Hardware Kapitel 2 (Der Prozessor – CPU) – Zusammenfassung mit IHK-Bezug

Aufbau, Takt, IPC, Kerne/Threads, TDP, Sockel, Cache, RISC/CISC, Intel vs. AMD, Virtualisierung, CPU-Auswahl, Rechenaufgaben

🧠 Hardware Kapitel 2 – Der Prozessor (CPU)

📚 Grundlage: Präsentation "HW Kap. 02 Prozessor (CPU)" (29 Folien), Laborhandbuch Kapitel 2, Rechenaufgaben Kapitel 2 und Übungsblatt Kapitel 02. Die Zusammenfassung hat acht Blöcke.

🧭 So liest du dieses Dokument

- 🔑 **Fette** Begriffe sind Prüfungs-Schlagwörter. Du solltest sie erklären können.
- 🎯 Jeder Abschnitt hat eine Zeile "IHK-Relevanz". Das ist eine eigene Einschätzung. Es ist keine amtliche Angabe. Wo ich unsicher bin, steht "wahrscheinlich".
- 📝 So passt das Kapitel zu den Prüfungsteilen:
  - **AP1** (Teil 1, 20 %, "Einrichten eines IT-gestützten Arbeitsplatzes"): Hardware auswählen und Beschaffung einleiten. Hier liegt der Schwerpunkt. Die Rechenaufgaben sind laut Blatt "IHK AP Teil 1 relevant".
  - **AP2 Konzeption und Administration** (10 %): Server planen und betreiben. Dazu gehören Server-CPUs, Virtualisierung, Kühlung im Serverraum.
  - **AP2 Projekt** (50 %): Wahrscheinlich nützlich, wenn du im Projekt Hardware beschaffst. Dann musst du die CPU-Wahl begründen.
  - AP2 Netzwerke (10 %) und WiSo (10 %): kaum Bezug. Stromkosten-Rechnungen ähneln aber Wirtschaftlichkeitsaufgaben.
- ❓ Am Ende jedes Blocks stehen Übungsfragen. Die Lösungen stehen gesammelt am Ende.
- ✅ Alle Rechnungen sind nachgerechnet. Die Rechenwege zu den Rechenaufgaben sind **meine** Rechenwege. Es sind nicht die offiziellen Lösungen des Lehrers.

✏️ Schreibweise: `10^9` heißt 10 hoch 9. Das Komma trennt Dezimalstellen. Der Punkt trennt Tausender.

🧩 Block 1: Was ist eine CPU?

1.1 🏭 Aufgabe der CPU

🎯 IHK-Relevanz: mittel – die Definition ist Grundwissen für AP1; Zuordnungsaufgaben (Komponente → Funktion) sind gut prüfbar.

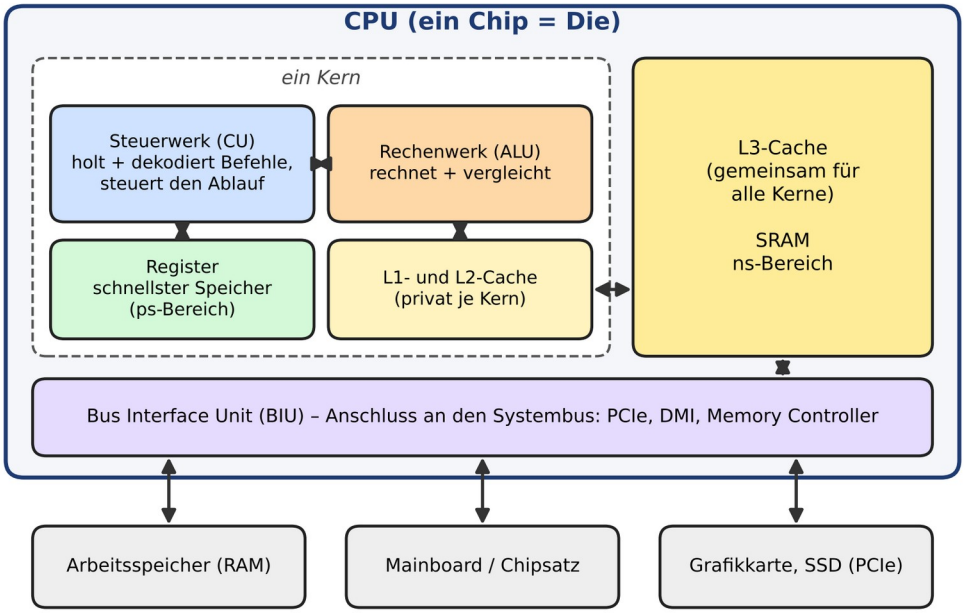
🏢 Stell dir die CPU als Werkstatt-Chef vor. Er liest die Aufträge, verteilt die Arbeit und rechnet selbst mit.

💡 **Definition:** Die **CPU** (Central Processing Unit) ist das Rechenwerk eines Computers. Sie führt Programmbefehle aus. Sie koordiniert alle Komponenten. Sie enthält **ALU**, **Steuerwerk** und **Register** des Von-Neumann-Modells.

🔗 Das Von-Neumann-Modell kennst du aus Kapitel 1. Steuerwerk und Rechenwerk bilden dort zusammen die CPU.

1.2 🔧 Innerer Aufbau

🎯 IHK-Relevanz: hoch – die Zuordnung ALU / CU / Register / Cache / BIU steht so auch im Übungsblatt; wahrscheinlich als Kurzfrage in AP1.



Innerer Aufbau einer CPU: Kern mit Steuerwerk, Rechenwerk, Register, L1/L2-Cache, gemeinsamer L3-Cache und Bus Interface Unit

Komponente	Aufgabe (einfach gesagt)	Heute im Prozessor
ALU (Arithmetic Logic Unit)	Rechenwerk. Rechnet und vergleicht.	Execution Units im Kern
Control Unit (CU)	Steuerwerk. Holt und dekodiert Befehle. Steuert die Ausführung.	Decoder, Scheduler, ROB im Kern
Register	Schnellster Speicher direkt in der CPU. Zugriff im Pikosekunden-Bereich (ps).	allgemeine Register (RAX, RBX …) und spezielle Register
Cache	Pufferspeicher zwischen CPU und RAM. Stufen L1, L2, L3.	SRAM auf dem Die, Nanosekunden-Bereich (ns)

Komponente	Aufgabe (einfach gesagt)	Heute im Prozessor
Bus Interface Unit (BIU)	Verbindung zum Systembus auf dem Mainboard.	PCIe, DMI, IMC (Memory Controller)

📖 Begriff **Die**: Das ist das eigentliche Silizium-Plättchen im Prozessor. “On-Die” heißt: direkt auf diesem Chip.

📌 **Merksatz:** ALU rechnet. CU steuert. Register und Cache speichern kurz. BIU verbindet nach außen.

❓ Übungsfragen Block 1

Ü1.1 Ordnen Sie zu: 1 ALU, 2 Control Unit, 3 Register, 4 L1-Cache, 5 Bus Interface Unit. Funktionen: a) verbindet CPU mit dem Systembus (PCIe, DMI), b) schnellster Datenpuffer direkt im Kern (ca. 1 ns), c) holt und dekodiert Befehle, steuert die Ausführung, d) führt Additions-, Subtraktions- und Vergleichsoperationen aus, e) allgemeine Pufferspeicher direkt in der CPU (ps-Bereich). *(aus dem Übungsblatt)*

⚡ Block 2: CPU-Kennwerte – Takt, IPC, Kerne, Threads

2.1 ⏱️ Taktfrequenz

🎯 IHK-Relevanz: hoch – Takt ist laut Lernzielfolie “sehr häufig” IHK-relevant; Taktrechnungen sind typische AP1-Rechenaufgaben (wahrscheinlich).

🥁 Stell dir einen Trommler auf einem Ruderboot vor. Bei jedem Schlag rudern alle einmal. Der **Takt** ist dieser Trommelschlag für die CPU.

💡 Die **Taktfrequenz** sagt: So viele Taktzyklen schafft die CPU pro Sekunde.

- 1 Hz = 1 Takt pro Sekunde.
- 1 GHz = 1.000.000.000 Takte pro Sekunde.
- Pro Takt kann die CPU einen oder mehrere Befehle ausführen.

Kennwert	Bedeutung	Typische Werte (2026)
Basistakt (Base Clock)	Dauerleistung. Wird im Normalbetrieb garantiert.	2,0–3,5 GHz (Desktop/Mobile)
Boost-Takt (Turbo)	kurzer Höchsttakt. Nur bei guter Kühlung und Last auf wenigen Kernen.	4,5–6,0 GHz
Effektiver Takt	echter Durchschnittstakt im Betrieb. Hängt von Kühlung und Last ab.	zwischen Base und Boost
IPC (Instructions per Clock)	Befehle pro Takt. Wichtiger als der reine GHz-Wert.	steigt mit jeder Generation

🪖 Fanless-CPUs (ohne Lüfter) haben 1,5–2,5 GHz Basistakt. Sie haben kaum oder keinen Boost.

2.2 🏋️ Leistung = Takt × IPC × Kerne

🎯 IHK-Relevanz: hoch – “Höherer Takt = immer schneller?” ist eine klassische Richtig/Falsch-Frage (steht so im Übungsblatt).

🚚 Vergleich: Ein Lkw fährt oft (Takt). Aber wie viel lädt er pro Fahrt (IPC)? Und wie viele Lkw fahren (Kerne)? Erst alles zusammen zeigt die Leistung.

📌 **Formel:** Leistung ≈ Takt × IPC × Kernanzahl (× Effizienz)

⚠️ Die Formel ist nur für Vergleiche geeignet. Sie liefert keinen echten Messwert.

📌 **Merksatz:** Mehr GHz heißt **nicht** automatisch mehr Leistung. Die IPC zählt mit.

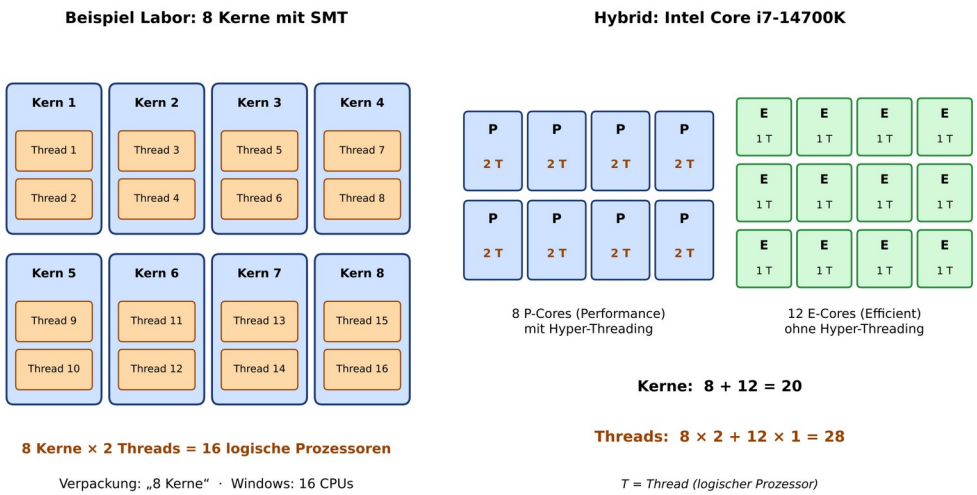
2.3 👥 Kerne und Threads

🎯 IHK-Relevanz: hoch – Kerne/Threads sind laut Folie “sehr häufig” relevant; logische Prozessoren berechnen passt zu AP1 und zu Virtualisierung in AP2 Konzeption/Administration (wahrscheinlich).

👨‍🍳 Vergleich Küche: Ein **Kern** ist ein Koch mit eigenem Herd. Vier Köche kochen wirklich gleichzeitig. Ein Koch kann aber zwei Töpfe betreuen. Wartet ein Topf, rührt er im anderen. Das ist die Idee von **Hyper-Threading**.

Begriff	Erklärung	Beispiel
Physischer Kern	eigene Recheneinheit auf dem Die. Ein Kern = ALU + CU + Register + L1/L2-Cache.	Intel Core i7-14700K: 20 Kerne
Logischer Kern / Thread	virtuelle CPU durch SMT/Hyper-Threading. 2 Threads pro physischem Kern.	i7-14700K: 8 P × 2 + 12 E = 28 Threads
SMT / Hyper-Threading	Simultaneous Multithreading. 2 Threads teilen sich einen Kern. Sie nutzen dessen Wartezeiten.	Intel: Hyper-Threading (HT), AMD: SMT
P-Cores (Performance)	starke Kerne für anspruchsvolle Aufgaben	Intel Core Ultra: 6 P-Cores
E-Cores (Efficient)	sparsame Kerne für Hintergrundaufgaben	Intel Core Ultra: 8 E-Cores

💡 Mehrere Kerne erlauben echte Parallelarbeit. Das heißt **Multiprocessing**.



Links: 8 Kerne mit SMT ergeben 16 logische Prozessoren. Rechts: Hybrid-CPU i7-14700K mit 8 P-Cores und 12 E-Cores ergibt 20 Kerne und 28 Threads

📌 **Formel (Formelsammlung):** Logische Prozessoren = Sockel × Kerne × Threads pro Kern

⚠️ **Prüfungsfalle:** “Kerne × 2 = Threads” gilt nicht immer. Intel **E-Cores** haben kein SMT. Auch **Core Ultra 200S/H/V** haben laut Folie kein SMT.

Beispiel 1: i7-14700K nachrechnen

1. P-Cores mit SMT: 8 × 2 = 16 Threads.
2. E-Cores ohne SMT: 12 × 1 = 12 Threads.
3. Summe: 16 + 12 = **28 Threads**. Kerne: 8 + 12 = **20 Kerne**.

2.4 🖥️ Labor: Kerne und Threads in Windows ansehen

🎯 IHK-Relevanz: mittel – Praxiswissen für “Arbeitsplatz konfigurieren und testen” (AP1); PowerShell-Abfragen passen auch zu Skripten in AP2 Konzeption/Administration (wahrscheinlich).

🤔 Szenario aus dem Labor: Windows zeigt 16 CPUs. Auf der Verpackung steht “8 Kerne”. Wer hat recht? Beide. Windows zählt die **logischen** Prozessoren.

🪟 **Task-Manager:**

1. `Strg + Shift + Esc` drücken.
2. Reiter **Leistung** → **CPU** wählen.
3. Oben rechts steht der Modellname.
4. Unten stehen: Kerne, logische Prozessoren, Basisgeschwindigkeit, aktuelle Geschwindigkeit, L1-, L2- und L3-Cache.

💻 **PowerShell** (ohne Adminrechte):

```
Get-CimInstance Win32_Processor | select
Name,NumberOfCores,NumberOfLogicalProcessors
```

- `Get-CimInstance Win32_Processor` fragt die Prozessor-Daten bei Windows ab.
- `select` zeigt nur die gewünschten Spalten.
- `Name` = Modellname, `NumberOfCores` = physische Kerne, `NumberOfLogicalProcessors` = logische Prozessoren.

🔥 **Lastprobe** aus dem Labor:

```
1..8 | ForEach-Object { Start-Job { $e=(Get-Date).AddSeconds(60); while((Get-Date) -lt $e){} } }
```

- `1..8` startet 8 Hintergrund-Jobs.
- Jeder Job rechnet 60 Sekunden lang in einer leeren Schleife.
- Im Task-Manager siehst du dabei Auslastung und Takt steigen.

🌡️ Die CPU-Temperatur zeigt der Task-Manager nicht. Tools wie **CPU-Z** und **HWiNFO64** brauchen laut Labor Adminrechte. Sie bleiben deshalb dem Admin vorbehalten.

💼 **Lizenz-Frage** aus dem Labor: Eine Software wird pro **physischem** Kern lizenziert. Eine CPU hat 8C/16T (8 Cores, 16 Threads). Dann brauchst du **8 Lizenzen**. Die Threads zählen hier nicht.

ℹ️ Wann hilft Hyper-Threading? Die Folie sagt: Zwei Threads nutzen die **Wartezeiten** eines Kerns. Daraus folgt: Es hilft bei vielen parallelen Aufgaben mit Wartezeiten. Ist ein Kern schon voll ausgelastet, bringt es wenig. *(abgeleitet aus der Folie, keine wörtliche Quellenaussage)*

❓ Übungsfragen Block 2

Ü2.1 Richtig oder falsch? “Ein höherer Takt bedeutet immer eine höhere Gesamtleistung der CPU.” Begründen Sie.

Ü2.2 Erklären Sie den Unterschied zwischen physischem Kern und Thread. Warum zeigt Windows bei einer 8-Kern-CPU 16 CPUs an?

🌡️ Block 3: TDP, Kühlung, Netzteil und Sockel

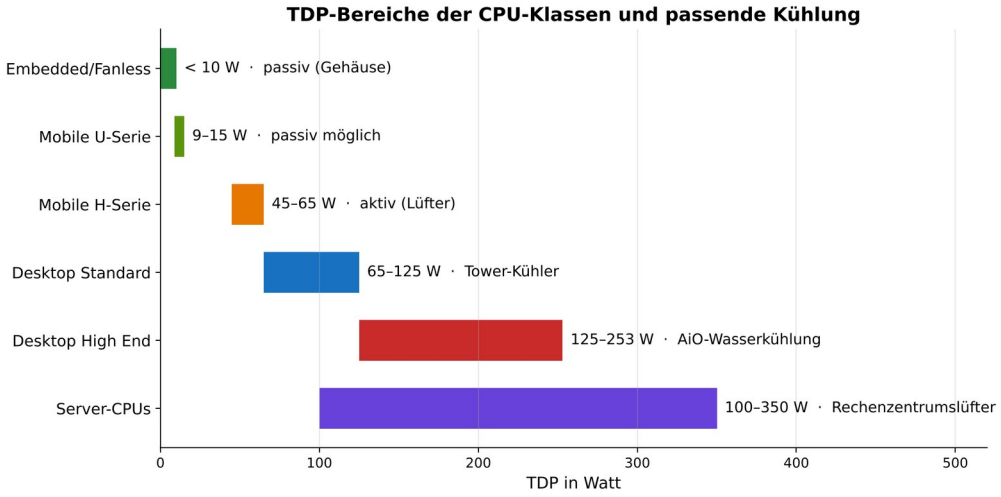
3.1 🔥 TDP – Thermal Design Power

🎯 IHK-Relevanz: hoch – TDP ist laut Folie “□ □ □ ”; Kühlung und Netzteil auslegen ist typische AP1-Auswahl- und Rechenaufgabe; Serverraum-Kühlung passt zu AP2 Konzeption/Administration (wahrscheinlich).

🔥 Jede CPU wird warm wie eine Herdplatte. Die Wärme muss weg. Sonst drosselt die CPU oder fällt aus.

💡 **TDP** (Thermal Design Power) ist die Wärmeleistung, für die das Kühlsystem ausgelegt sein muss. Sie gibt an, wie viel Wärme die CPU bei **typischer** Last abgibt. Einheit: **Watt (W)**.

⚠️ Die TDP ist **nicht** die echte Spitzenleistung. Die Spitze heißt bei Intel **MTP** (Maximum Turbo Power). Bei AMD heißt sie **PPT** (Package Power Tracking).



TDP-Bereiche der CPU-Klassen von Embedded bis Server mit passender Kühlung

CPU-Klasse	TDP	Kühlung	Einsatz
Mobile **U-Serie** (Ultra Low Power)	9–15 W	passiv möglich (Fanless)	Laptops, Industrie-PCs, BW-Feldrechner
Mobile **H-Serie** (High Performance)	45–65 W	aktiv (Hochleistungslüfter)	Gaming- und Workstation-Laptops
Desktop (Standard)	65–125 W	Tower-Kühler, 120-mm-Lüfter	Büro-PCs, Entwickler-Workstations
Desktop (High End)	125–253 W	AiO-Wasserkühlung oder Custom	High-End-Gaming, 3D-Rendering
Server-CPUs	100–350 W	Rechenzentrumslüfter	Rechenzentren, Cloud-Server
Embedded / **Fanless**	< 10 W	passiv, Gehäuse als Kühlkörper	BW-Feldrechner, Industrie, IoT

🔽 **cTDP-down**: Die TDP einer CPU lässt sich nach unten begrenzen. Dann wird sie sparsamer und kühler. AMD zeigt diesen Wert im Datenblatt.

3.2 🧮 Kühlung und Netzteil berechnen

🎯 IHK-Relevanz: hoch – Prozent- und Puffer-Rechnungen mit Rechenweg und Einheiten sind typisch für AP1 (Lernportale nennen Prozentrechnung als AP1-Thema).

📌 **Formeln:**

- Kühlleistung = TDP × 1,2 bis 1,3 (20–30 % Sicherheitspuffer).
- Netzteil = Summe aller Komponenten × 1,3 → **nächste Handelsgröße** wählen.
- Laufzeit [h] = Kapazität [Wh] ÷ Leistung [W].

🎒 Puffer im Alltag: Du packst für 3 Tage Essen ein, aber für 4 Tage. Falls etwas schiefgeht.

Beispiele aus der Präsentation (nachgerechnet):

Aufgabe	Rechenweg	Ergebnis
Kühlung für Core i9-14900K (TDP 125 W)	125 W × 1,2 = 150 W	mind. **150 W** Kühlleistung
Netzteil: CPU 125 W, GPU 300 W, Mainboard 50 W, RAM 20 W, SSD 10 W	125 + 300 + 50 + 20 + 10 = 505 W; 505 W × 1,3 = 656,5 W	Folie: **700 W** (nächste Stufe)
Feldrechner i5-1235U (15 W), System ca. 30 W, USV 100 Wh	100 Wh ÷ 30 W = 3,33 h	ca. **3,3 h** Laufzeit
Serverraum: 8 × Xeon à 250 W	8 × 250 W = 2.000 W; × 1,5 Overhead = 3.000 W	mind. **3 kW** Kühlleistung

ℹ️ Hinweis zu den Quellen: Die Formelsammlung nennt die Handelsgrößen 300/400/500/650/750 W. Nach dieser Liste wäre bei 656,5 W das **750-W-Netzteil** die nächste Stufe. Die Folie nennt 700 W. Frag im Zweifel nach, welche Liste in der Prüfung gilt.

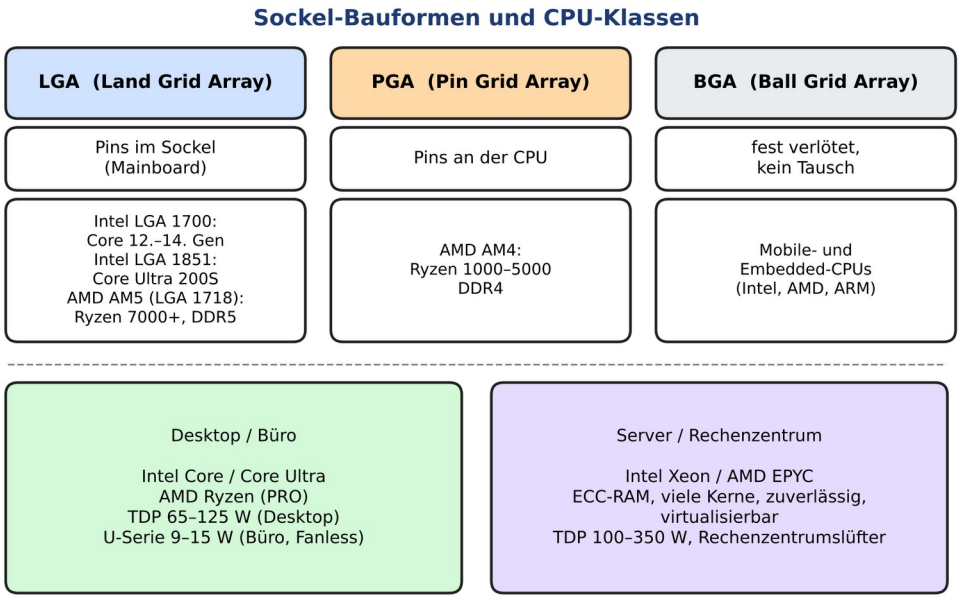
🪖 BW-Praxis (Folie): Fordert die Truppe 4 h Autonomie, braucht die USV mind. 4 h × 30 W = **120 Wh**.

3.3 🔌 CPU-Sockel

🎯 IHK-Relevanz: hoch – “CPU und Mainboard müssen zusammenpassen” ist Kern der Hardware-Auswahl in AP1; LGA/PGA/BGA ist eine typische Abgrenzungsfrage.

🔌 Ein Sockel ist wie eine Steckdose. Der Stecker muss zur Dose passen. Ein Euro-Stecker passt nicht in eine britische Dose.

💡 Der **Sockel** ist die Schnittstelle zwischen CPU und Mainboard. CPU und Mainboard müssen den **gleichen Sockel** haben.



Sockel-Bauformen LGA, PGA und BGA mit Beispielen sowie Desktop- und Server-CPU-Klassen

Bauform	Wo sind die Pins?	Beispiele
LGA (Land Grid Array)	im Sockel auf dem Mainboard	Intel LGA 1700 (Core 12.–14. Gen), Intel LGA 1851 (Core Ultra 200S, ab 10/2024), AMD **AM5** (LGA 1718, Ryzen 7000+)
PGA (Pin Grid Array)	an der CPU	AMD **AM4** (Ryzen 1000–5000)
BGA (Ball Grid Array)	fest verlötet, kein Tausch möglich	Mobile- und Embedded-CPUs (Intel, AMD, ARM)

⚠️ AMD hatte bis AM4 die Pins an der CPU (PGA). Ab **AM5** nutzt AMD auch LGA.

🧩 RAM-Bezug: **AM5** nutzt nur **DDR5**. **AM4** nutzt DDR4. LGA 1700 kann DDR4 oder DDR5. LGA 1851 kann nur DDR5.

❓ Übungsfragen Block 3

Ü3.1 Was gibt die TDP an? Warum ist sie nicht die maximale Leistungsaufnahme?

Ü3.2 Erklären Sie LGA, PGA und BGA. Nennen Sie je ein Beispiel.

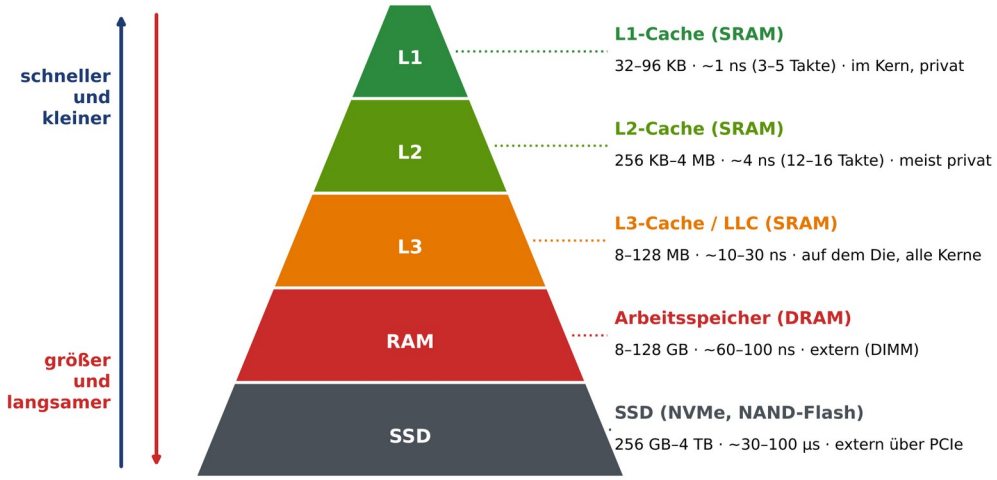
🗄️ Block 4: Cache-Hierarchie

4.1 🏗️ L1, L2, L3

🎯 IHK-Relevanz: hoch – Cache-Ebenen mit Größe, Zugriffszeit und “privat oder gemeinsam” sind laut Folie “□□□”; das Übungsblatt fragt sie mehrfach ab.

🧰 Vergleich Werkstatt: Den Schraubenzieher hast du in der Hand (L1). Die Werkzeugkiste steht neben dir (L2). Das Regal steht im Raum (L3). Das Lager ist im Keller (RAM). Je weiter weg, desto länger dauert es.

💡 **Cache** ist ein schneller **SRAM**-Speicher direkt auf dem CPU-Die. Er puffert oft genutzte Daten und Befehle. Er ist viel schneller als der RAM. Ziel: Den **Von-Neumann-Flaschenhals** verkleinern (siehe Kapitel 1).



Nach unten größer und langsamer – der Cache puffert den Von-Neumann-Flaschenhals

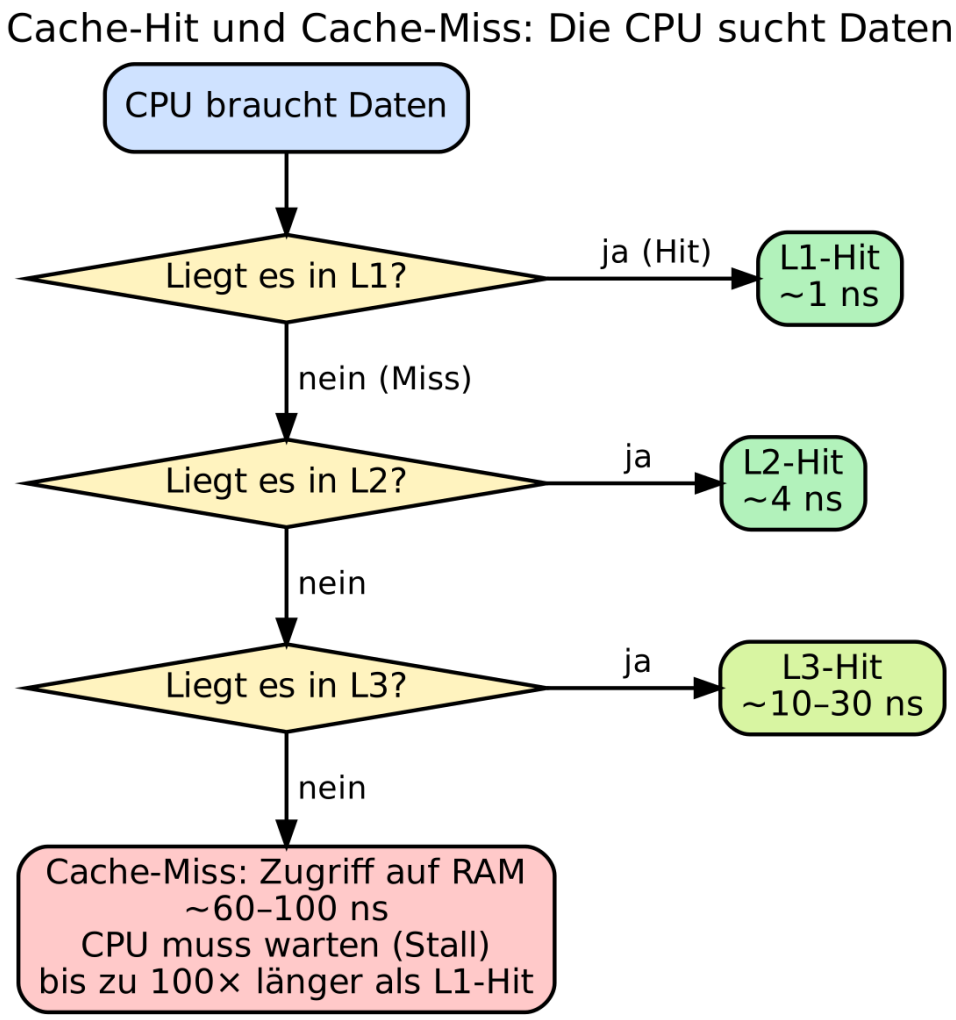
Speicherhierarchie von L1-Cache bis SSD mit Größen und Zugriffszeiten

Stufe	Größe	Zugriffszeit	Lage
L1-Cache	32–96 KB	~1 ns (3–5 Takte)	im Kern, privat
L2-Cache	256 KB–4 MB	~4 ns (12–16 Takte)	meist privat je Kern
L3-Cache (LLC, Last Level Cache)	8–128 MB	~10–30 ns	auf dem Die, **gemeinsam** für alle Kerne
RAM (DRAM)	8–128 GB	~60–100 ns	extern (DIMM)
SSD (NVMe)	256 GB–4 TB	~30–100 µs	extern über PCIe

📌 **Merksatz:** L1 ist am schnellsten und am kleinsten. Nach unten wird alles größer und langsamer. L3 teilen sich alle Kerne.

4.2 🎯 Cache-Hit und Cache-Miss

🎯 IHK-Relevanz: mittel bis hoch – Hit/Miss erklären ist laut Folie "★★"; Lückentext und Richtig/Falsch im Übungsblatt.



Ablauf der Cache-Suche von L1 über L2 und L3 bis zum RAM mit Zugriffszeiten

- ✅ **Cache-Hit**: Die Daten sind im Cache. Bei L1 dauert das ~1 ns. Bei L2 ~4 ns, bei L3 ~10–30 ns.
- ❌ **Cache-Miss**: Die Daten sind **nicht** im Cache. Die CPU sucht in der nächsten Stufe. Am Ende muss sie in den RAM (~60–100 ns).
- ⏳ Beim RAM-Zugriff wartet die CPU. Das heißt **Stall**. Das kann bis zu 100-mal länger dauern als ein L1-Hit.
- 📊 Die **Hit-Rate** liegt typisch bei 85–99 %. Sie hängt von der Arbeitslast ab.

⚠️ **Prüfungsfalle:** Ein Cache-**Miss** heißt: Die Daten sind **nicht** vorhanden. Nicht verwechseln!

📐 Weitere Formeln aus der Formelsammlung (ohne Aufgabe auf dem Blatt):

- Mittlere Zugriffszeit = Summe (Trefferquote × Zugriffszeit der Stufe). Das ist ein vereinfachtes Modell.
- Anzahl Cache-Zeilen = Cache-Größe [Byte] ÷ Zeilengröße [Byte]. Eine Cache-Line hat meist 64 Byte.

❓ Übungsfragen Block 4

Ü4.1 Welche Cache-Ebene hat die kürzeste Zugriffszeit, aber den geringsten Speicher? A) L3, B) L2, C) L1, D) RAM.

Ü4.2 Ergänzen Sie: Werden Daten nicht im Cache gefunden, spricht man von einem Cache-___. Die Zugriffszeit steigt von L1 zu L2 zu L3 zu RAM immer ___. Der L3-Cache liegt auf dem gleichen ___ wie die CPU-Kerne.

🏛️ Block 5: CPU-Architekturen und Moore's Law

5.1 ⚖️ RISC vs. CISC

🎯 IHK-Relevanz: mittel – laut Lernzielfolie "☒ möglich"; eine Abgrenzungstabelle reicht.

🤹 Vergleich: CISC ist ein Küchengerät mit 50 Spezialknöpfen. Ein Knopf macht viel. RISC ist ein gutes Messer. Es kann wenig, das aber schnell und sparsam.

Merkmal	**CISC** (Complex Instruction Set Computer)	**RISC** (Reduced Instruction Set Computer)
Befehle	viele komplexe Befehle (1 Befehl → viele Operationen)	wenige einfache Befehle (1 Befehl → 1 Operation)
Speicherzugriff	Befehle greifen direkt auf den Speicher zu	nur per Load/Store
Energieeffizienz	eher niedrig	sehr hoch
Beispiele	Intel x86/x64, AMD x86-64	ARM, RISC-V, MIPS, SPARC
Einsatz	Desktop, Server, Workstation, BW-Laptops	Mobilgeräte, Embedded/IoT, Apple M-Serie

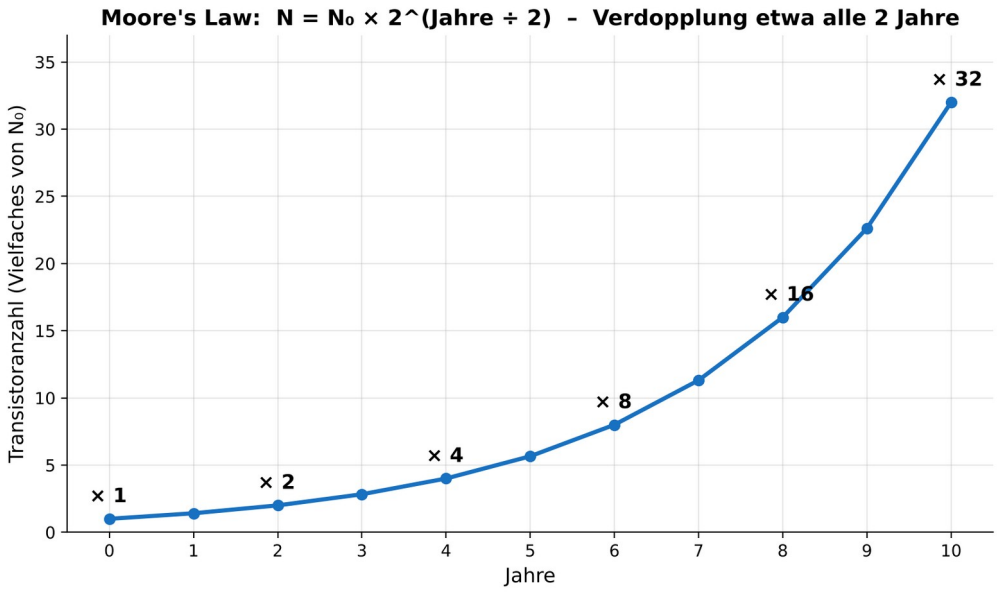
📌 **Merksatz:** x86 = CISC = PC und Server. ARM = RISC = Handy und sparsame Geräte.

5.2 📈 Moore's Law

🎯 IHK-Relevanz: gering bis mittel – im Übungsblatt als Multiple Choice; eine Rechenaufgabe dazu ist eher unwahrscheinlich.

💡 **Moore's Law**: Die **Transistoranzahl** auf einem Chip verdoppelt sich etwa **alle 2 Jahre**.

📌 **Formel:** N = N₀ × 2^(Jahre ÷ 2). N₀ ist die Startzahl.



Moore's Law: Verdopplung der Transistoranzahl alle zwei Jahre

Beispiel 2 (Übungsbeispiel zur Formel): Wie viel mal mehr Transistoren nach 10 Jahren?

1. Jahre ÷ 2 = 10 ÷ 2 = 5.
2. 2^5 = 32.
3. Ergebnis: N = N₀ × **32**.

⚠️ Falsche Antworten im Übungsblatt: Busbreite, Cache-Größe oder TDP. Es geht nur um die **Transistoren**.

❓ Übungsfragen Block 5

Ü5.1 Nennen Sie drei Unterschiede zwischen RISC und CISC. Ordnen Sie ARM und x86 zu.

🔴🔵 Block 6: Intel vs. AMD, Desktop vs. Server

6.1 🆚 Intel und AMD im Vergleich

🎯 IHK-Relevanz: mittel bis hoch – laut Folie "häufig"; wichtig für Angebotsvergleiche und Hardware-Auswahl in AP1.

Merkmal	Intel (Core 14. Gen / Core Ultra)	AMD (Ryzen 7000 / 8000 / 9000)
Desktop-Sockel	LGA 1700 (12.–14. Gen) / LGA 1851 (Core Ultra)	AM5, einheitlich für Ryzen 7000+
RAM	LGA 1700: DDR4 oder DDR5; LGA 1851: nur DDR5	AM5: nur DDR5; DDR4 nur bei AM4
Integrierte Grafik (iGPU)	ja (außer **F-Serie**), Intel	ja, Basis-iGPU (außer F-

Merkmal	Intel (Core 14. Gen / Core Ultra)	AMD (Ryzen 7000 / 8000 / 9000)
	UHD/Iris	Modelle); 8000G: bis Radeon 780M
Hybrid-Architektur	ja: P-Cores + E-Cores	Desktop: nein, alle Kerne gleich; dafür **3D V-Cache**
ECC-RAM	Xeon sowie Core/Core Ultra mit W680/W880-Chipsatz	EPYC, Ryzen PRO, alle Threadripper
Virtualisierung	Intel **VT-x** (alle Desktop-CPUs)	**AMD-V** / AMD SVM (alle Desktop-CPUs)

📌 **Merksatz:** Intel = P- und E-Kerne (hybrid). AMD = 3D V-Cache. Beide nutzen heute LGA.

6.2 🏢 Server-CPU vs. Desktop-CPU

🎯 IHK-Relevanz: hoch – "Welche CPU für einen Server?" ist im Übungsblatt; passt zu AP1 (Auswahl) und AP2 Konzeption/Administration (Server betreiben, wahrscheinlich).

🚗 Vergleich: Ein Desktop-PC ist ein Pkw. Ein Server ist ein Lkw im Dauereinsatz. Er muss Tag und Nacht zuverlässig laufen.

	Desktop / Büro	Server
Produktlinien	Intel Core / Core Ultra, AMD Ryzen (PRO)	**Intel Xeon**, **AMD EPYC**
Anforderung	niedrige TDP, iGPU reicht, zuverlässig	**ECC-RAM**, viele Kerne, zuverlässig, virtualisierbar
TDP	65–125 W (Desktop), 9–15 W (U-Serie)	100–350 W
Kühlung	Tower-Kühler oder passiv	Rechenzentrumslüfter

💡 **ECC-RAM** (Error-Correcting Code) erkennt und korrigiert Bitfehler. Das kennst du aus Kapitel 1.

6.3 🛡️ Virtualisierung und Sicherheitsfunktionen

🎯 IHK-Relevanz: mittel – VT-x/AMD-V im UEFI aktivieren gehört zu Arbeitsplatz-Konfiguration (AP1) und zum Betrieb von Hypervisoren (AP2 Konzeption/Administration, wahrscheinlich); die Sicherheitsfunktionen sind eher Zusatzwissen.

🏠 Vergleich: Ein Hypervisor teilt ein Haus in Wohnungen auf. Jede **VM** (virtuelle Maschine) ist eine Wohnung. Die CPU hilft dabei mit eigenen Funktionen.

Funktion	Intel	AMD	Bedeutung
CPU-Virtualisierung	VT-x	AMD-V / SVM	Grundlage für Hypervisoren (Hyper-V, VMware,

Funktion	Intel	AMD	Bedeutung
			VirtualBox)
IOMMU / DMA-Schutz	VT-d	AMD-Vi	Hardware direkt an eine VM geben (GPU Passthrough)
EPT / Nested Paging	EPT	RVI/NPT	schnellere Speicherverwaltung für VMs

Sicherheitsfunktion	Intel	AMD	Zweck
Sichere Enklave	SGX	SEV	verschlüsselter Speicher für sichere Prozesse
Spekulationsschutz	Retpoline, IBRS	IBPB, STIBP	Schutz vor Spectre/Meltdown
Speicherverschlüsselung	TME	SME/SEV	gesamter RAM verschlüsselt
Trusted Execution	TXT	DRTM (SKINIT)	Vertrauensanker für Secure Boot
Boot Guard	Boot Guard	Platform Secure Boot	verhindert Firmware-Manipulation

🔗 TPM 2.0 + Boot Guard + Secure Boot bilden eine **Sicherheitskette** von der Firmware bis zum Betriebssystem.

🪖 In großen Behördennetzen ist VT-x / AMD-V im UEFI typisch per Vorgabe aktiv. Das erlaubt z. B. Windows Sandbox mit Hyper-V.

❓ Übungsfragen Block 6

Ü6.1 Ein Server-Admin braucht eine CPU mit ECC-Unterstützung und maximaler Zuverlässigkeit. Welche Produktlinie? A) Intel Core i9, B) AMD Ryzen 9, C) Intel Xeon / AMD EPYC, D) Apple M4 Pro.

Ü6.2 Ein Hypervisor startet keine VMs. Welche CPU-Funktion prüfen Sie im UEFI? Nennen Sie die Namen bei Intel und AMD.

🛒 Block 7: CPU-Auswahl, Datenblatt und CPU-Z

7.1 🎯 Auswahlkriterien

🎯 IHK-Relevanz: sehr hoch – "Hard- und Software auswählen" steht ausdrücklich im AP1-Prüfungsbereich; begründete Empfehlungen sind auch im AP2-Projekt wahrscheinlich nützlich.

📌 Auswahlreihenfolge (Folie):

1. Anwendungsfall
2. Anforderungen
3. TDP-Grenze
4. Kerne / Takt
5. RAM-Kompatibilität
6. Budget

⚠️ Die Folie sagt: "Niemals umgekehrt!" Erst der Zweck, dann der Preis.

Anwendungsfall	Kritische Anforderung	CPU-Klasse	Beispiel
Büro / Office	niedrige TDP, iGPU reicht, zuverlässig	Core i5 U-Serie / Ryzen 5 PRO	i5-1335U, Ryzen 5 PRO 7540U
BW-Feldrechner (Fanless)	TDP < 15 W, lüfterlos, MIL-tauglich	Core i5/i7 U, Ryzen U, Embedded R-Serie	Core i7-1355U (15 W), Ryzen 5 7545U
CAD / GIS (Stab)	hohe **Single-Thread-Leistung**, ECC optional	Xeon W / Ryzen 9 PRO	Xeon W3-2425, Ryzen 9 PRO 7945
Server (Feldlager-AD)	ECC-RAM, viele Kerne, zuverlässig, virtualisierbar	Xeon / EPYC (Entry)	Xeon E-2400, EPYC 4004/4005
Embedded / Sensor (Fahrzeug)	sehr niedrige TDP, kein Lüfter, langer Lebenszyklus	Intel Atom J/N, AMD R-Serie Embedded	Atom J6413, Ryzen R1000 Embedded

ℹ️ **Single-Thread-Leistung** heißt: Wie schnell ist **ein** Kern allein? Viele CAD-Programme nutzen vor allem einen Kern.

🪖 **Labor-Mini-Projekt (Praxis 3)**: Drei Profile sollen eine CPU-Empfehlung bekommen. Die Tabelle oben liefert die Grundlage:

- Sachbearbeiter (Office, Browser, Mail, Videokonferenz, 8 h/Tag) → Büro-Klasse.
- GIS/CAD-Workstation (hohe Single-Thread-Last) → Xeon W / Ryzen 9 PRO.
- Feldrechner im Fahrzeug (niedrige TDP, –30 bis +70 °C) → U-Serie oder Embedded, lüfterlos.

7.2 📄 Datenblatt lesen

🎯 IHK-Relevanz: hoch – laut Lernzielfolie "AP-relevant"; in Prüfungen kommen oft Datenblatt-Auszüge zum Vergleich (wahrscheinlich).

🔎 Hersteller-Datenblätter:

- **Intel ARK** (ark.intel.com): Takt, Boost, Kerne, Threads, L3, TDP, Sockel, PCIe-Version, RAM-Typ und -Maximum, VT-x/VT-d, Fertigungsknoten, Launch-Jahr, EOL-Datum. Vergleich von 2 CPUs möglich.
- **AMD-Produktseite**: Basis- und Boost-Takt, Kerne, Threads, L1/L2/L3, TDP, **cTDP-down**, Sockel, DDR-Generation, max. RAM, PCIe-Version, Sicherheitsfunktionen (PSP).

📖 **EOL** (End of Life): ab dann liefert der Hersteller nicht mehr. Wichtig für lange Nutzungszeiten.

7.3 🛠️ CPU-Z

🎯 IHK-Relevanz: mittel – Praxiswerkzeug zum Testen und Dokumentieren (AP1 "Leistung kontrollieren und protokollieren").

CPU-Z-Reiter	Was zeigt er?	Relevanz (Folie)
CPU	Name, Architektur, Fertigungsknoten, Kerne, Threads, Takt, Sockel	☒☒☒
Caches	L1/L2/L3-Größe, Assoziativität, Zeilengröße	☒☒
Mainboard	Hersteller, Modell, Chipsatz, BIOS-Version und -Datum	☒☒
Memory	RAM-Typ (DDR4/5), Größe, Kanäle, aktueller Takt	☒☒☒
SPD	Daten je RAM-Modul: Hersteller, Seriennummer, XMP-Profile	☒☒

📋 CPU-Z eignet sich zur **Inventarisierung**. Export als .txt oder Screenshot für die Dokumentation.

❓ Übungsfragen Block 7

Ü7.1 Nennen Sie die Auswahlreihenfolge für eine CPU in sechs Schritten.

Ü7.2 Empfehlen Sie eine CPU-Klasse für eine GIS/CAD-Workstation. Welcher Kennwert wiegt am schwersten?

🧮 Block 8: Rechenaufgaben Schritt für Schritt

🎯 IHK-Relevanz: hoch – die Rechenaufgaben sind laut Blatt “IHK AP Teil 1 relevant”; Rechenweg und Einheiten bringen Teilpunkte.

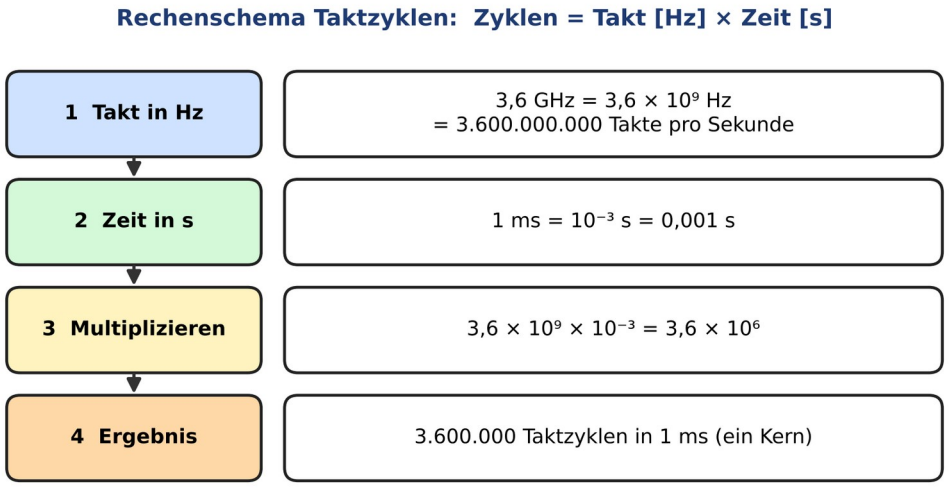
⚠️ Das sind **meine** Rechenwege. Vergleiche sie mit der Besprechung im Unterricht.

📝 Regeln vom Aufgabenblatt:

- Den Rechenweg immer aufschreiben. Nur das Ergebnis gibt keine volle Punktzahl.
- Einheiten immer mitführen (GHz, W, Wh, kWh, €, %).
- Zwischenergebnisse nicht runden. Erst das Endergebnis auf zwei Nachkommastellen runden.

8.1 🔢 Block A: Kerne, Threads und Taktzyklen

📌 **Formeln:** Logische Prozessoren = Sockel × Kerne × Threads pro Kern. Zyklen = Takt [Hz] × Zeit [s]. Merke: 1 GHz = 10^9 Hz und 1 ms = 10^-3 s.



Beispiel: Rechenaufgabe A3 (3,6 GHz, 1 ms). Merke: Giga = 10⁹, Milli = 10⁻³.

Rechenschema Taktzyklen am Beispiel 3,6 GHz und 1 ms

A1 – 12 physische Kerne, SMT aktiv. Logische Prozessoren?

1. Formel: Sockel × Kerne × Threads pro Kern.
2. 1 × 12 × 2 = **24 logische Prozessoren**.

A2 – 2 Sockel mit je 32 Kernen, SMT aktiv.

1. 2 × 32 × 2 = **128 logische Prozessoren**.

A3 – 3,6 GHz. Taktzyklen eines Kerns in 1 ms?

1. 3,6 GHz = 3,6 × 10^9 Hz.

2. 1 ms = 10^-3 s.
3. 3,6 × 10^9 × 10^-3 = 3,6 × 10^6 = **3.600.000 Taktzyklen**.

A4 – 10 Kerne mit SMT, Boost 4,5 GHz. Taktzyklen aller Threads zusammen in 1 ms?

1. Threads: 10 × 2 = 20.
2. Je Thread: 4,5 × 10^9 Hz × 10^-3 s = 4.500.000 Zyklen.
3. Alle Threads: 20 × 4.500.000 = **90.000.000 Taktzyklen**.

ℹ️ Unsicherheit: So rechnet man, wenn jeder Thread als eigene CPU zählt. Technisch teilen sich aber zwei Threads **einen** Kern und seinen Takt. Rechnet man nur mit den Kernen, ergibt sich 10 × 4.500.000 = 45.000.000. Welche Lösung der Lehrer erwartet, bitte im Unterricht klären.

A5 – Ein Befehl braucht 4 Taktzyklen. Takt 2,5 GHz. Befehle pro Sekunde (ein Kern)?

1. Takte pro Sekunde: 2,5 × 10^9 = 2.500.000.000.
2. Befehle: 2.500.000.000 ÷ 4 = **625.000.000 Befehle pro Sekunde** (625 Mio.).

A6 – CPU A: 4,0 GHz, IPC 5. CPU B: 5,0 GHz, IPC 3. Welche ist schneller und um wie viel Prozent?

1. Leistung ≈ Takt × IPC (gleiche Kernzahl angenommen).
2. A: 4,0 × 5 = 20 (Milliarden Befehle pro Sekunde).
3. B: 5,0 × 3 = 15 (Milliarden Befehle pro Sekunde).
4. Unterschied: 20 – 15 = 5.
5. Bezogen auf B: 5 ÷ 15 = 0,3333 → **CPU A ist um 33,33 % schneller**.

💡 Das zeigt: Die CPU mit **weniger** GHz ist schneller. Die IPC macht den Unterschied.

ℹ️ Bezieht man den Unterschied auf A, ist B um 5 ÷ 20 = 25 % langsamer. Achte auf die Bezugsgröße!

8.2 🔋 Block B: TDP, Kühlung, Netzteil, Strom

B1 – Core i9, TDP 125 W, 20 % Puffer.

1. 125 W × 1,2 = **150 W Kühlleistung**.

B2 – CPU 95 W, GPU 180 W, Mainboard 40 W, RAM 25 W, 2 × SSD à 7,5 W. 30 % Puffer.

1. SSDs: 2 × 7,5 W = 15 W.
2. Summe: 95 + 180 + 40 + 25 + 15 = 355 W.
3. Mit Puffer: 355 W × 1,3 = 461,5 W.
4. Nächste Handelsgröße (300/400/500/650/750 W): **500-W-Netzteil**.

B3 – Feldrechner 30 W, USV 100 Wh. Laufzeit? Kapazität für 4 h?

1. Laufzeit: 100 Wh ÷ 30 W = **3,33 h**.
2. Für 4 h: 30 W × 4 h = **120 Wh**.

B4 – 6 Server mit je 2 CPUs à 205 W TDP. 40 % Aufschlag.

1. Anzahl CPUs: 6 × 2 = 12.
2. CPU-Leistung: 12 × 205 W = 2.460 W.
3. Mit Aufschlag: 2.460 W × 1,4 = **3.444 W ≈ 3,44 kW Kühlleistung**.

B5 – Server 350 W, 24/7, 0,32 €/kWh, 1 Jahr = 8.760 h.

1. In kW umrechnen: 350 W = 0,35 kW.
2. Energie: 0,35 kW × 8.760 h = 3.066 kWh.
3. Kosten: 3.066 kWh × 0,32 €/kWh = **981,12 €** pro Jahr.

B6 – cTDP-down von 28 W auf 15 W. Um wie viel Prozent sinkt die Verlustleistung?

1. Differenz: 28 W − 15 W = 13 W.
2. Bezogen auf den alten Wert: 13 ÷ 28 = 0,464285…
3. Ergebnis: **46,43 %** weniger.

8.3 📐 Weitere Formeln aus der Formelsammlung

Größe	Formel
Adressraum	2^n Byte (n = Adressbits); 2^32 = 4 GiB
Speicherbandbreite	Busbreite [Byte] × Transferrate [MT/s]; 64 Bit = 8 Byte je Kanal
Amdahl's Law	S = 1 ÷ ((1 − p) + p ÷ n); p = paralleler Anteil, n = Kerne
Energiekosten	P [kW] × t [h] × Preis [€/kWh]

ℹ️ Zu Amdahl's Law gibt es auf dem Blatt keine Aufgabe. Die Formel sagt: Mehr Kerne helfen nur beim parallelen Anteil eines Programms.

❓ Übungsfragen Block 8

Ü8.1 Ein Server hat 2 Sockel mit je 16 Kernen. SMT ist aktiv. Wie viele logische Prozessoren meldet der Hypervisor?

Ü8.2 Eine CPU läuft mit 2,0 GHz. Wie viele Taktzyklen schafft ein Kern in 1 ms?

Ü8.3 Ein PC braucht zusammen 400 W. Welches Netzteil wählen Sie bei 30 % Puffer (Handelsgrößen 300/400/500/650/750 W)?

✅ Lösungen

Block 1

Ü1.1 1 → d, 2 → c, 3 → e, 4 → b, 5 → a.

Block 2

Ü2.1 Falsch. Die Leistung hängt auch von der IPC und der Kernanzahl ab. Leistung ≈ Takt × IPC × Kerne. Eine CPU mit weniger GHz kann schneller sein (siehe A6).

Ü2.2 Ein physischer Kern ist eine echte Recheneinheit auf dem Die. Ein Thread ist ein logischer Kern. Durch SMT/Hyper-Threading arbeiten zwei Threads auf einem Kern. Windows zählt die logischen Prozessoren: 8 Kerne × 2 Threads = 16.

Block 3

Ü3.1 Die TDP gibt die Wärmeleistung bei typischer Last an. Auf diesen Wert wird die Kühlung ausgelegt. Die echte Spitzenleistung ist höher. Sie heißt bei Intel MTP und bei AMD PPT.

Ü3.2

- LGA: Pins im Sockel des Mainboards. Beispiel: Intel LGA 1700 oder AMD AM5.
- PGA: Pins an der CPU. Beispiel: AMD AM4.
- BGA: CPU fest verlötet, kein Tausch. Beispiel: Mobile- und Embedded-CPUs.

Block 4

Ü4.1 C) L1.

Ü4.2 Miss – an – Die.

Block 5

Ü5.1 Drei von diesen:

- CISC hat viele komplexe Befehle. RISC hat wenige einfache Befehle.
- CISC-Befehle greifen direkt auf den Speicher zu. RISC nutzt nur Load/Store.
- RISC ist sehr energieeffizient. CISC eher nicht.

Zuordnung: x86/x64 = CISC. ARM = RISC.

Block 6

Ü6.1 C) Intel Xeon / AMD EPYC.

Ü6.2 Die Hardware-Virtualisierung muss im UEFI aktiv sein. Bei Intel heißt sie VT-x, bei AMD AMD-V (SVM).

Block 7

Ü7.1 1. Anwendungsfall, 2. Anforderungen, 3. TDP-Grenze, 4. Kerne/Takt, 5. RAM-Kompatibilität, 6. Budget.

Ü7.2 Xeon W oder Ryzen 9 PRO (z. B. Xeon W3-2425, Ryzen 9 PRO 7945). Am schwersten wiegt die hohe Single-Thread-Leistung. ECC ist optional.

Block 8

Ü8.1 2 × 16 × 2 = **64 logische Prozessoren**.

Ü8.2 2,0 × 10^9 Hz × 10^-3 s = 2,0 × 10^6 = **2.000.000 Taktzyklen**.

Ü8.3 400 W × 1,3 = 520 W. Nächste Handelsgröße: **650 W**.

Lösungen zum Übungsblatt (Teile ohne eigene Ü-Frage)

- Lückentext 1: **Central** – **Thermal Design Power** – **Cache** – **Hyper-Threading** – **AM5**.
- Richtig/Falsch: 1 F (Takt allein reicht nicht), 2 R (L3 ist gemeinsam), 3 R (RISC: kleiner, einfacher Befehlssatz), 4 R (13. Gen nutzt LGA 1700), 5 F (TDP = typische Last, nicht exakte Spitze), 6 F (Miss = Daten **nicht** vorhanden).
- Moore's Law: **B)** Die Transistoranzahl verdoppelt sich etwa alle 2 Jahre.

🔑 Schlagwortliste für die Prüfung

Begriff	Kurzdefinition	Block
CPU	Central Processing Unit, führt Befehle aus, enthält ALU, CU, Register	1
ALU	Rechenwerk, rechnet und vergleicht	1
Control Unit (CU)	Steuerwerk, holt und dekodiert Befehle	1
Register	schnellster Speicher in der CPU (ps-Bereich)	1
Bus Interface Unit (BIU)	Verbindung der CPU zum Systembus (PCIe, DMI, IMC)	1
Die	Silizium-Chip der CPU	1
Taktfrequenz	Taktzyklen pro Sekunde, Einheit Hz/GHz	2
Basistakt / Boost-Takt	garantierte Dauerleistung / kurzer Höchsttakt	2
IPC	Instructions per Clock, Befehle pro Takt	2
Physischer Kern	eigene Recheneinheit mit ALU, CU, Register, L1/L2	2
Thread / logischer Kern	virtuelle CPU durch SMT	2
SMT / Hyper-Threading	2 Threads teilen einen Kern (AMD SMT, Intel HT)	2
P-Cores / E-Cores	Leistungs- / Effizienzkerne (Intel hybrid), E-Cores ohne	2

Begriff	Kurzdefinition	Block
	SMT	
Get-CimInstance Win32_Processor	PowerShell-Abfrage von Kernen und logischen Prozessoren	2
TDP	Thermal Design Power, Wärmeleistung für die Kühlauslegung in W	3
MTP / PPT	echte Spitzenleistung bei Intel / AMD	3
cTDP-down	TDP nach unten begrenzen	3
Fanless	lüfterlos, passiv gekühlt, TDP < 15 W	3
Sockel	Schnittstelle CPU–Mainboard, muss passen	3
LGA / PGA / BGA	Pins im Sockel / Pins an der CPU / fest verlötet	3
AM5 / AM4	AMD-Sockel: LGA 1718 mit DDR5 / PGA mit DDR4	3
LGA 1700 / LGA 1851	Intel-Sockel: Core 12.–14. Gen / Core Ultra 200S	3
Cache	schneller SRAM-Puffer auf dem Die	4
L1 / L2 / L3	~1 ns privat / ~4 ns meist privat / ~10–30 ns gemeinsam	4
Cache-Hit / Cache-Miss	Daten gefunden / nicht gefunden, RAM-Zugriff nötig	4
Stall	CPU wartet auf Daten	4
Hit-Rate	Trefferquote im Cache, typisch 85–99 %	4
CISC	viele komplexe Befehle, x86/x64	5
RISC	wenige einfache Befehle, Load/Store, ARM	5
Moore’s Law	Transistoranzahl verdoppelt sich etwa alle 2 Jahre	5
3D V-Cache	AMD-Technik mit zusätzlichem Cache	6
iGPU / F-Serie	integrierte Grafik / Intel-Modelle ohne iGPU	6

Begriff	Kurzdefinition	Block
Xeon / EPYC	Server-CPUs von Intel / AMD	6
ECC-RAM	RAM mit Fehlerkorrektur, typisch für Server	6
VT-x / AMD-V	Hardware-Virtualisierung	6
VT-d / AMD-Vi (IOMMU)	Hardware direkt an VMs geben	6
SGX / SEV, TXT, Boot Guard	CPU-Sicherheitsfunktionen	6
Auswahlreihenfolge	Anwendungsfall → Anforderungen → TDP → Kerne/Takt → RAM → Budget	7
Single-Thread-Leistung	Leistung eines einzelnen Kerns, wichtig für CAD/GIS	7
Intel ARK	Datenblatt-Datenbank von Intel	7
EOL	End of Life, Ende der Lieferbarkeit	7
CPU-Z	Gratis-Tool zum Auslesen von CPU, Cache, Mainboard, RAM	7
Logische Prozessoren	Sockel × Kerne × Threads pro Kern	8
Taktzyklen	Takt [Hz] × Zeit [s]	8
Kühlleistung / Netzteil	TDP × 1,2–1,3 / Summe × 1,3 → Handelsgröße	8
Laufzeit USV	Kapazität [Wh] ÷ Leistung [W]	8
Energiekosten	P [kW] × t [h] × Preis [€/kWh]	8