

NVRAM

Proseminar Speicher- und Dateisysteme

Nick Schüler

Arbeitsbereich Wissenschaftliches Rechnen
Fachbereich Informatik
Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften
Universität Hamburg

27.11.18

informatik
die zukunft

Gliederung

- 1. Definition und Einordnung**
- 2. Beispiele FeRAM, MRAM, ReRAM, PcRAM**
- 3. Vergleich Zugriffszeit, Leistung und Kosten**
- 4. 3D XPoint-Intel Optane**
- 5. Möglichkeiten für High Performance Computing**
- 6. Zusammenfassung**

Definiton NVRAM

- **Non-Volatile Random-Access Memory**
- nicht flüchtiger Datenspeicher
- häufig als Kombi aus SRAM und Energiespeicher
- auch Festplatten, CDs, DVDs oder Disketten sind nicht-flüchtige Speicher



Abb.: [9]

Einordnung

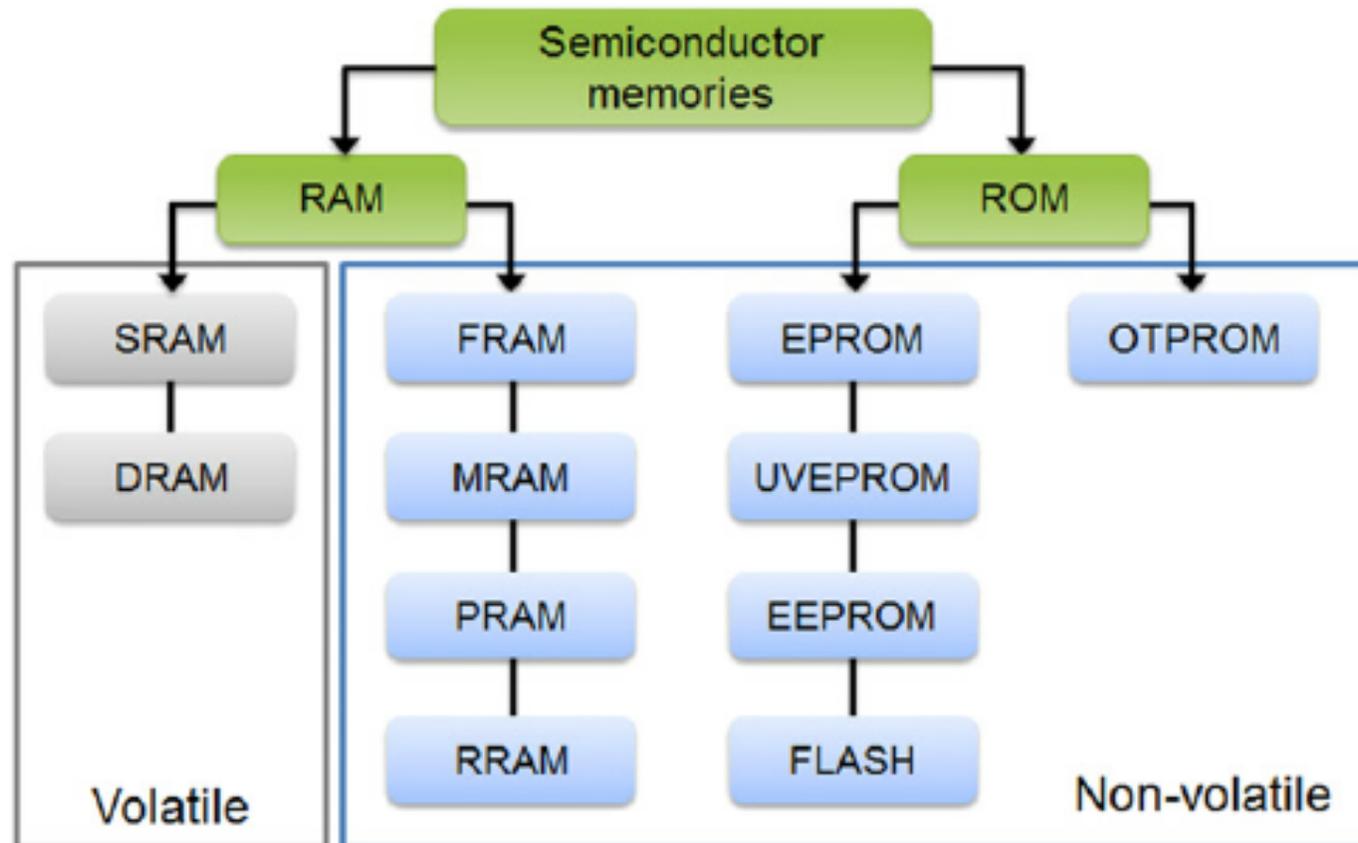


Abb.: [1]

FeRAM

- Ferroelectric **R**andom **A**ccess **M**emory

Speicherprinzip:

- Aufbau entspricht DRAM-Zelle
- Kondensator mit ferroelektrischem Material
- Umschaltung der Polarisation durch ein externes Feld

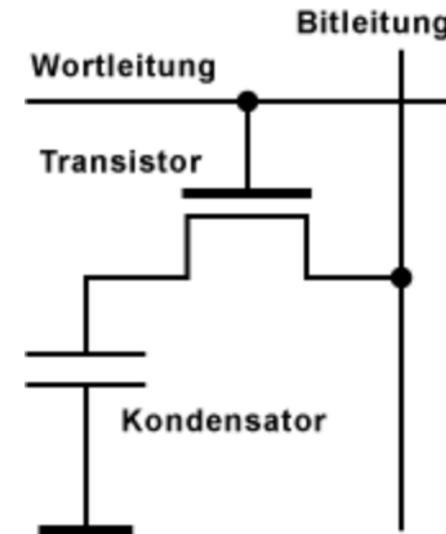


Abb.: [10]

FeRAM

Schreibvorgang:

- Polarisation durch Spannungspuls gesetzt

Lesevorgang:

- mit definierten Zustand beschrieben
- wirkt zerstörerisch

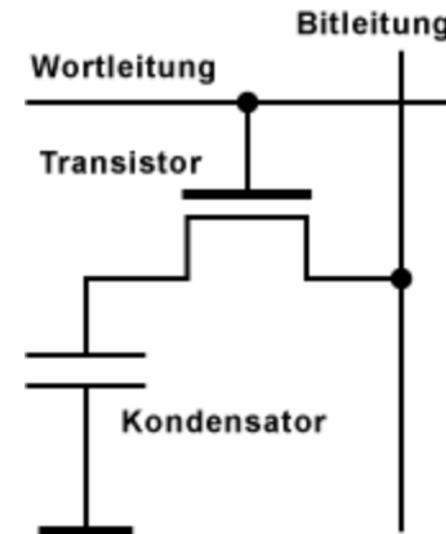


Abb.: [10]

FeRAM

Vorteile:

- kompatibel zu den gängigen EEPROMS
- 10 Billionen Schreib-/Lese-Zyklen
- Schreibzeit ca. 100 ns (~ Standard-SRAM)
- geringer Stromverbrauch



Abb.: [14]

FeRAM

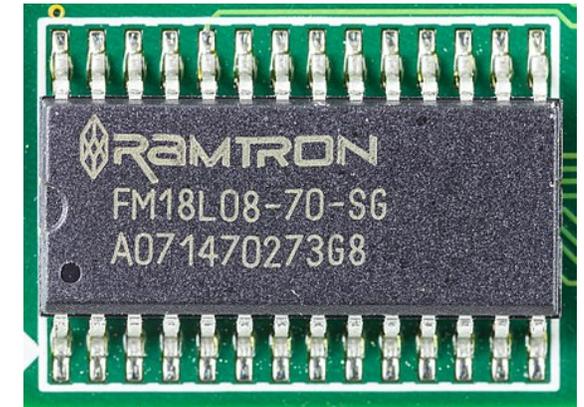
Einsatzgebiet:

- Automobilelektronik, in mobiler und tragbarer Elektronik

Probleme:

- hohe Temperaturen beschleunigen den Verfall
- Verkleinerung der Speicherzellen
- Speicherdichte weit hinter SDRAM

Fazit: Ungeeignet als Ersatz für Flash oder SDRAM



Zelle von Ramtron:[13]

MRAM

- **M**agneto**r**esistive **R**andom **A**ccess **M**emory

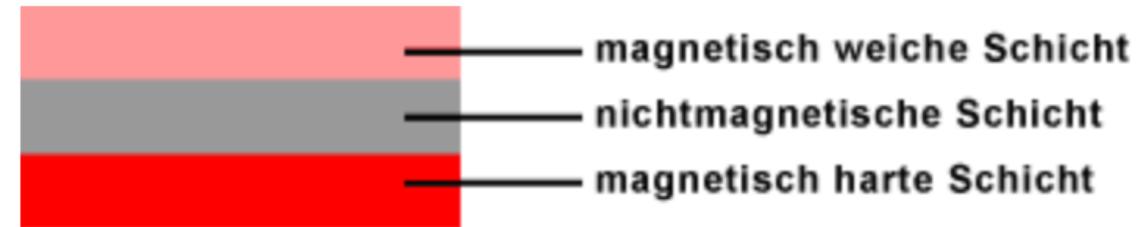


Abb.: [2]

Funktionsprinzip:

- Magnetfeld-Unterschied zwischen beiden Schichten
- 0 für wenig Strom fließt, Magnetfeldrichtung antiparallel
- 1 für viel Strom, Magnetfeldrichtung parallel

MRAM

Vorteile:

- schneller als DRAM
- weniger Platzverbrauch
- geringe Wärmeentwicklung

Probleme:

- hohe Ausfallrate, kostenintensiv
- höhere Speicherkapazitäten nicht wirtschaftlich produzierbar



Abb.: [11]

MRAM

Einsatzgebiet:

- Luft- und Raumfahrtelctronik
- Waffensysteme
- industrielle Systeme mit Fokus auf Zuverlässigkeit

Fazit:

- ungeeignet als Ersatz für Flash oder SDRAM

ReRAM

- Resistive **R**andom **A**ccess **M**emory

Speichertechnik:

- besteht aus nicht-leitenden Oxiden
- Herstellung von elektrisch leitfähigen Kanälen
- Lesen durch Messung der elektrischen Leitfähigkeit

ReRAM

Vorteile:

- deutlich schneller und haltbarer als NAND-Flash

Probleme:

- noch nicht marktreif
- Preise im Vergleich nicht konkurrenzfähig

PCRAM

- **Phase Change Random Access Memory**

Speichertechnik:

- Technik bekannt von CDs und DVDs
- thermisch gesteuerte Wechsel zwischen kristallinen und amorphen Zustand eines Materials
- Material eine Chalkogenid-Legierung

PCRAM

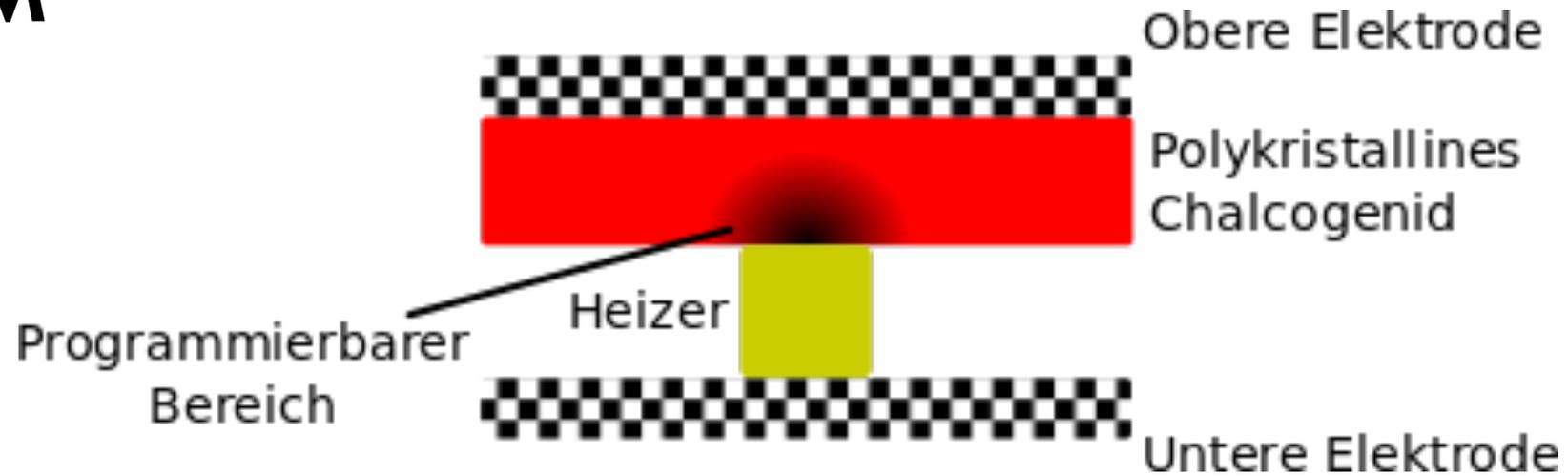


Abb.: [4]

Amorphisierung:

- durch Strompuls höherer Stromstärke von geringer Dauer

Kristallisierung:

- durch Strompuls geringer Stromstärke von hoher Dauer

PCRAM

Probleme:

- die zum Schreiben benötigte Stromstärke
- hohe Speicherkapazität erfordert geringe Abmessungen
- Miniaturisierung der MIS-Transistoren erforderlich

Aber:

- PCRAM mit größten Potential

Type of Memories

	Emerging Memories				Established Memories	
	FeRAM (or FRAM)	MRAM	ReRAM (or RRAM)	PCRAM (or PRAM, PCM)	DRAM	Flash NAND
Nonvolatile	YES	YES	YES	YES	NO	YES
Endurance	High (10^{12})	High (10^{15})	Medium (10^6)	Medium (10^6)	High (10^{15})	Low (10^5)
2012 latest technological node produced (nm)	130 nm	130 nm	R&D	45 nm	30 nm	20 nm
Cell Size (cell size in F ²)	Large (15-20)	Large/Medium (6-40)	Medium (6-12)	Medium (6-12)	Small (6-10)	Very small (4)
Write speed	Medium (100ns)	High (10 ns)	Medium (75 ns)	Medium (75 ns)	High (10ns)	Low (10 000 ns)
Power Consumption	Low	High/Low	Low	Low	Low	Very High
Cost (\$/Gb)	High (\$ 10 000/Gb)	High (\$ 1000 – 100 /Gb)	R&D	Medium (few \$/ Gb)	Low (\$1/Gb)	Very Low (\$ 0.1/Gb)

Abb.: [3]

Vergleich

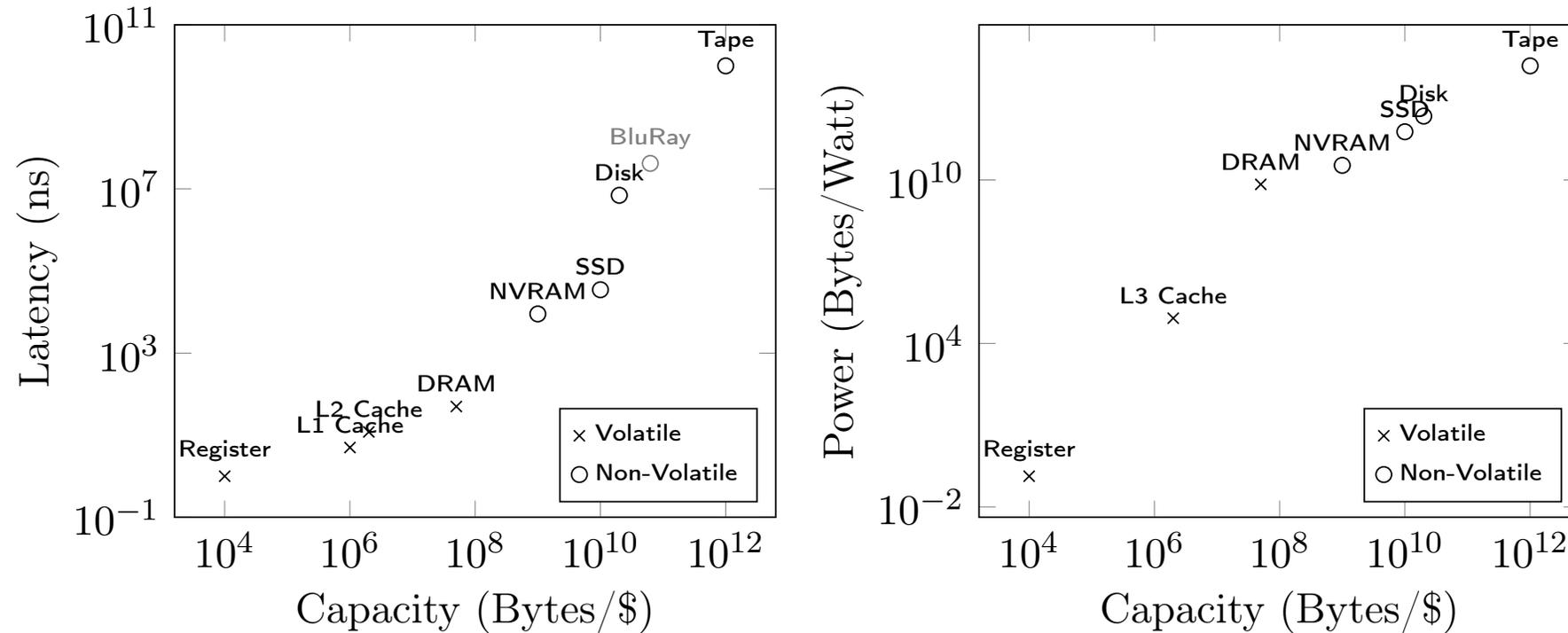


Abb.: [6]

3D XPoint



Abb.: [8]

„Die Intel® Optane™ Technik kombiniert in beispielloser Weise hohen Datendurchsatz, geringe Latenz, hohe Dienstgüte (QoS) und Langlebigkeit, um in einer Vielzahl von Produkten enormes Systemleistungspotenzial bereitzustellen.“ (vgl. [8])

- 3D XPoint als nicht-flüchtige Speichertechnologie
- in Zusammenarbeit mit Micron entwickelt
- Basis phase-change memory
- für Anforderungen unterschiedlicher Märkte entwickelt

3D XPoint-Wirklich ein Durchbruch?

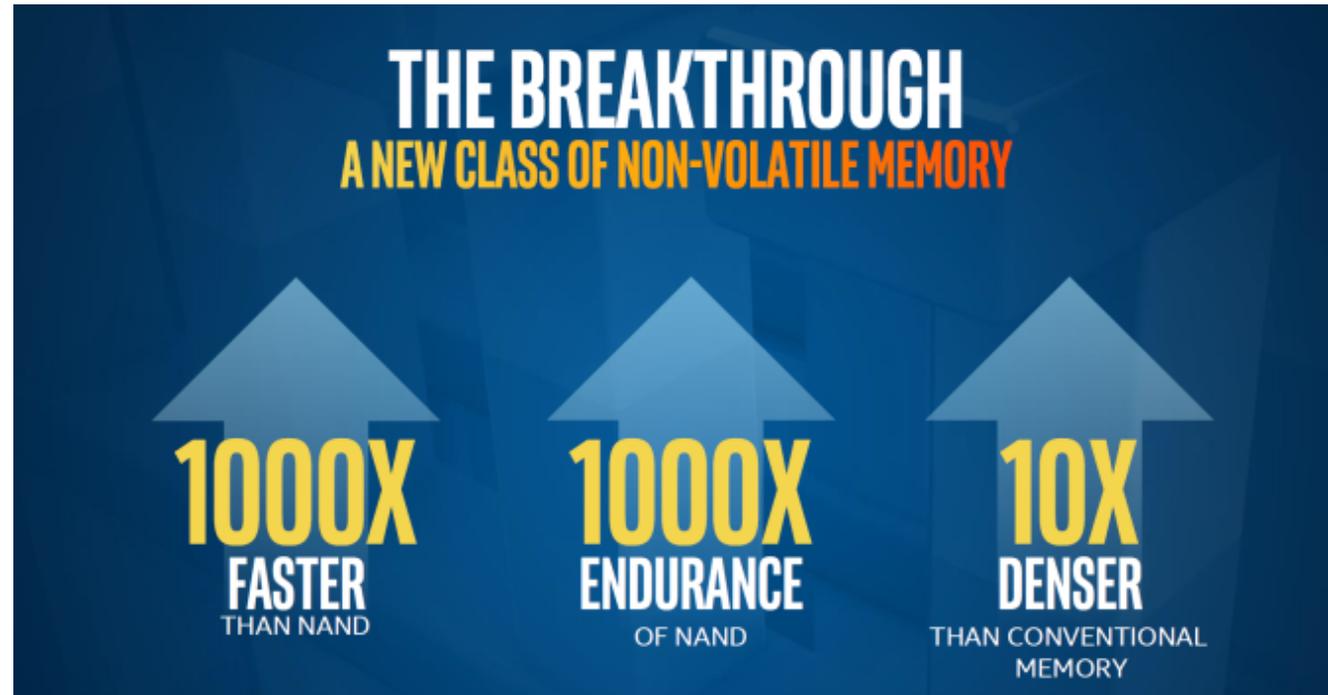


Abb.: [5]

Möglichkeiten für HPC

- Datenfluss Verdopplung alle 2 Jahre
- mechanische Festplatten durch nicht-flüchtige Speicher ersetzen
→ höhere Kapazität und Reduzierung der Stromkosten
- Haltbarkeits-, Integrations- und Performance-Probleme bei Flash



Abb.: [12]

Quellen

- [1]: https://www.researchgate.net/figure/Categories-of-standard-semiconductor-memories-and-emerging-memories-eg-FRAM-MRAM_fig1_229081786
- [2]: <https://www.elektronik-kompendium.de/sites/com/0807111.htm>
- [3]: <https://www.electronicsspecifier.com/around-the-industry/patent-analysis-for-non-volatile-memories>
- [4]: https://de.wikipedia.org/wiki/Phase-change_random_access_memory
- [5]: <https://www.anandtech.com/show/13083/intel-and-micron-update-3d-xpoint-roadmap-combined-effort-2nd-gen-3rd-gen-separate>
- [7]: <https://www.catalysts.cc/the-catalysts-way/9-5-chapter-summary/>
- [8]: <https://www.intel.de/content/www/de/de/architecture-and-technology/intel-optane-technology.html>
- [9]: <https://de.wikipedia.org/wiki/NVRAM>
- [10]: <https://www.elektronik-kompendium.de/sites/com/0701281.htm>
- [11]: <https://www.electronicdesign.com/memory/qa-ever-spin-takes-mram-mainstream>
- [12]: <https://hpcc.usc.edu/about/hpcc-infrastructure/>

Quellen

[13]: https://de.wikipedia.org/wiki/Ferroelectric_Random_Access_Memory

[14]: <https://www.leben-managen.de/start/termine-kosten/vorteile-selbstzahler/>

https://de.wikipedia.org/wiki/Magnetoresistive_Random_Access_Memory

https://de.wikipedia.org/wiki/Resistive_Random_Access_Memory

<https://www.elektronik-kompodium.de/sites/com/0610041.htm>

<https://www.elektronik-kompodium.de/sites/com/1909161.htm>

<https://www.elektronik-kompodium.de/sites/com/1401031.htm>

<https://www.storage-insider.de/3d-xpoint-schliesst-luecke-zwischen-massen-und-arbeitsspeicher-a-721631/>

[http://www.admin-magazine.com/HPC/Articles/Persistent-Memory/\(offset\)/2](http://www.admin-magazine.com/HPC/Articles/Persistent-Memory/(offset)/2)

<https://www.quora.com/Is-3D-Xpoint-a-phase-change-memory>

<https://www.mobilegeeks.de/artikel/intels-3d-xpoint-speicher-ist-1000-mal-schneller-als-ssds/>

[6]: Lüettgau, J., Kuhn M., Duwe, K., Alforov, Y., Betke, E., Kunkel, J., Ludwig, T. : Survey of Storage for High-Performance Computing: superfri.org, DOI: 10.14529/jsfi180103

Was sollte man mitnehmen?

- viele der Speichertechnologien noch nicht ausgereift
- PCRAM am meisten Potential
- Revolution durch 3D XPoint?
- etablierte Speichertechnologie weiter großer Bestandteil



Abb.[7]