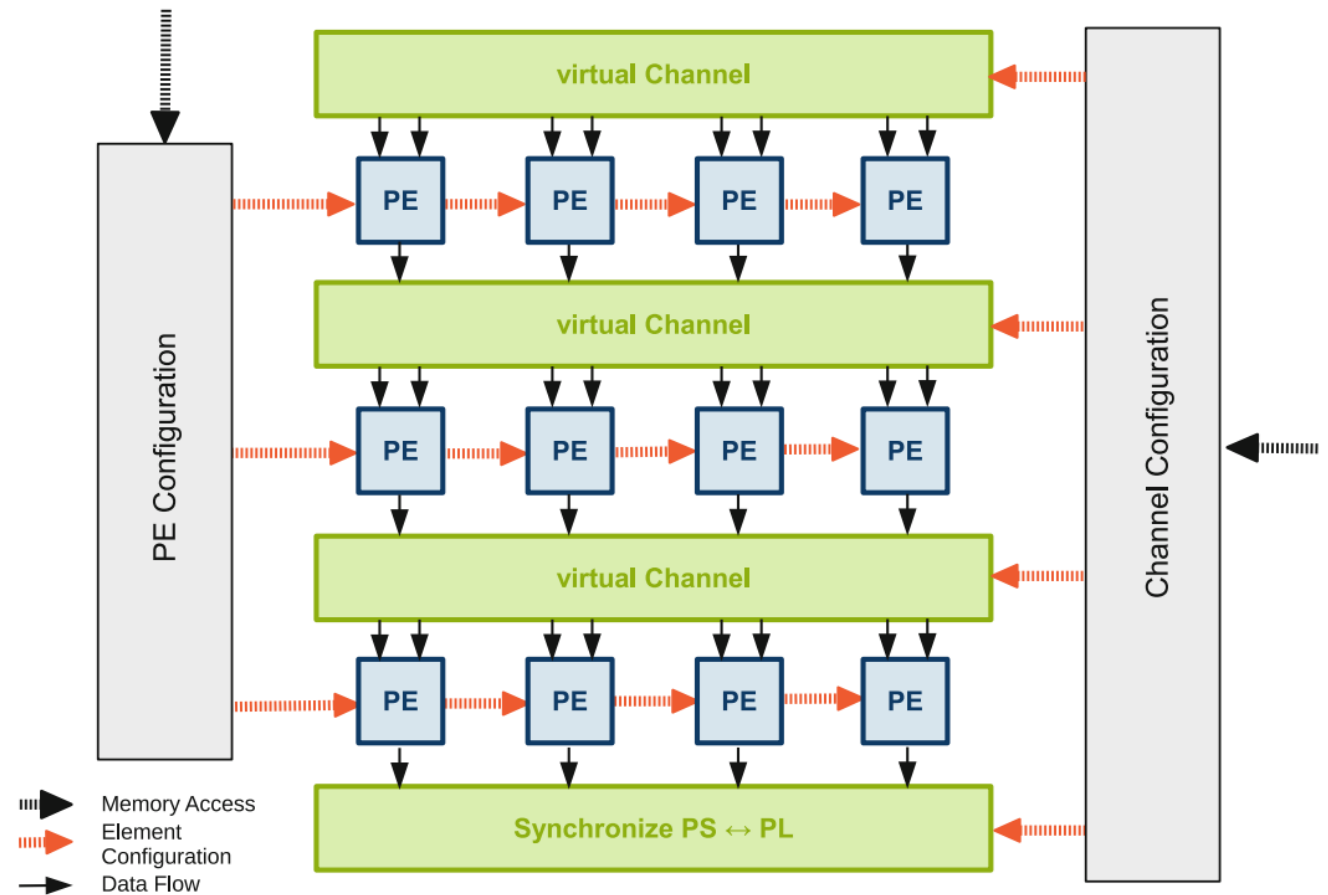
Absicherung von CGRAs mittels HERA-Methodik

*Johannes Knödtel, Lehrstuhl für Integrierte Systeme
Universität Rostock*



Einleitung zu CGRAs

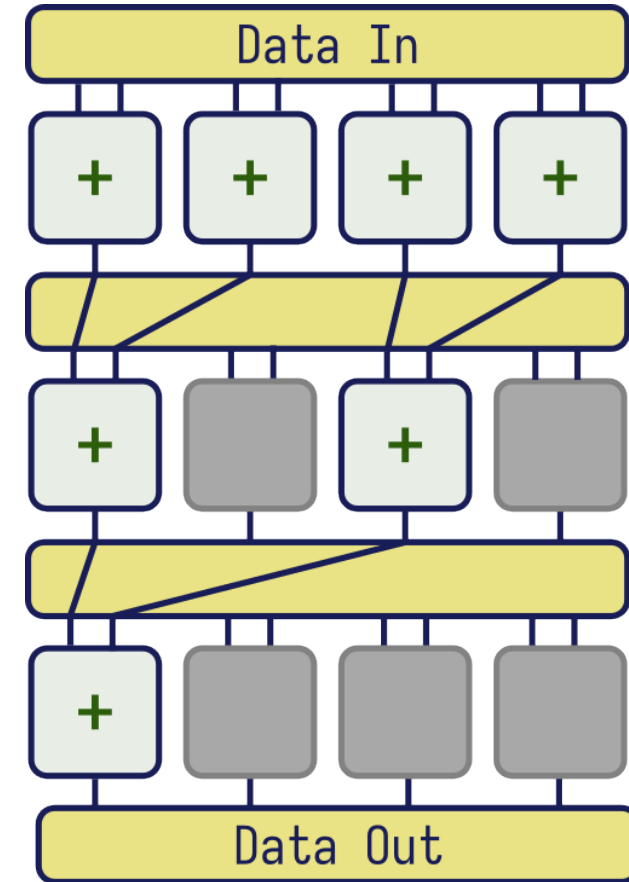
- CGRAs (Coarse-Grained Reconfigurable Arrays) sind grobgranulare rekonfigurierbare Rechnerarchitekturen
- Bestehen aus groben Recheneinheiten und Verbindungen
- Bieten Flexibilität und hohe Leistungsfähigkeit in bestimmten Anwendungen



From: Fricke, F., Werner, A., Shahin, K., Huebner, M. (2018). CGRA Tool Flow for Fast Run-Time Reconfiguration. In: Voros, N., Huebner, M., Keramidas, G., Goehringer, D., Antonopoulos, C., Diniz, P. (eds) Applied Reconfigurable Computing. Architectures, Tools, and Applications. ARC 2018. Lecture Notes in Computer Science(), vol 10824. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-78890-6_53 (Used with Permission)

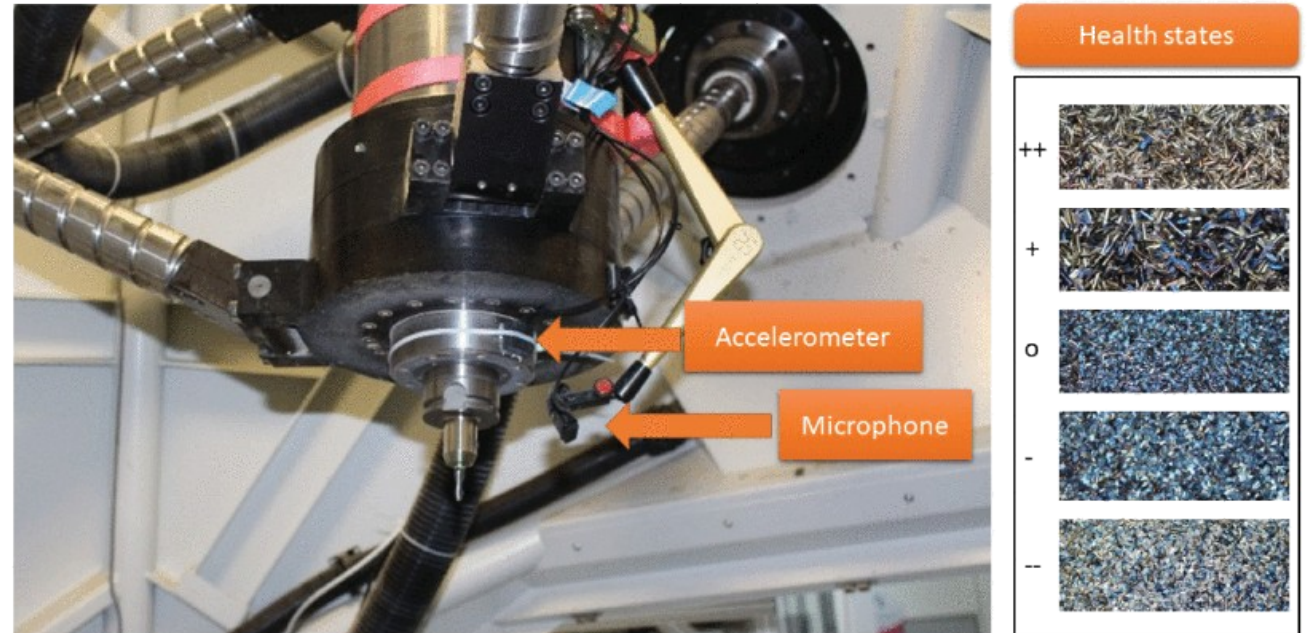
Einleitung zu CGRA (cont.)

- Erlauben dynamische Konfiguration
 - Vergleichbar mit FPGAs aber datenflussorientiert
- Ideal für parallele Verarbeitung und komplexe Berechnungen
- Liefern einen Ausgleich zwischen Flexibilität/Programmierbarkeit, Effizienz und Performance



CGRAs in der Industrie 4.0

- Anwendungen der Industrie 4.0 benötigen anpassbare, leistungsfähige Architekturen
- CGRAs erlauben Echtzeitdatenanalytik und Maschinelles Lernen
- Diese Anwendungen sind essenziell für Smart Manufacturing und die Integration von Industrial IoT



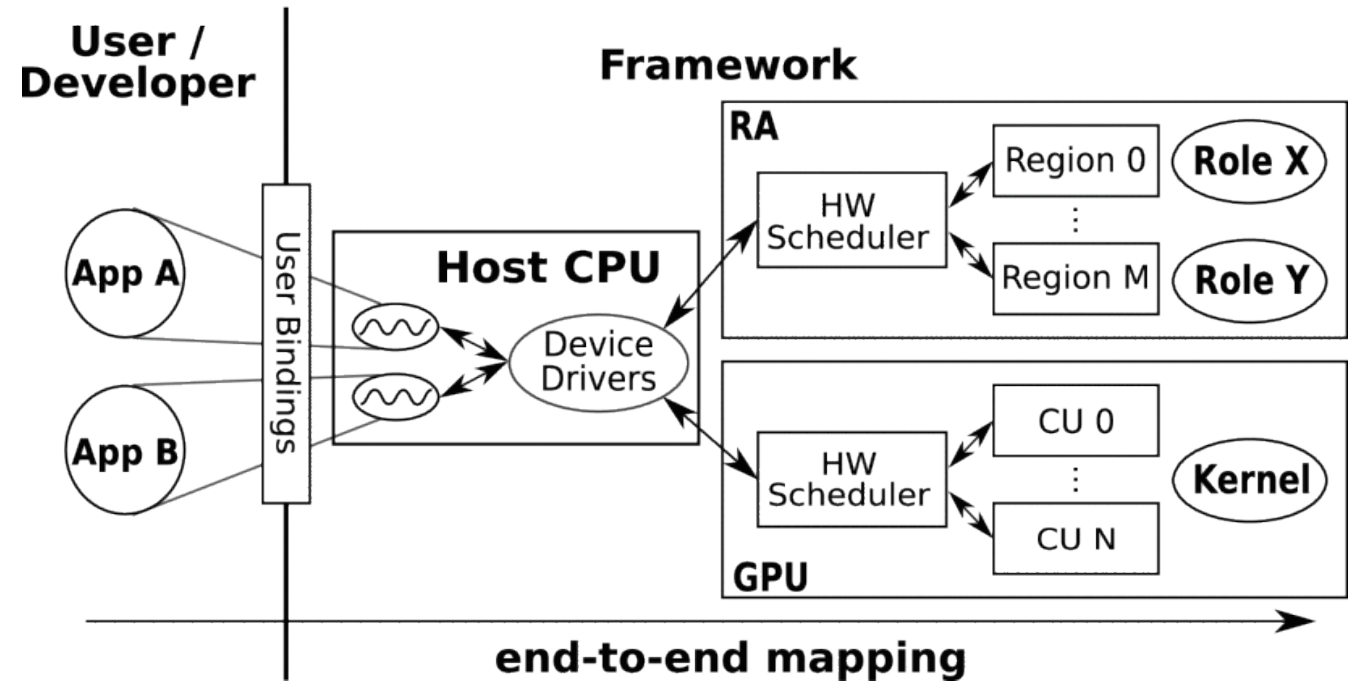
From: P. F. Suawa, A. Halbinger, M. Jongmanns and M. Reichenbach, "Noise-Robust Machine Learning Models for Predictive Maintenance Applications," in IEEE Sensors Journal, vol. 23, no. 13, pp. 15081-15092, 1 July, 2023, doi: 10.1109/JSEN.2023.3273458 (used with permission)

Sicherheitsanforderungen in der Industrie 4.0

- Sicherheitsbedenken sind ähneln denen von FPGAs
- Z.B. Separierung von Komponenten, insbesondere verschiedener Hersteller
- Fokus auf robustes „security-by-design“ in vernetzten Systems

The HERA Methodology

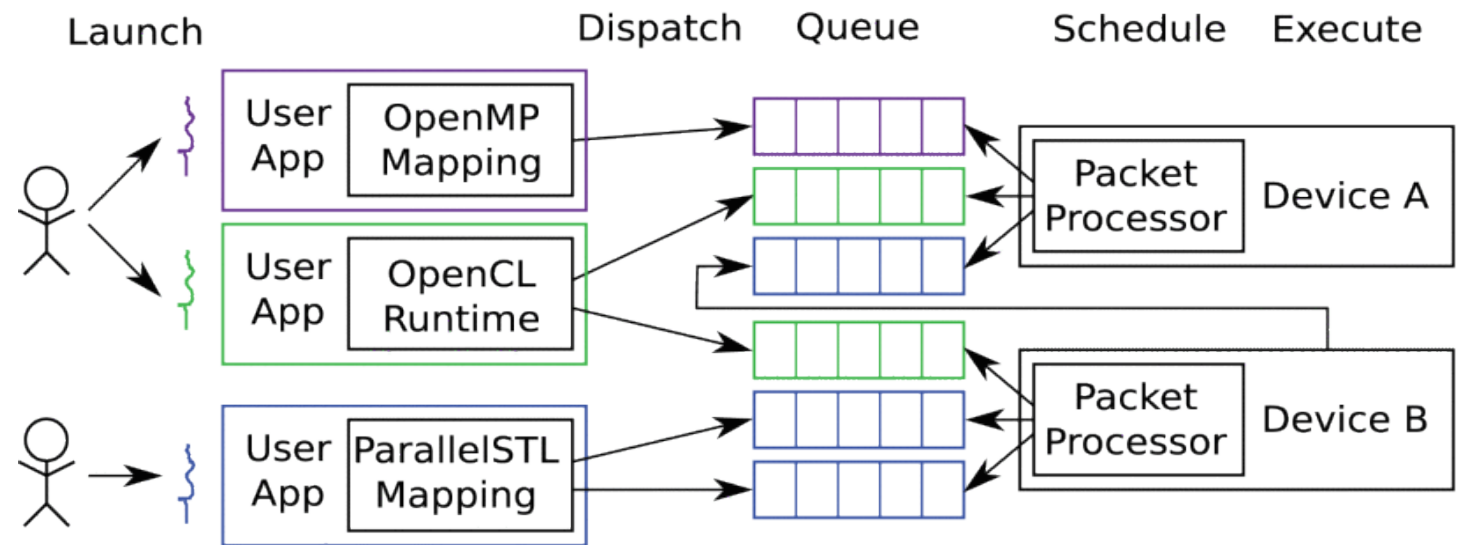
- HERA: Heterogeneous Reconfigurable Architectures
- Fokus auf Mehrnutzerfähigkeit und Entwicklersicht
- Verbessert die Sicherheit und Effizienz in Systemen mit rekonfigurierbaren Architekturen



From: P. Holzinger and M. Reichenbach, "The HERA Methodology: Reconfigurable Logic in General-Purpose Computing," in IEEE Access, vol. 9, pp. 147212-147236, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3123874 (Used with permission)

Packet Processor für CGRAs

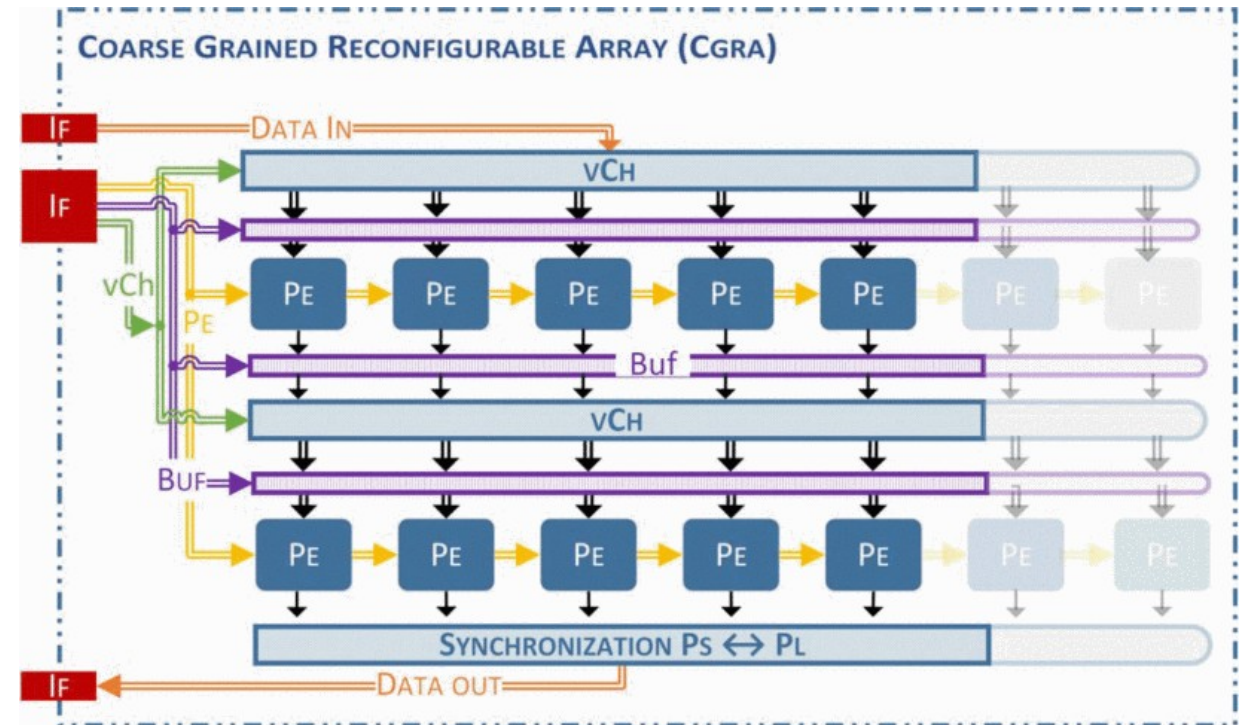
- Komponente verantwortlich für die Ablaufplanung und Einlastung
- Optimiert Ressourcenzuweisung und Lastverwaltung
- Schlüsselkomponente der Verwaltung von CGRAs und deren dynamischen Konfiguration



From: P. Holzinger and M. Reichenbach, "The HERA Methodology: Reconfigurable Logic in General-Purpose Computing," in IEEE Access, vol. 9, pp. 147212-147236, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3123874 (Used with permission)

Zielformat: VCGRA

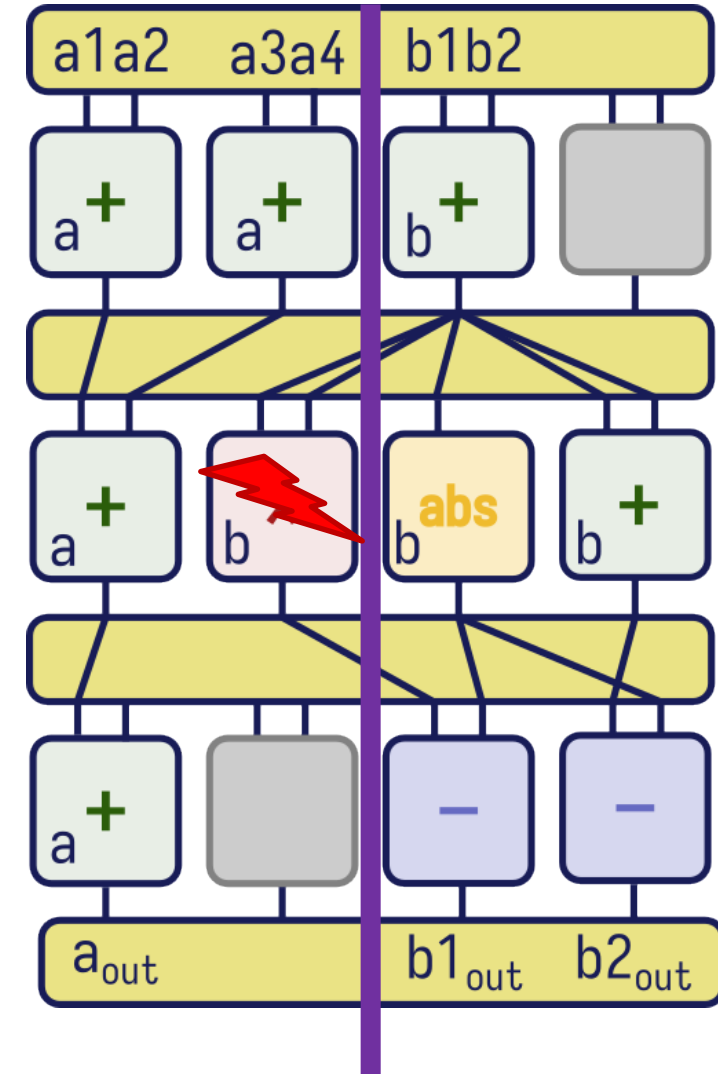
- CGRA als FPGA-Firmware
- Overlay-Architektur verbessert die Flexibilität und erlaubt Implementierung auf bestehenden physischen Systemen
- Ermöglicht schnelle Prototypenentwicklung und die niederschwellige Integration von CGRA-Komponenten



From: F. Fricke, A. Werner, K. Shahin, F. Werner and M. Hübner, "Automatic Tool-Flow for Mapping Applications to an Application-Specific CGRA Architecture," *2019 IEEE International Parallel and Distributed Processing Symposium Workshops (IPDPSW)*, Rio de Janeiro, Brazil, 2019, pp. 147-154, doi: 10.1109/IPDPSW.2019.00033.
(used with permission)

Resourcenteilung und Sicherheit auf CGRAs

- CGRAs sollten eine teilbare Ressource wie FPGAs darstellen
- Herausforderungen:
 - Partitionierung
 - Speicherschutz
 - Seitenkanäle
- Zeitscheibenbetrieb oft nicht besonders effizient
 - Konsolidierung von Aufgaben
 - Neue potentielle Seitenkanäle



Zusammenfassung

- CGRAs könnten eine Rolle in der Industrie 4.0 spielen
- Sicherheitsaspekte derzeit noch nicht in der Tiefe untersucht
- Die HERA-Methodik kann hier einen substantiellen Beitrag leisten