



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN

Fakultät Informatik Institut für Systemarchitektur, Professur für Betriebssysteme

BETRIEBSSYSTEME UND SICHERHEIT

Ausblick

<https://tud.de/inf/os/studium/vorlesungen/bs>

HORST SCHIRMEIER

Inhalt

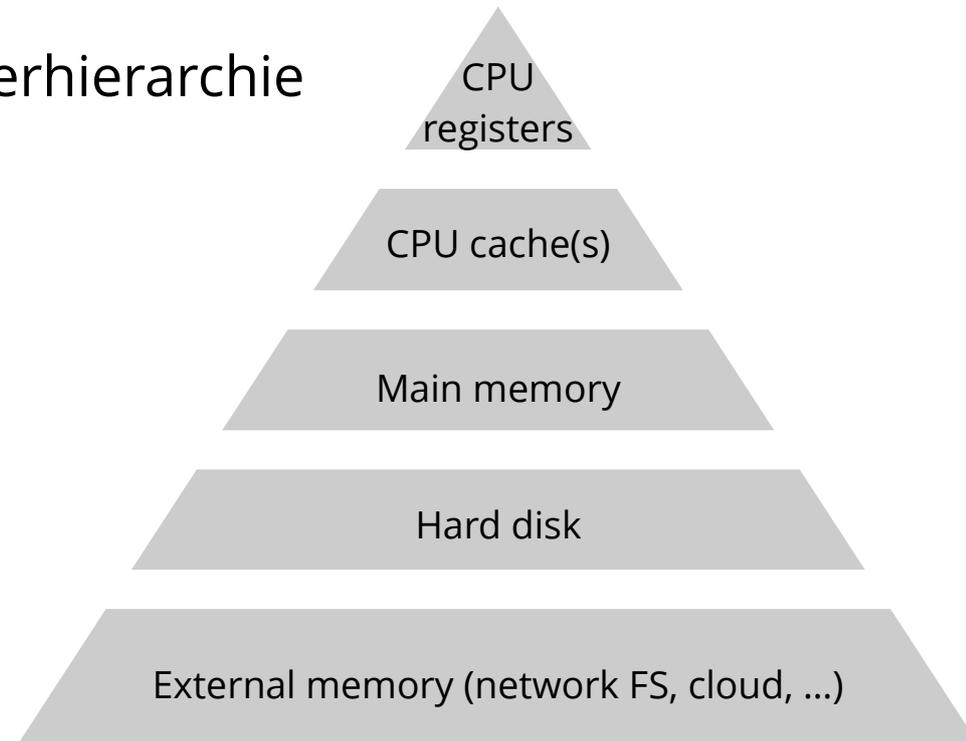
- Neue Herausforderungen
- Betriebssystemforschung und -entwicklung in Dresden
- Evaluationsergebnisse
- Prüfung
- Werbeblock

Inhalt

- **Neue Herausforderungen**
- Betriebssystemforschung und -entwicklung in Dresden
- Evaluationsergebnisse
- Prüfung
- Werbeblock

Heterogene Speicher

- Klassisch: 1-dimensionale Speicherhierarchie
- Abgehangen: NUMA
- Neu: heterogene Speicher
 - **NVRAM:** nicht-flüchtig, fast so schnell wie DRAM
 - **High-Bandwidth Memory (HBM):** besserer Durchsatz, schlechtere Latenz als DRAM



Forschungsfragen:

- Dateiabstraktion oder direkter (byteweiser) Zugriff?
- Persistente Datenstrukturen, Prozesse oder Systeme?
- Generische Betriebssystemschnittstellen? Paging vs. Migration?

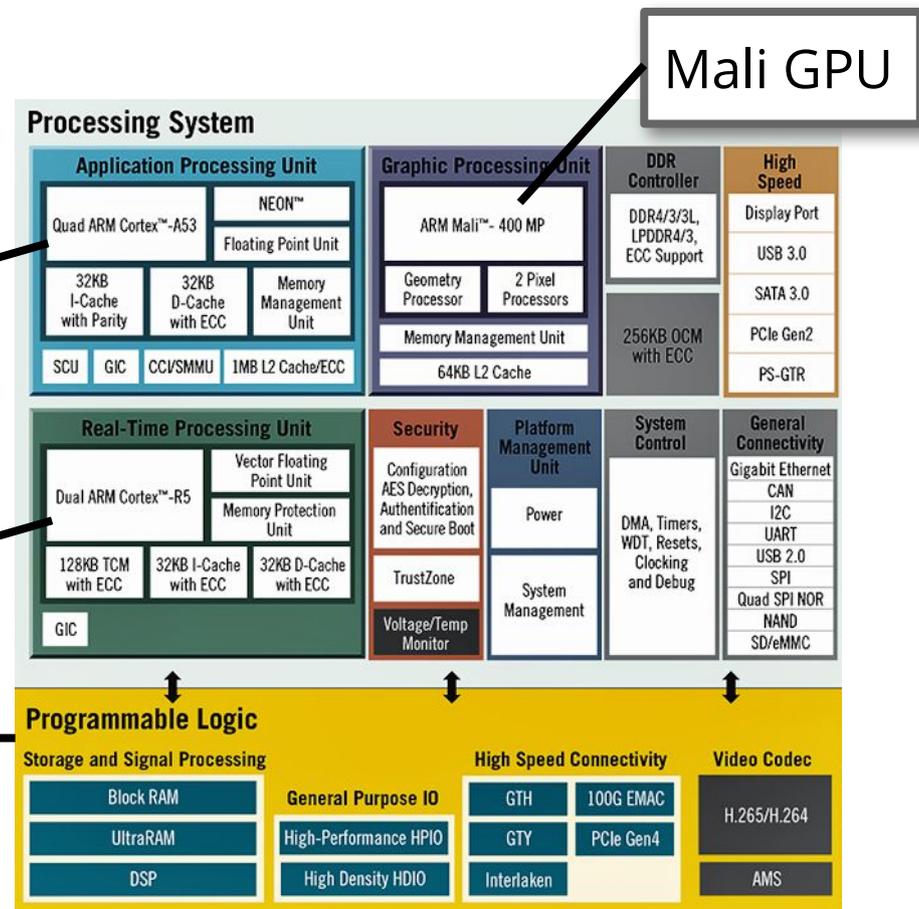
Heterogene Recheneinheiten

- Beispiel: Xilinx Ultrascale+

4 ARM Cortex A53
Prozessorkerne

2 ARM Cortex R5
Echtzeitprozessorkerne

Programmierbare Logik
(FPGA)



Forschungsfragen:

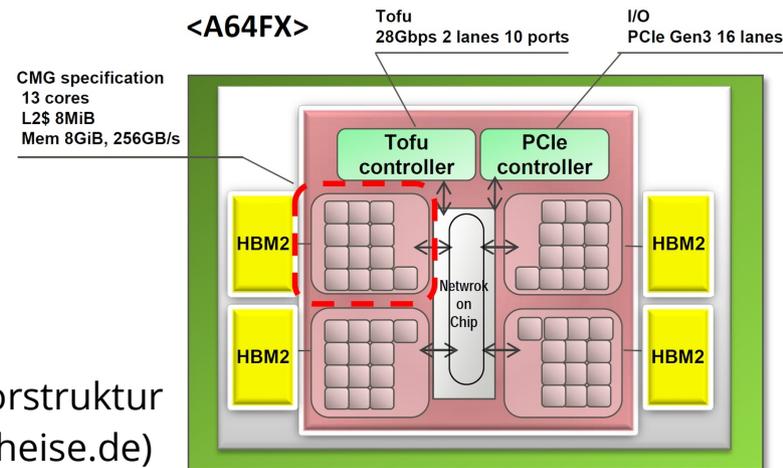
- Findet man eine gemeinsame Kontrollflussabstraktion?
- Wie sieht *Scheduling* hier aus?

Hardware-Entwicklungen: *Manycore*

- Beispiel Fujitsu A64FX (aktuell #1 top500.org)
 - 48+4 Kerne (2,7 Tflops) auf einem Chip
 - 4 High-Bandwidth Memories; 1 TB/s Bandbreite; 4 NUMA-Regionen
 - 7.299.072 Kerne im Supercomputer
 - *Remote DMA* (RDMA) für Kommunikation



Fugaku-Supercomputer (Quelle: Fujitsu)



Forschungsfragen:

- Braucht man überhaupt noch CPU-Multiplexing?
- Wie platziert man Kontrollflüsse und Datenobjekte?

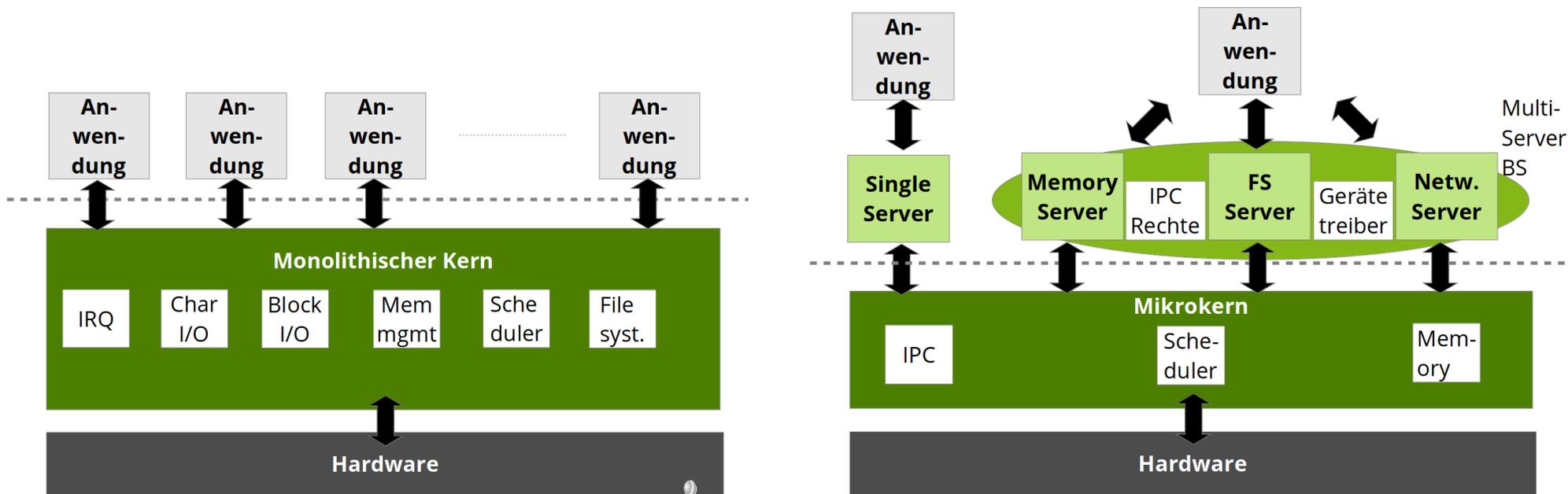
Inhalt

- Neue Herausforderungen
- **Betriebssystemforschung und -entwicklung in Dresden**
- Evaluationsergebnisse
- Prüfung
- Werbeblock

Forschungsthemen

- Umgang mit **Komplexität**
 - analytisch
 - konstruktiv
- **Nichtfunktionale Eigenschaften**
 - *Security*
 - *Safety*/Fehlertoleranz
 - Zeitverhalten
 - Energie
- **Hardware**-Entwicklungen
 - Disruptive Speichertechnologien

Komplexität: Monolith vs. Mikrokern

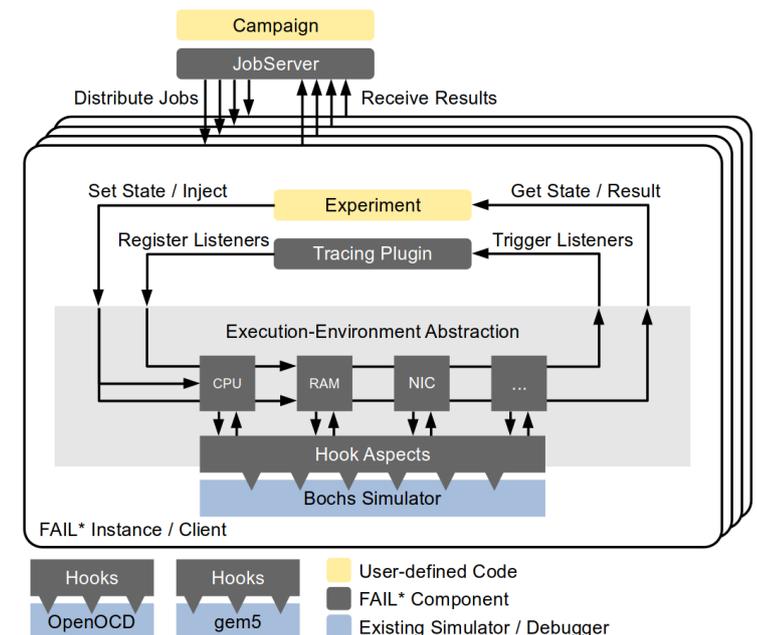


- feingranulares Sperren ist fehlerträchtig: **LockDoc**-Projekt 
- *Security*: Übernahme einer Kernkomponente = Game Over
- aber: Performanz, viel *Legacy*-Code

- **L4Re**-Projekt
- minimale, anwendungsspezifische **Trusted Computing Base**
- konstruktives Beherrschen der Komplexität (*divide & conquer*)

Fehlertolerante Betriebssysteme

- *Soft Errors* können z.B. Bitflips in Speicher oder CPU verursachen
- Wie kann man Betriebssysteme **erweitern** oder von Grund auf so **konstruieren**, dass sie dennoch funktionieren?
 - **DanceOS**-Projekt 
- Wie kann man überhaupt (systematisch) herausfinden, ob man dabei Erfolg hatte?
 - Fehlerinjektion: **FAIL***-Projekt



Umgang mit Heterogenen Speichern

- **VAMPIR**-Projekt 

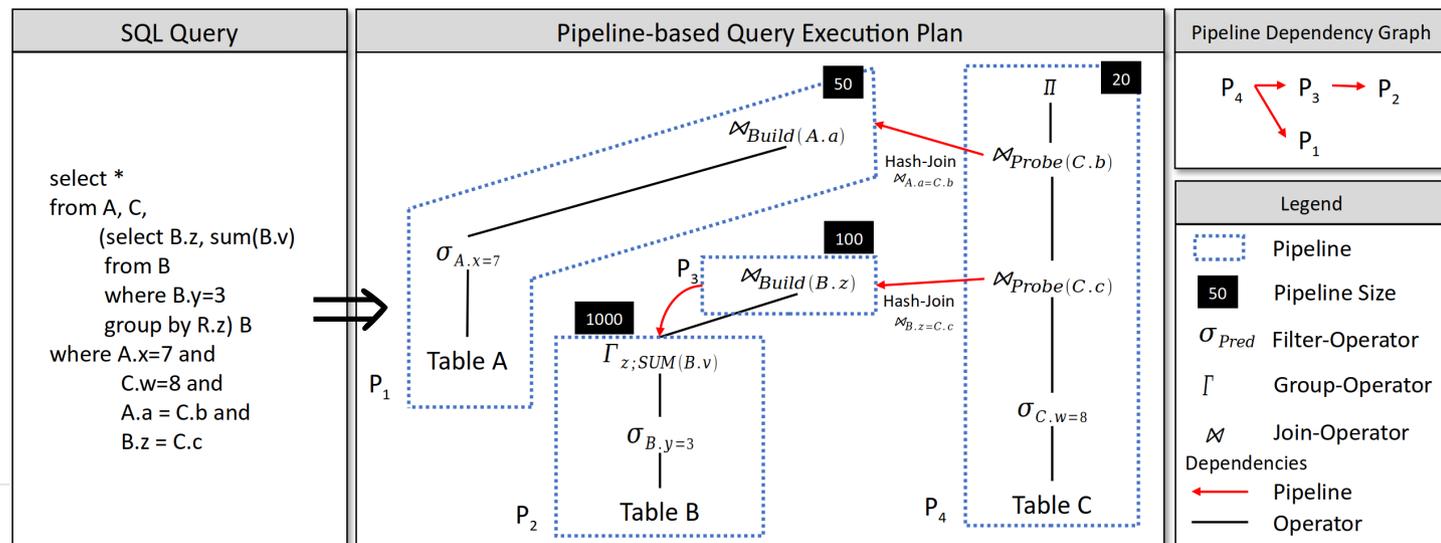
```
struct fptree_leaf *p =
    nfp_malloc(N * sizeof(struct fptree_leaf),
```

```
    MP_PERSISTENT | MP_THROUGHPUT_HIGH | MP_FAULT_TOLERANT, WP_READ_90,
    usage_time(0, 30)
);
```

- Speicherverwaltung für heterogene Speicher
- Nutzen von Anwendungswissen über zukünftigen Speicher-

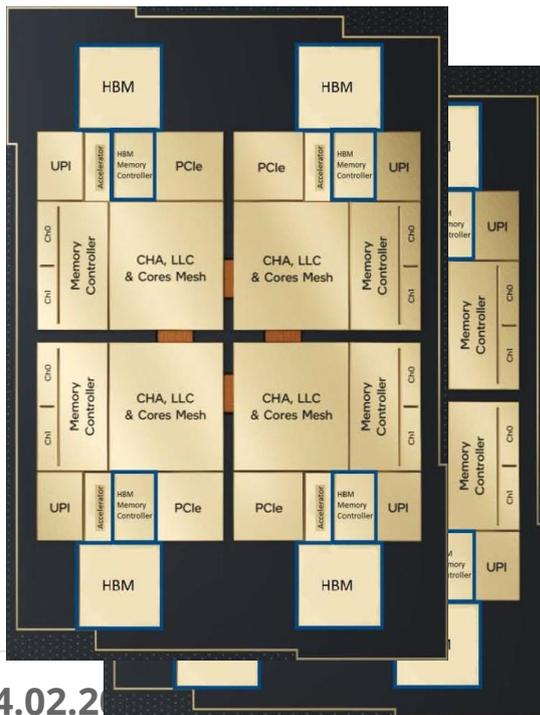
bedarf:

**Memory
Scheduling**

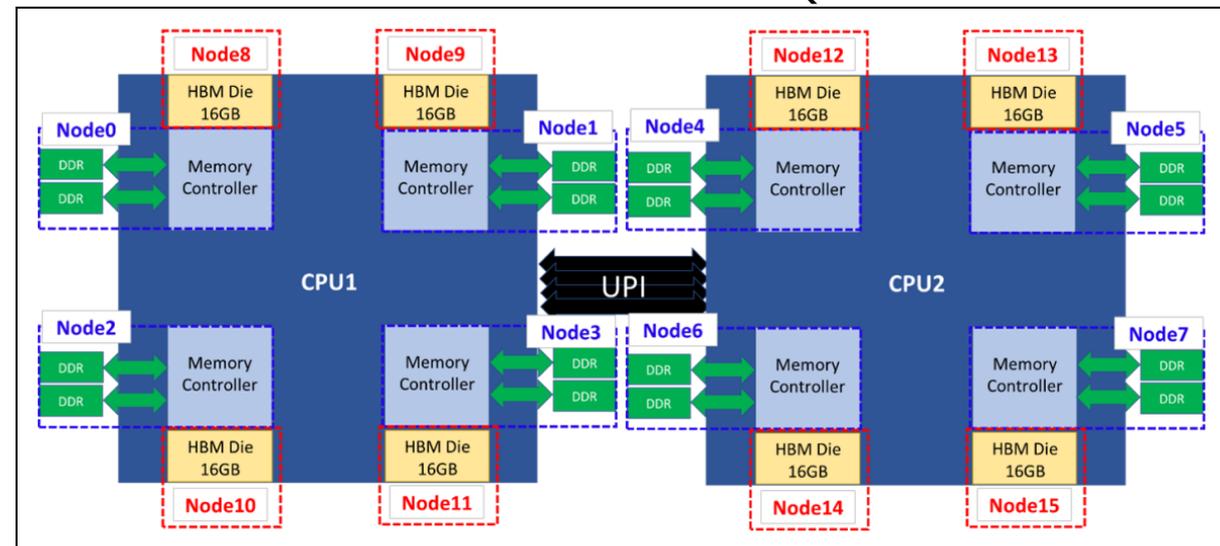


Umgang mit Heterogenen Speichern

- **VAMPIR**-Projekt 
- Intel Xeon Max 9468 „Sapphire Rapids“
- pro Sockel: 48 Cores / 96 Threads, 8-Kanal DDR-5 DRAM, 4x HBM2e, 4x DSA

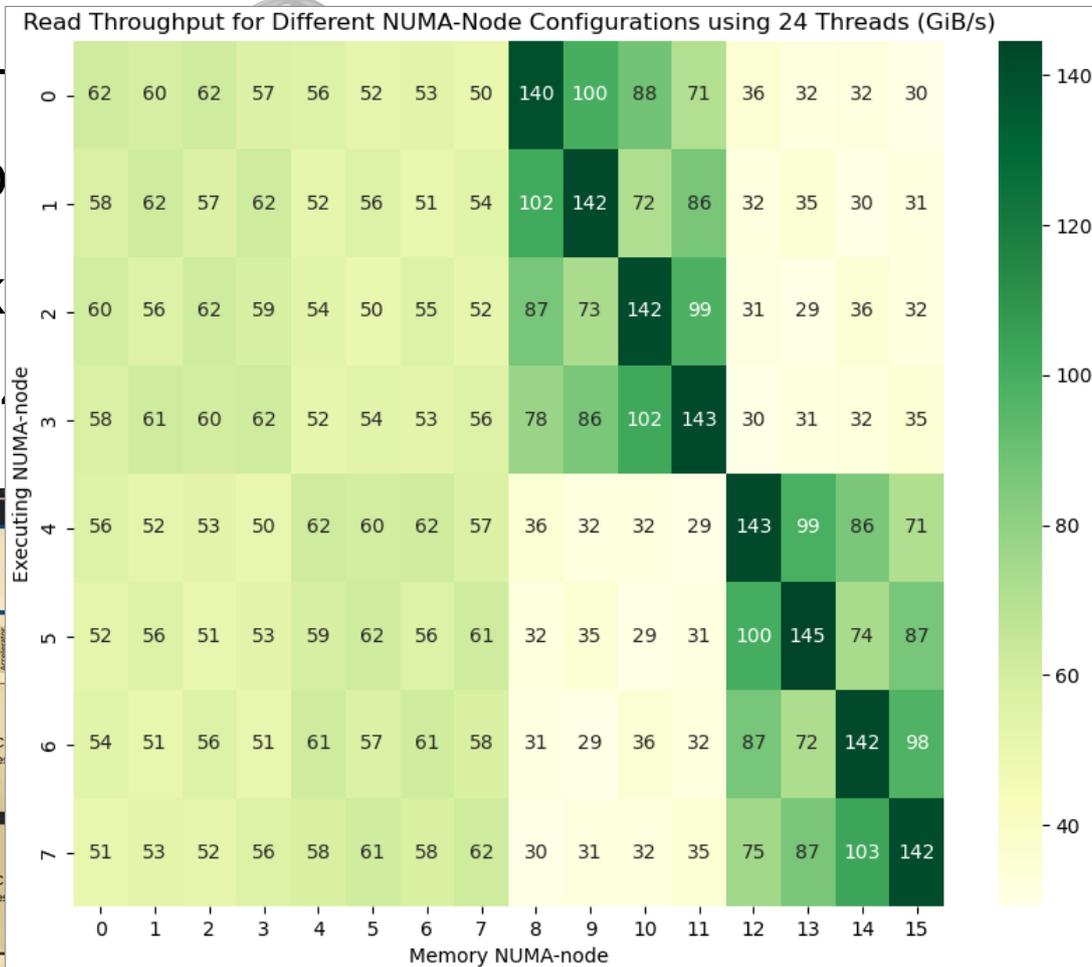


Quelle: lenovo.com



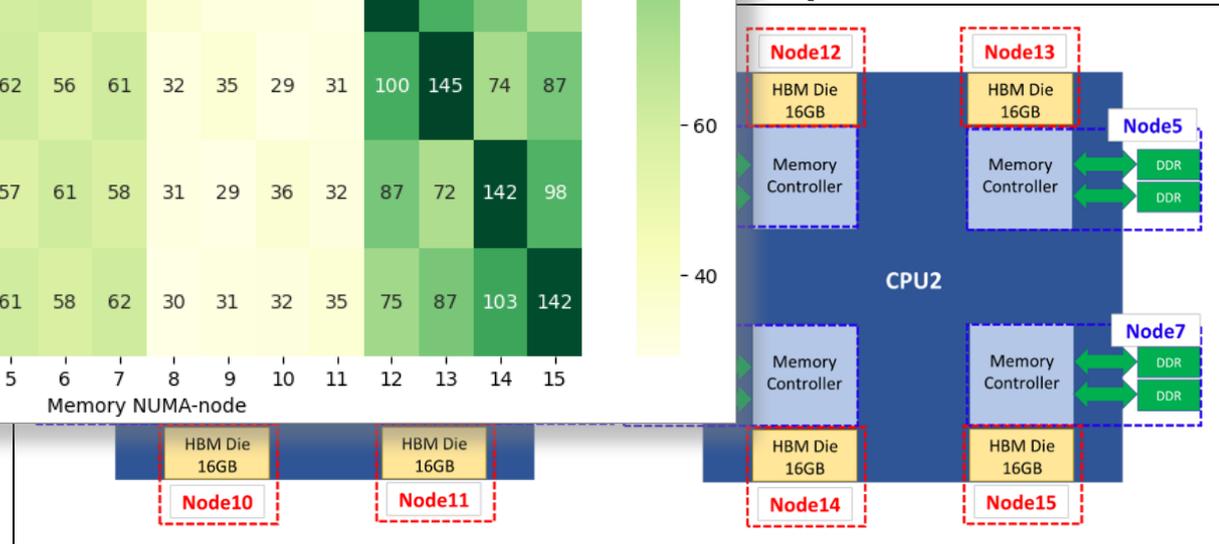
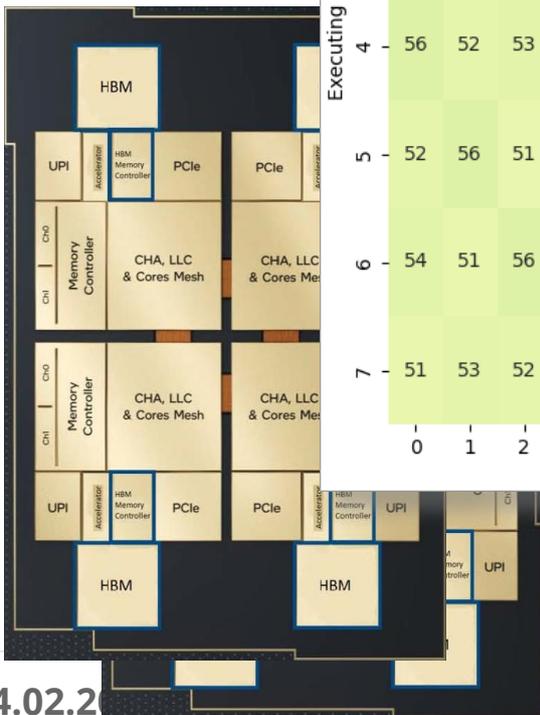
Umgang mit Heterogenen Speichern

- **VAMPIR**
- Intel Xeon
- pro Sockel
- HBM2e,



DDR-5 DRAM, 4x

Quelle: lenovo.com



Betriebssysteme-Firmen in Dresden

- Amazon Development Center Germany



- Barkhausen Institut



- Cyberus



- Genode Labs



- Huawei Research Lab



- Kernkonzept



- secunet



- ... ohne Anspruch auf Vollständigkeit.

Inhalt

- Neue Herausforderungen
- Betriebssystemforschung und -entwicklung in Dresden
- **Evaluationsergebnisse**
- Prüfung
- Werbeblock

Evaluationsergebnisse

- i.A. gut bis sehr gut :-)
- BS-Teil auf der Webseite

Inhalt

- Neue Herausforderungen
- Betriebssystemforschung und -entwicklung in Dresden
- Evaluationsergebnisse
- **Prüfung**
- Werbeblock

Prüfung / Klausurvorbereitung

- Mix aus Fragen zum Vorlesungsstoff und Übungsthemen
 - siehe Altklausuren!
- Inhalt der Folien lernen
 - Klassifizieren: Was muss ich **lernen**, was muss ich **begreifen**?
 - Bei Detailfragen Begleitliteratur zurate ziehen
- Übungsaufgaben verstehen
 - Am besten als Vorbereitung noch einmal lösen.
- Altklausuren lösen (→ Webseite)
 - **Achtung:** Dozentenwechsel 2021 (BS) und 2023 (Sicherheit)
- Fragen? → Matrix,
Vorrechnen (TBD, 24.02.?), Lernräume (TBD, 27.02.?)

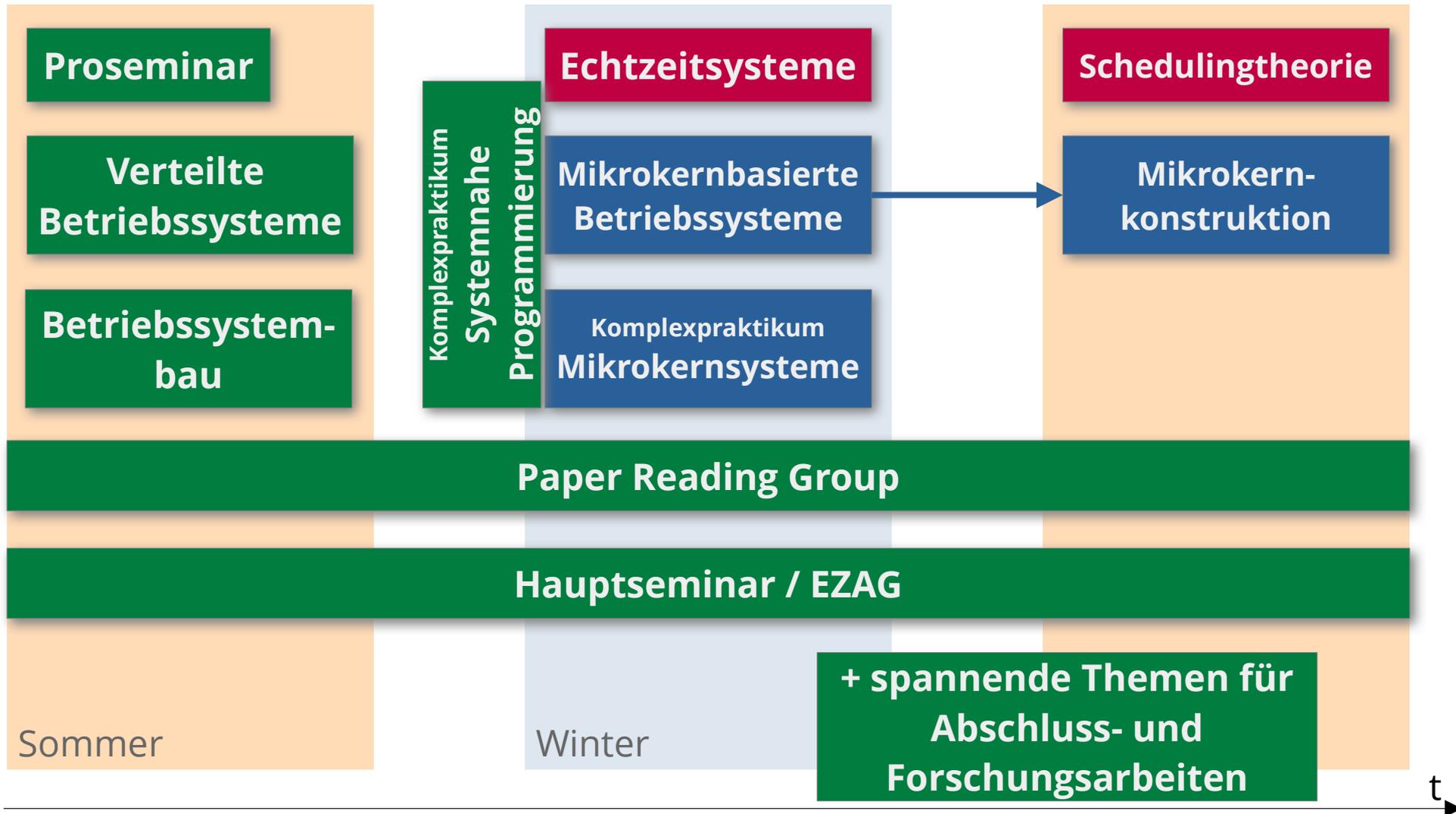
Klausur: Durchführung

- **Datum, Ort:** 05.03.2025, 08:00 – Hörsaalzentrum
- **Dauer:** 90min
- **Inhalt:** 4 Aufgaben zu Betriebssysteme, 2 zu Sicherheit
- **benötigte Dokumente:** aktueller, amtlicher Lichtbildausweis; aktueller Studierendenausweis
- zugelassene **Hilfsmittel:** ein von Hand beidseitig beschriebenes A4-Blatt (NICHT: ausgedruckt; kopiert); dokumentenechter Stift; Wörterbuch
- **Hinweis:** Es ist **KEIN Taschenrechner** als Hilfsmittel erlaubt.
- weitere Details (z.B. Aufteilung auf Hörsäle) vor der Prüfung auf der Webseite unter „[Klausurhinweise](#)“

Inhalt

- Neue Herausforderungen
- Betriebssystemforschung und -entwicklung in Dresden
- Evaluationsergebnisse
- Prüfung
- **Werbeblock**

Lehrveranstaltungen



Abschlussarbeiten

- **Empirisches Arbeiten**

→ Entwerfen, bauen, messen und vergleichen

Wir suchen: Studentische Hilfskräfte

- **Tutor*innen** für BuS (WS 25/26)
 - Besprechen / Vorrechnen von Aufgaben
- Mitarbeit in **Forschungsprojekten**
 - Programmierung, Recherche, Messungen, usw.

The End

Die Professur für Betriebssysteme



Vielen Dank!

Ich würde mich freuen, Sie in einer
anderen Lehrveranstaltung wiederzusehen.