

---

**Modulbezeichnung: Parallele Systeme (PSYS-VU)**  
 (Parallel Systems)

**5 ECTS**

Modulverantwortliche/r: Jürgen Teich

Lehrende: Frank Hannig, Jürgen Teich

Startsemester: SS 2021

Dauer: 1 Semester

Turnus: jährlich (SS)

Präsenzzeit: 60 Std.

Eigenstudium: 90 Std.

Sprache: Deutsch oder Englisch

---

**Lehrveranstaltungen:**

Parallele Systeme (SS 2021, Vorlesung, 2 SWS, Frank Hannig et al.)

Übung zu Parallele Systeme (SS 2021, Übung, 2 SWS, Frank Hannig)

---

**Inhalt:**

Aktuelle PCs verfügen über Mehrkernprozessoren und Grafikkarten, die wiederum aus hunderten von einfachen Prozessoren bestehen können. Hierdurch wird ein hohes Maß an nebenläufiger Datenverarbeitung möglich, welche bis vor einigen Jahren nur in Großrechnern erreicht werden konnte. Die effiziente Ausnutzung dieser Parallelität bedarf allerdings mehr als nur mehrerer Prozessoren, insbesondere muss das zu lösende Problem Parallelverarbeitung erlauben. In dieser Vorlesung werden Eigenschaften unterschiedlicher paralleler Rechnerarchitekturen und Metriken zu deren Beurteilung behandelt. Weiterhin werden Modelle und Sprachen zum Programmieren paralleler Rechner eingeführt. Neben der Programmierung von allgemeinen Parallelrechnern werden Entwurfsmethoden (CAD) vorgestellt, wie man ausgehend von einer algorithmischen Problemstellung ein massiv paralleles Rechenfeld in VLSI herleiten kann, das genau dieses Problem optimal parallel berechnet. Solche Schaltungen spielen auf der Bit- bzw. Wortebene eine dominante Rolle (Arithmetik) sowie bei Problemen der Signal- und Bildverarbeitung (z.B. Filter). Schwerpunkt der Vorlesung ist die Vermittlung von Grundlagen der parallelen Datenverarbeitung.

Im Einzelnen werden behandelt:

1. Theorie der Parallelität (parallele Computermodelle, parallele Spezifikationsformen und -sprachen, Performanzmodelle und -berechnung)
2. Klassifikation paralleler und skalierbarer Rechnerarchitekturen (Multiprozessoren und Multicomputer, Vektorrechner, Datenflussmaschinen, VLSI-Rechenfelder)
3. Programmierbare System-on-Chip (SoC) und Mehrkern-Architekturen (Grafik-Prozessoren, Cell, etc.)
4. Programmierung paralleler Rechner (Sprachen und Modelle, Entwurfsmethoden und Compiler, Optimierung)
5. Massive Parallelität: Vom Algorithmus zur Schaltung

*Today's PCs consist of multi-core processors and graphics cards that again comprise hundreds to thousands of simple processors. As a result of this, a very high degree of parallel data processing becomes possible, which was subjected to supercomputers a couple of years ago. The efficient exploitation of parallel processing requires not only multiple processors but also parallelism inherent in the problem to be solved. In this lecture, properties of different parallel computer architectures and corresponding quality metrics are examined. Further, models and parallel programming languages are introduced. In addition to programming general parallel computers, design methods (CAD) are presented that systematically transform an algorithmic problem description into a massive parallel processor array (VLSI), which can optimally execute the given problem in parallel. Such highly parallel circuits play an essential role at the bit level and circuit level (arithmetics) as well as in the case of signal processing and image processing (e.g., filter). The focus of this lecture are foundations of parallel data processing.*

*In detail, the following topics are covered:*

1. *Theory of parallelism (parallel models of computation, parallel specification and parallel languages, performance models)*
2. *Classification of parallel and scalable computer architectures (multi-processors and multi-computers, vector computers, data-flow machines, VLSI processor arrays)*
3. *Programmable System-on-Chip (SoC) and multi-core architectures (graphics processors, Cell, etc.)*

4. Programming of parallel computers (languages and models, design methods and compiler, optimization)

5. Massive parallelism: From algorithm to circuit

### Lernziele und Kompetenzen:

#### Fachkompetenz

##### Verstehen

- Die Studierenden verstehen grundlegende Konzepte der parallelen Datenverarbeitung, sowohl theoretischer Art anhand von Modellen, als auch an Architekturbeispielen. / *The students become familiar with the fundamentals of parallel data processing, theoretic in the form of models as well as by architecture examples.*

##### Anwenden

- Die Studierenden setzen sich mit modernen eingebetteten parallelen Ein-Chip-Architekturen auseinander. / *The students get familiar with modern embedded parallel system-on-chip architectures.*
- Die Studierenden wenden grundlegende Performanzmodelle und Parallelisierungstechniken zur Analyse und Optimierung von parallelen Algorithmen und Architekturen an. / *The students exercise basic performance models and parallelization techniques for the analysis and optimization of parallel algorithms and architectures.*
- Die Studierenden setzen die Modellierung und den Entwurf von massiv-parallelen Prozessorfeldern in konkreten Aufgaben selbstständig um. / *In concrete tasks, the students apply independently the modeling and the design of massively parallel processors arrays.*

### Literatur:

Siehe Webseite: <https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehveranstaltungen/vorlesungen/parallele-systeme/>

### Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **123#67#H**

(Po-Vers. 2008 | TechFak | Computational Engineering (Master of Science with Honours) | Gesamtkonto | Wahlpflichtbereich Informatik | Parallele Systeme)

[2] **123#67#H**

(Po-Vers. 2008 | TechFak | Computational Engineering (Master of Science with Honours) | Gesamtkonto | Wahlpflichtbereich Angewandte Mathematik | Parallele Systeme)

[3] **Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)**

(Po-Vers. 2009 | TechFak | Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science) | alte Prüfungsordnungen | Gesamtkonto | Technische Wahlmodule | Parallele Systeme)

[4] **Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science)**

(Po-Vers. 2010 | TechFak | Computational Engineering (Rechnergestütztes Ingenieurwesen) (Bachelor of Science) | Gesamtkonto | Technische Wahlmodule | Parallele Systeme)

[5] **Informatik (Bachelor of Arts (2 Fächer))**

(Po-Vers. 2010 | TechFak | Informatik (Bachelor of Arts (2 Fächer)) | Vertiefung Informatik I und II | Vertiefungsmodul Hardware-Software-Co-Design | Parallele Systeme)

[6] **Informatik (Bachelor of Arts (2 Fächer))**

(Po-Vers. 2013 | TechFak | Informatik (Bachelor of Arts (2 Fächer)) | Vertiefung Informatik I und II | Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design | Parallele Systeme)

[7] **Informatik (Bachelor of Science)**

(Po-Vers. 2009s | TechFak | Informatik (Bachelor of Science) | Wahlpflichtbereich (5. und 6. Semester) | Wahlpflichtmodule | Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design | Parallele Systeme)

[8] **Informatik (Bachelor of Science)**

(Po-Vers. 2009w | TechFak | Informatik (Bachelor of Science) | Gesamtkonto | Wahlpflichtbereich (5. und 6. Semester) | Wahlpflichtmodule | Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design | Parallele Systeme)

[9] **Informatik (Master of Science)**

(Po-Vers. 2010 | TechFak | Informatik (Master of Science) | Gesamtkonto | Wahlpflichtbereich | Säule der systemorientierten Vertiefungsrichtungen | Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design | Parallele Systeme)

[10] **Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science)**

(Po-Vers. 2016s | TechFak | Informations- und Kommunikationstechnik (Master of Science) | Gesamtkonto | Schwerpunkte im Masterstudium | Schwerpunkt Eingebettete Systeme | Wahlpflichtmodule | Wahlpflichtmodul aus INF im Schwerpunkt Eingebettete Systeme | Parallele Systeme)

[11] **Mechatronik (Bachelor of Science): 5-6. Semester**

(Po-Vers. 2009 | TechFak | Mechatronik (Bachelor of Science) | Mechatronik (Studienbeginn bis 30.09.2020) | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule | 6 Informatik/Eingebettete Systeme | 6 Informatik/Eingebettete Systeme | Parallele Systeme)

[12] **Mechatronik (Bachelor of Science)**

(Po-Vers. 2020w | TechFak | Mechatronik (Bachelor of Science) | Mechatronik (Studienbeginn ab 01.10.2020) | Gesamtkonto | Wahlpflichtmodule | 6 Informatik/Eingebettete Systeme | Parallele Systeme)

---

**Studien-/Prüfungsleistungen:**

Parallele Systeme (Prüfungsnummer: 35101)

(englische Bezeichnung: Parallel Systems)

Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

- Die Modulnote ergibt sich aus der Prüfungsleistung.
- Ein Wechsel der Prüfungsform von einer Klausur zu einer mündlichen Prüfung ist in Ausnahmefällen (siehe § 16 ABMPO/TechFak) auch nach Semesterbeginn noch möglich. In diesem Fall werden die Studierenden spätestens zwei Wochen nach Vorlesungsbeginn informiert.
- Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch. Die Unterrichts- und Prüfungssprache hängt von den Sprachkenntnissen und Präferenzen der Teilnehmerinnen und Teilnehmer ab und wird dementsprechend innerhalb der ersten zwei Wochen nach Vorlesungsbeginn festgelegt.

Erstablingung: SS 2021, 1. Wdh.: WS 2021/2022

1. Prüfer: Jürgen Teich, 2. Prüfer: Frank Hannig

---

**Organisatorisches:**

Die Auswahl dieses Moduls schließt die Auswahl des Moduls „Parallele Systeme mit erweiterter Übung (PSYS-VEU)“ aus.

**Bemerkungen:**

auch für Computational Engineering