

# LavA: Betriebssysteme für konfigurierbare eingebettete Rechnersysteme von Morgen

- *Abstract* -

Michael Engel, Matthias Meier, Horst Schirmeier,  
Jochen Streicher und Olaf Spinczyk

Arbeitsgruppe für Eingebettete Systemsoftware  
Technische Universität Dortmund

1. September 2009

Im Bereich der Rechnerarchitekturen für eingebettete Systeme sind zwei wichtige Trends zu beobachten. Zum einen ist durch die steigenden Integrationsdichten Chipfläche kaum noch ein begrenzender Faktor, so dass immer häufiger *Multi-* oder *Manycore*-Systeme zum Einsatz kommen. Zum anderen verschwimmt die Grenze zwischen Hard- und Software. Hardwarestrukturen werden mittlerweile mit Hilfe von Hardwarebeschreibungssprachen formuliert und können, beispielsweise im Falle von FPGA-Technologie, im Prinzip von jedermann synthetisiert werden.

Die Systemsoftware wird diesen Trends bisher noch nicht gerecht. Das im Rahmen dieses Vortrags vorgestellte, kürzlich gestartete Forschungsprojekt LavA verfolgt das Ziel, die Grundlagen für eine neuartige Systeminfrastruktur zu entwickeln, und dabei bewusst mit einigen klassischen Grundmustern des Betriebssystembaus zu brechen. So wird als zugrundeliegendes Maschinenmodell nicht eine klassische CPU angenommen, sondern stattdessen eine universelle, konfigurierbare und potentiell beliebig parallele Hardware, wie beispielsweise ein FPGA oder ASIC. Die durch eine Beschreibungssprache formulierten Hardwarestrukturen werden als *Bestandteil* der Systeminfrastruktur aufgefasst. In früheren Projekten verfolgte Ansätze zur anwendungsspezifischen statischen Systemsoftwarekonfigurierung [1] können so auf Hardwarestrukturen ausgeweitet werden. Der Ansatz erlaubt die Beibehaltung klassischer Systemsoftwareschnittstellen bei gleichzeitiger Ausnutzung feingranular konfigurierbarer paralleler Hardwarestrukturen mit dem Ziel verbesserter Performance-, Echtzeit- und Energieverbrauchseigenschaften.

In einer Veröffentlichung der Firma Tensilica, einem der größten Anbieter konfigurierbarer Hardware, werden die wichtigsten aktuellen Forschungsfragen dieser wachsenden Domäne der konfigurierbaren und potentiell parallelen Rechnersysteme folgendermaßen umrissen [2]:

- Bestimmung von Anzahl und Konfiguration der benötigten Prozessoren
- Auslegung von Strukturen zur Interprozessorkommunikation
- Umgang mit Nebenläufigkeit und Synchronisation inklusive entsprechender Programmiermodelle
- Konfigurierung des Speichers hinsichtlich Hierarchie, Typ, Menge und Latenzen
- Betriebsmodi und Kontrollmechanismen für die Energieverwaltung
- Skalierbarkeit von Entwurf und Plattform hinsichtlich vieler Prozessoren
- Partitionierung von Applikationen

Bei einem wesentlichen Teil dieser Fragestellungen handelt es sich um klassische Aufgaben von Betriebssystemen. Umso überraschender ist es daher, dass nur relativ wenige Arbeiten sich mit Betriebssystemunterstützung bzw. der Adaptierung von bewährten Ansätzen aus dem Betriebssystembau befassen. Diese Lücke soll mit LavA geschlossen werden.

Um dies zu erreichen, verfolgen wir den Ansatz, die Systemsoftware *und* die darunterliegenden konfigurierbaren Hardwarestrukturen durchgängig, d.h. auf Basis vergleichbarer Techniken und unter Ausnutzung desselben Wissens, anwendungsgetrieben maßzuschneidern. Es geht also nicht wie bei vielen aktuellen Arbeiten in diesem Bereich darum, Applikationsprozesse auf eine gegebene *Multi-* oder *Manycore-*Architektur abzubilden, sondern stattdessen Entwicklern von eingebetteten Systemen, denen eine konfigurierbare Hardware zugrunde liegt, eine Hilfestellung bei der Maßschneidung der Hardware und der Systemsoftware zu geben. Software- und Hardwarestrukturen werden gleichermaßen bedarfsgetrieben aus Anwendungsanforderungen abgeleitet. Dieses Vorgehen bietet konstruktionsbedingt nicht nur Vorteile bzgl. des Entwicklungsprozesses, sondern auch verbesserte Echtzeit- und Isolationseigenschaften, da im Idealfall pro Anwendungsprozess ein CPU-Kern instanziiert wird. Zudem eröffnet es neue Möglichkeiten zu Energieverbrauchsreduzierung.

Der Vortrag wird die ersten Arbeiten im Rahmen dieses Projekts vorstellen.

## Literatur

- [1] Daniel Lohmann, Wanja Hofer, Wolfgang Schröder-Preikschat, Jochen Streicher, and Olaf Spinczyk. CiAO: An aspect-oriented operating-system family for resource-constrained embedded systems. In *Proceedings of the 2009 USENIX Annual Technical Conference*, Berkeley, CA, USA, June 2009. USENIX Association.
- [2] G. Martin. Overview of the MPSoC design challenge. *Design Automation Conference, 2006 43rd ACM/IEEE*, pages 274–279, July 2006.