



*Wolfgang Karl studierte von 1979 bis 1986 Informatik an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Er promovierte 1992 mit einer Arbeit über parallele Prozessorarchitekturen und ihren Codegenerierungstechniken an der Fakultät für Informatik der Technischen Universität München. Im Jahr 2002 habilitierte er sich dort mit einer Arbeit über die Architektur und effiziente Programmierung von Cluster-Systemen. Seit 2003 ist er Professor für Informatik am Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Am Institut für Technische Informatik (ITEC) leitet er die Forschungsgruppe Rechnerarchitektur und Parallelverarbeitung. Zu den Forschungsschwerpunkten von Wolfgang Karl gehören die Architektur und die effiziente Nutzung heterogener paralleler Rechnerstrukturen.*

*In der Gesellschaft für Informatik war er von 2010 bis 2013 Mitglied des erweiterten Vorstands und von 2010 bis 2015 Mitglied des Präsidiums. Er ist Sprecher des GI / ITG Fachausschusses ARCS (Architektur von Rechensystemen). In der Informationstechnischen Gesellschaft (ITG) im VDE ist er Mitglied im wissenschaftlichen Beirat.*

*Seit 2009 ist Wolfgang Karl Vorsitzender der Konrad-Zuse-Gesellschaft e.V.*

### ÜBERBLICK UND ALLGEMEINES

Die Forschungsgruppe Rechnerarchitektur und Parallelverarbeitung befasst sich mit heterogenen parallelen Rechnerarchitekturen, die durch ein hohes Maß an Parallelverarbeitung auf den verschiedenen Systemebenen sowie durch Diversität beispielsweise auf Knotenebene durch Multi-core Prozessorarchitekturen, die durch Beschleuniger-Architekturen ergänzt werden, gekennzeichnet sind. Für die Anwendungsprogrammierung stellt sich die Aufgabe der effizienten Parallelisierung der Anwendung mit Hilfe (von zum Teil verschiedenen) parallelen Programmiermodellen, zum anderen erfordern die unterschiedlichen Programmierschnittstellen der Zielressourcen umfangreiche und detaillierte Kenntnisse der zugrundeliegenden Zielplattform für deren effiziente Nutzung. Das Ziel ist es, Methoden und Werkzeuge zu erforschen, mit denen die Komplexität der zugrundeliegenden Zielplattform bei der Anwendungsprogrammierung verborgen werden kann und gleichzeitig eine effiziente Nutzung der verfügbaren Rechenressourcen ermöglicht wird.

Trotz einer möglichst guten Anpassung von Algorithmen an die zugrunde liegende heterogene parallele Hardware, existieren Anwendungsbereiche, in denen die Leistungsfähigkeit oder die Energieaufnahme des betrachteten Systems nicht zufriedenstellend ist.

Einen weiteren Schwerpunkt bildet deshalb die Erforschung von Approximate Computing Ansätzen. Diese betrachten die gezielte Approximation in Systemen, um eine Abwägung zwischen Berechnungsgüte und benötigten Ressourcen gezielt steuern zu können. Hierbei wird die Genauigkeit der Ergebnisse einer Berechnung als Parameter in einem System berücksichtigt, sodass unter tolerierbarem Verlust der Genauigkeit Optimierungsziele wie Energieverbrauch, Rechenleistung oder Einhaltung von Echtzeitbedingungen verbessert werden können. Approximate Computing Ansätze können in Software oder in Hardware integriert werden. Das sinnvolle Zusammenspiel verschiedener Verfahren in einem System zu erforschen ist ein wesentliches Ziel der Arbeiten in diesem Bereich. Besonders für Anwendungen aus den Bereichen der Bildverarbeitung oder des maschinellen Lernens kann die gezielte Ausnutzung inherenter Toleranzen hinsichtlich approximierter Berechnungen sinnvoll sein. Ebenso werden neue genauigkeitsbewusste Ansätze im Bereich des wissenschaftlichen Rechnens erforscht.

## ERGEBNISSE UND ERFOLGE

Mit HALadapt ist ein Laufzeitsystem für heterogene parallele Rechnerarchitekturen entstanden und weiterentwickelt worden, das von der zugrunde liegenden Hardware abstrahiert und unabhängig von Programmierer bzw. Programmiererin für eine Aufteilung und Abbildung der Arbeitslast auf die zur Verfügung stehenden Zielressourcen sorgt. Gemäß den Prinzipien der Selbstorganisation beobachtet HALadapt das Laufzeitverhalten von Programmen und trifft auf der Basis der gesammelten Informationen Entscheidungen über die Abbildungsstrategie hinsichtlich der aktuellen Optimierungsziele.

In einem Miniprojekt des Software Campus wurde HALadapt für den Einsatz im Bereich eingebetteter Systeme weiter erforscht, wobei insbesondere dynamische Scheduling-Verfahren betrachtet wurden. Im vom BMBF geförderten Verbundprojekt ENVELOPE werden für HALadapt Verfahren zur Erhöhung der Zuverlässigkeit von HPC-Systemen erforscht.

In einem Teilprojekt des Projekts „KIT-Lehre<sup>Forschung</sup>-PLUs“ wird ein neuer Ansatz verfolgt, Studierende verschiedener Fachrichtungen gemeinsam mit Hilfe innovativer Lehrmethoden an Problemstellungen und Lösungsverfahren im Bereich der numerischen Simulation heranzuführen.

## AUSGEWÄHLTE PUBLIKATIONEN

M. Bromberger, W. Karl: A Transparent View on Approximate Computing Methods for Tuning Applications. In: *High Performance Computing ISC High Performance 2018 International Workshops*. Frankfurt/Main, Revised Selected Papers, LNCS, vol 11203, Springer, S. 570-578, 2018.

M. Bromberger, V. Heuveline, W. Karl: Reducing Energy Consumption of Data Transfers Using Runtime Data Type Conversion. In: *Architecture of Computing Systems – ARCS 2016*. LNCS, vol 9637. Springer, 2016.

A. Toma, S. Pagani, J. Chen, W. Karl, J. Henkel: An Energy-Efficient Middleware for Computation Offloading in Real-Time Embedded Systems. 2016 IEEE 22nd International Conference on Embedded and Real-Time Computing Systems and Applications (RTCSA). Daegu, Südkorea, S. 228-237, 2016.

## MITARBEITERINNEN UND MITARBEITER

### Verwaltungspersonal

Gull-Nida Amjad

### Wissenschaftliches Personal

Thomas Becker

Dr. Michael Bromberger

Markus Hoffmann