

# Cyber-Physical Systems

## Verifikation und virtuelles Prototyping für RISC-V-Systeme

### Das Problem

Eingebettete und cyberphysikalische Systeme sind klein, vielseitig und leistungsfähig geworden. Sie werden in einer Vielzahl von Anwendungsbereichen eingesetzt, von Smart Home über Kommunikation, Transport und Produktion.

Diese Vielseitigkeit erfordert eine anpassungsfähige, flexible Architektur, denn verschiedene Anwendungsgebiete bringen unterschiedlichste Anforderungen mit sich.



Leider wird die Architektur der am Markt verfügbaren Prozessoren durch wenige Hersteller dominiert. Ihre Systeme sind durch Patente geschützt, proprietär und geschlossen. Dies erschwert es, neue Prozessoren und darauf aufbauende Systeme (Systems-on-Chip) für neue Anwendungen zu entwickeln, und stellt damit ein Innovationshemmnis dar. Wie können wir dieses Hemmnis beseitigen?

### RISC-V und seine Vorteile

Inspiziert durch den Erfolg von quelloffener Software (wie dem Betriebssystem Linux, welches den Kern des Betriebssystems Android bildet) sind in letzter Zeit offene Designs für Hardware entstanden. Unter diesen hat die RISC-V-Architektur, die seit 2010 an der Universität Berkeley in Kalifornien entwickelt wird, eine enorme Dynamik erreicht.



Bei RISC-V handelt es sich um eine Befehlssatzarchitektur (*instruction set architecture*), die definiert mit welchen Anweisungen ein Mikroprozessor programmiert werden kann, und wie er sich für die Software darstellt (welche Register er beispielsweise hat und wie sie zu benutzen sind).

Für diese Architektur können auf der einen Seite verschiedene Hersteller Hardware-Implementierungen (Prozessoren) bereitstellen, und auf der anderen Seite Software-Hersteller darauf laufende Programme entwickeln. Die offene, standardisierte und patentfreie Architektur erlaubt ein breites, reichhaltiges Ökosystem aus Hard- und Software.

Die wesentlichen Vorteile der RISC-V Architektur sind also: sie ist skalierbar und mit verschiedenen Wortbreiten auf die jeweiligen Anforderungen anpassbar; sie ist modular und flexibel erweiterbar; und sie ist zukunftssicher, weil sie standardisiert, herstellerunabhängig und offen ist.



### Unsere Beiträge

Der Forschungsbereich Cyber-Physical Systems des Deutschen Forschungszentrums für Künstliche Intelligenz trägt mit mehreren Projekten zum Erfolg von RISC-V bei, und stellt diese Arbeiten auf der Hannover-Messe 2021 vor. Im Projekt HEP wird zusammen mit akademischen und Anwendungspartnern aus dem Bereich der Automobilindustrie ein formal verifizierter RISC-V-Prozessor samt Krypto-Beschleuniger entwickelt, zusammen mit einer quelloffenen Werkzeugkette. Darüber hinaus wird im Projekt VerSys ein auf SystemC basierender virtueller Prototyp für RISC-V-Systeme zu einer industrietauglichen Verifikationsplattform weiterentwickelt, welche konsistent, korrekt, und genauso skalierbar und modular wie die RISC-V-Architektur ist, und leicht von Benutzern an ihre Anforderungen angepasst werden kann.



#### Kontakt:

DFKI GmbH  
Cyber-Physical Systems

Prof. Dr. Christoph Lüth



+49 421 218 59830



[www.dfki.de/cps](http://www.dfki.de/cps)



Bibliothekstraße 5  
D-28359 Bremen



[Christoph.Lueth@dfki.de](mailto:Christoph.Lueth@dfki.de)