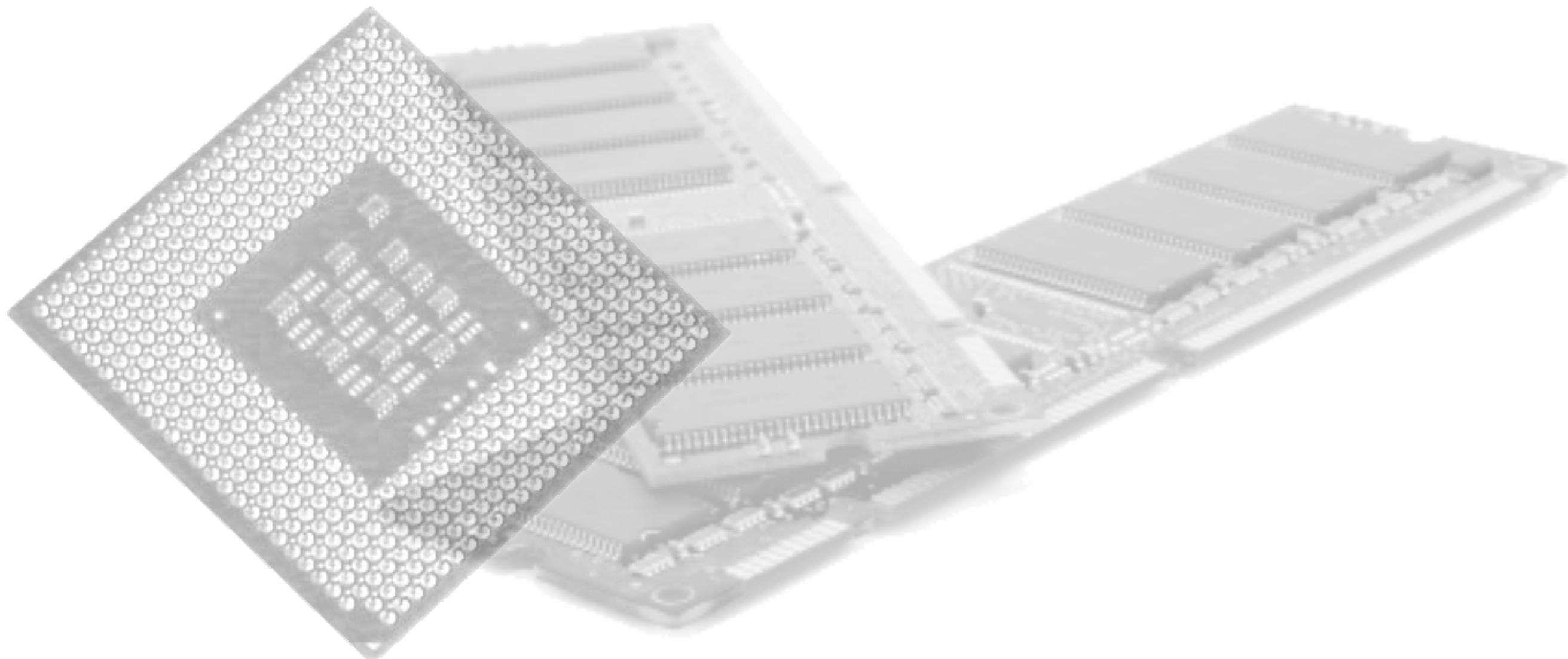
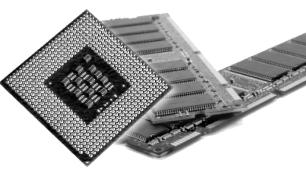


Grafikkarte

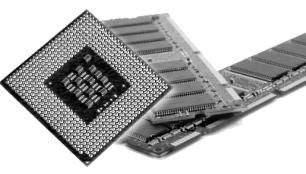




Grafikkarte

- steuert die Grafikausgabe
- der Prozessor rechnet die Daten und leitet sie für die Ausgabe an die Grafikkarte weiter
- integrierte Grafik im Prozessor
- oder als Erweiterungskarte (heute PCIe)
- Besteht aus
 - Grafikprozessor (GPU)
 - Grafikspeicher
 - RAMDAC
 - Systemschnittstelle
 - Framebuffer

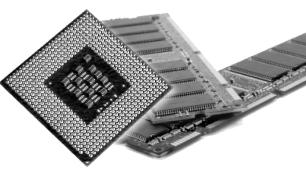




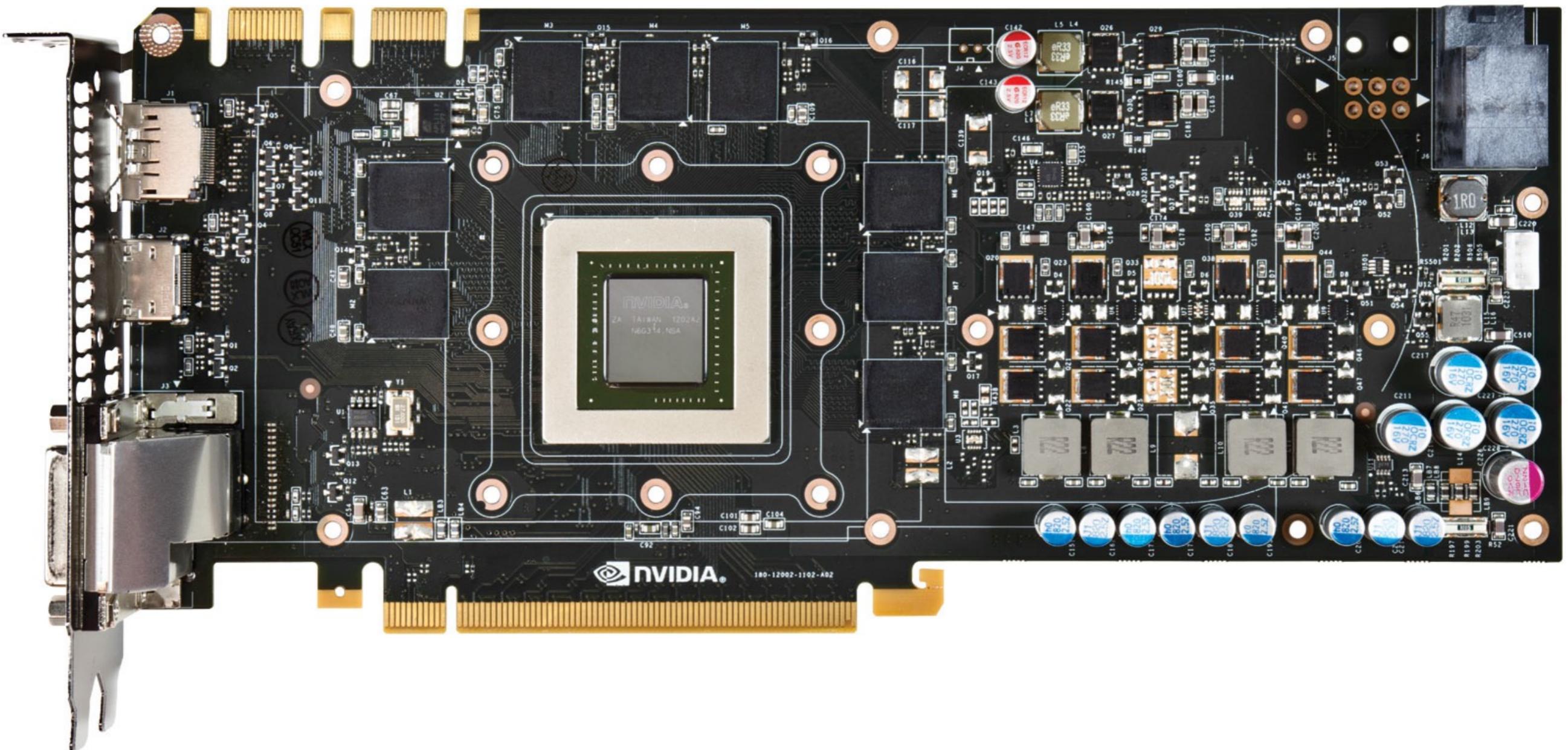
Grafikkarte

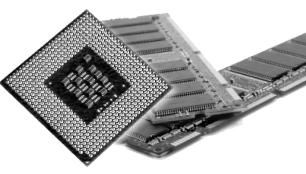
- NVIDIA GeForce GTX TITAN X
- Bus: PCI Express 3.0
- Video Memory: GDDR5 12GB
- GPU Base Clock : 1000 MHz
- Cores: 3072
- Memory Clock: 7010 MHz (GDDR5)
- Memory Interface: 384-bit
- DVI Output : 1 (DVI-I)
- HDMI Output : 1
- Display Port : 3 (Regular DP)
- Power: bis zu 300 W



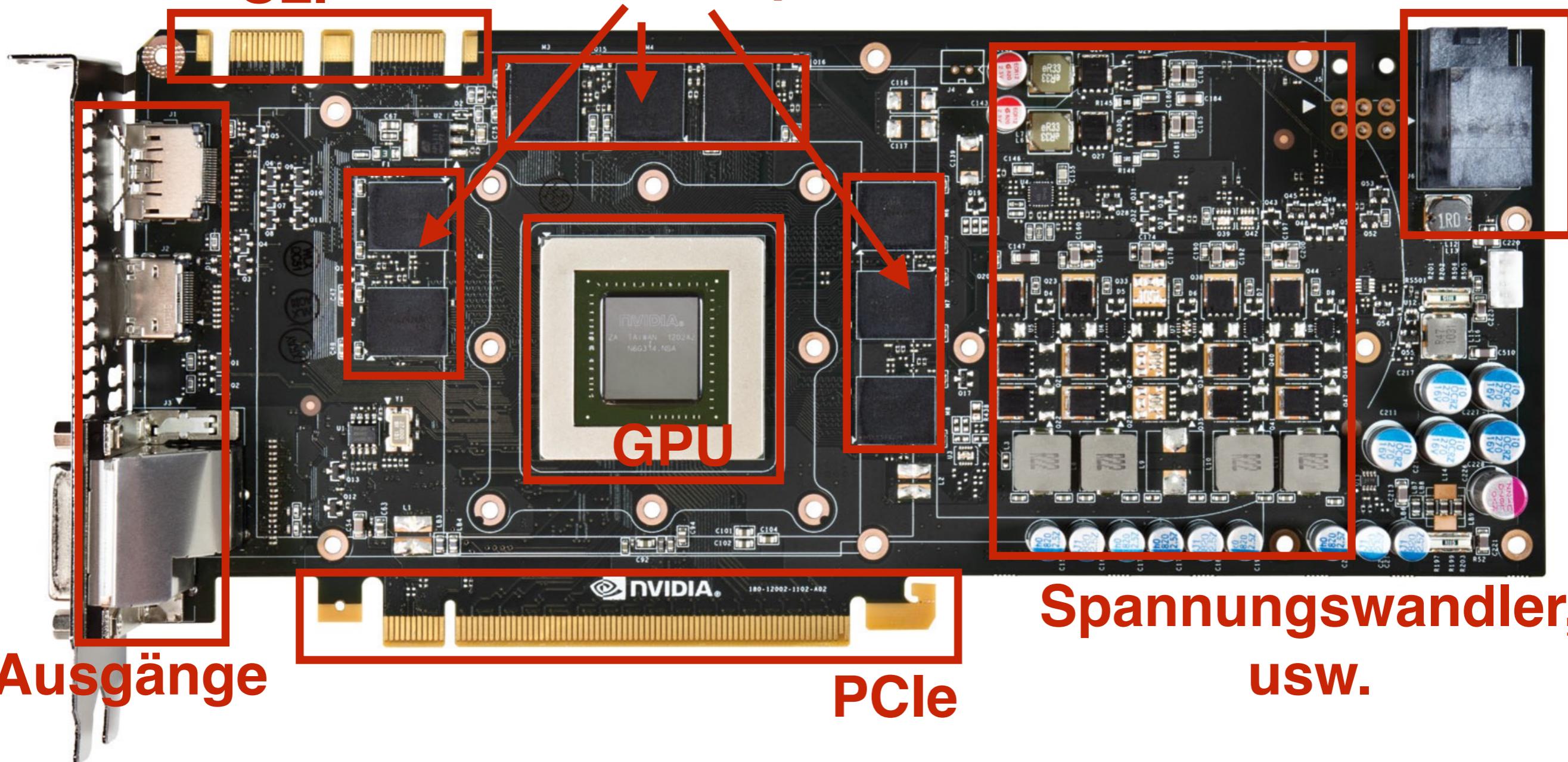


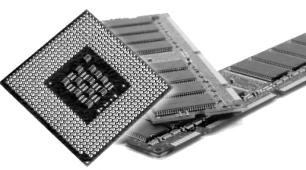
Grafikkarte



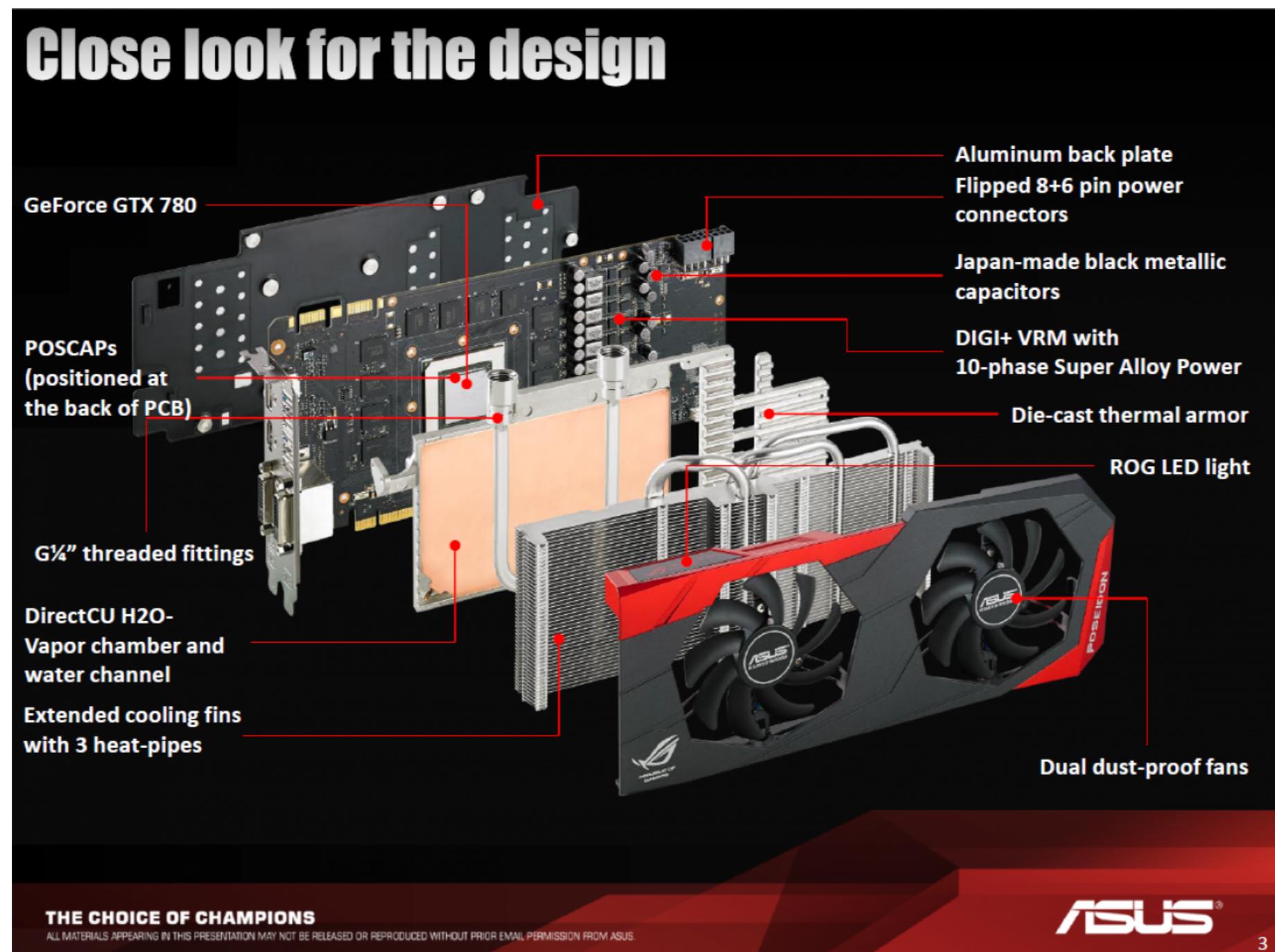


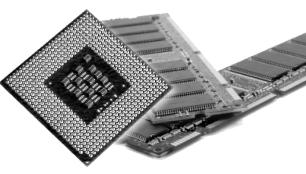
Grafikkarte

SLI**Grafikspeicher****Stromanschluss**



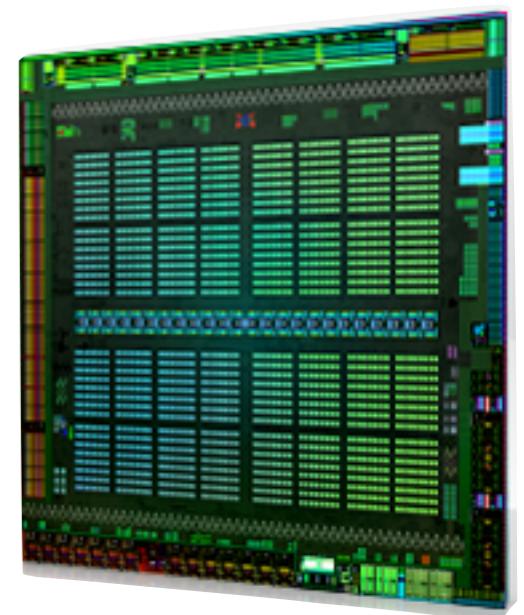
Grafikkarte

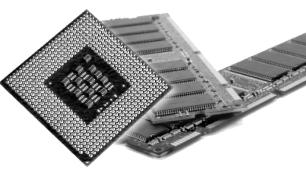




GPU

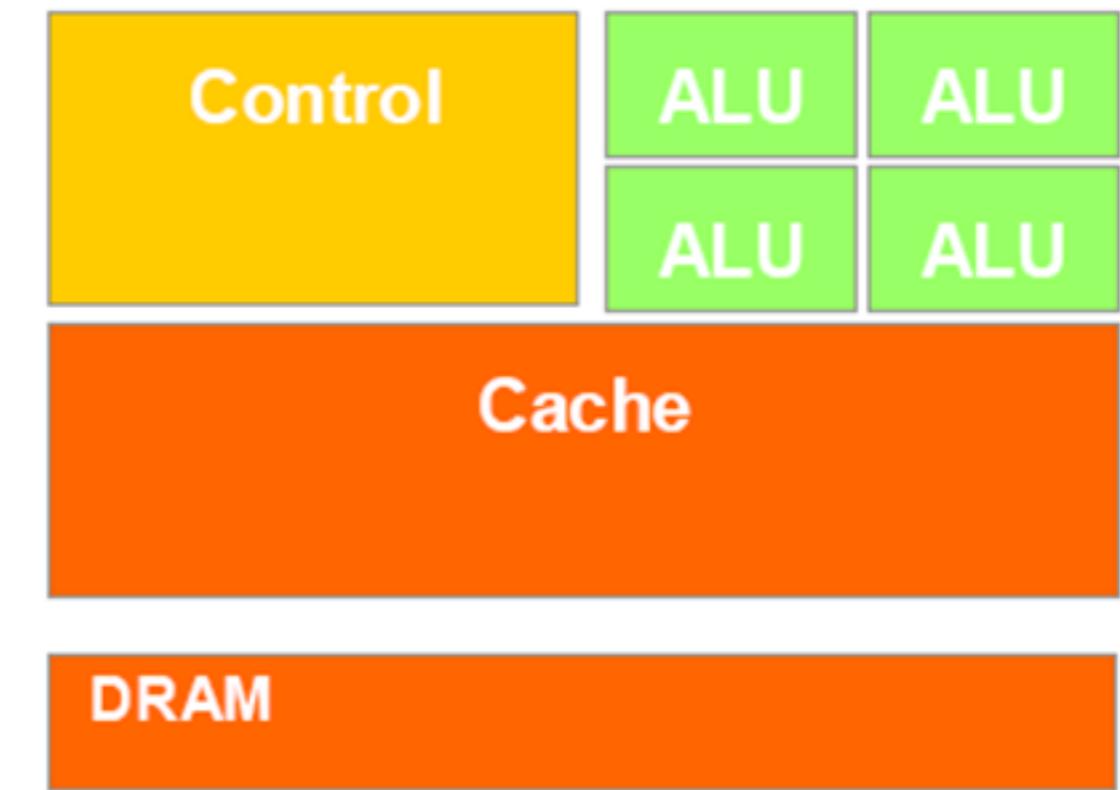
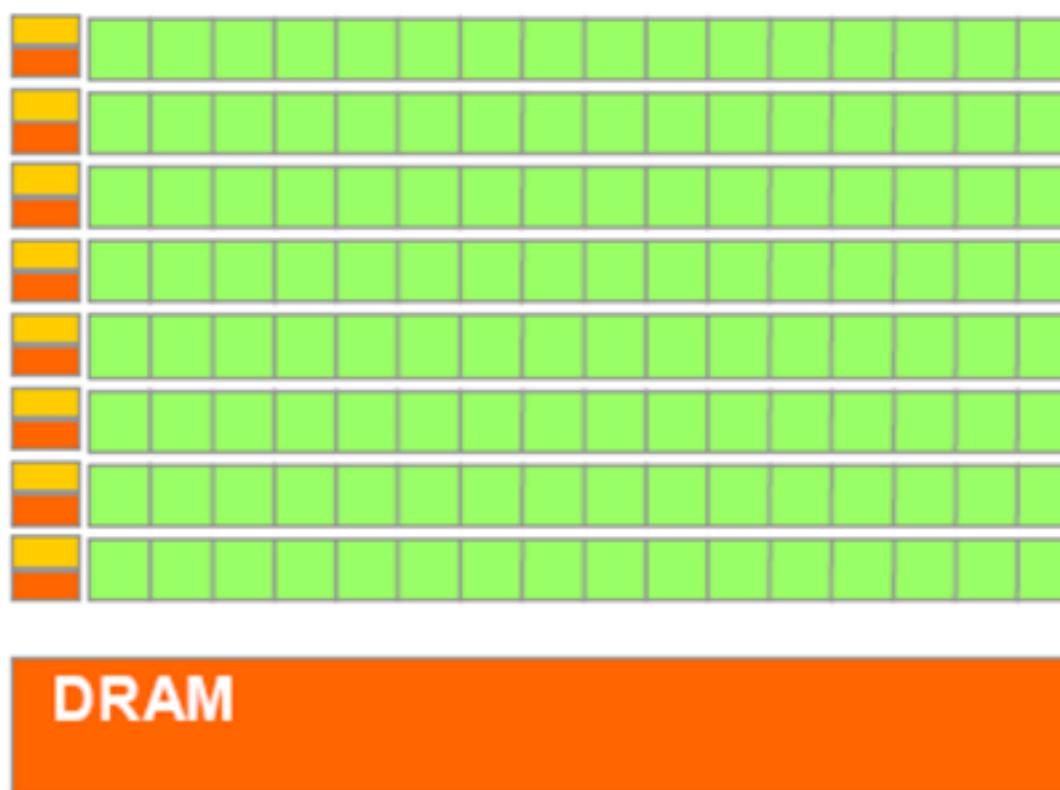
- eine GPU ist für paralleles Arbeiten optimiert
- viele Berechnungseinheiten (ALUs) und damit auch viel mehr Transistoren
- geringere Taktrate als CPUs
- schnellere und mehrere Datenleitungen
- viele Daten werden in kurzer Zeit bearbeitet

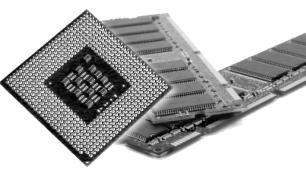




GPU

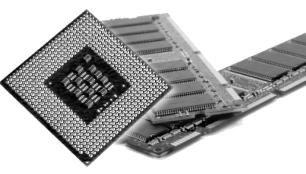
- eine GPU ist für paralleles Arbeiten optimiert





GPU

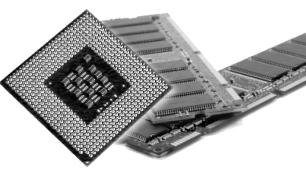




GPU

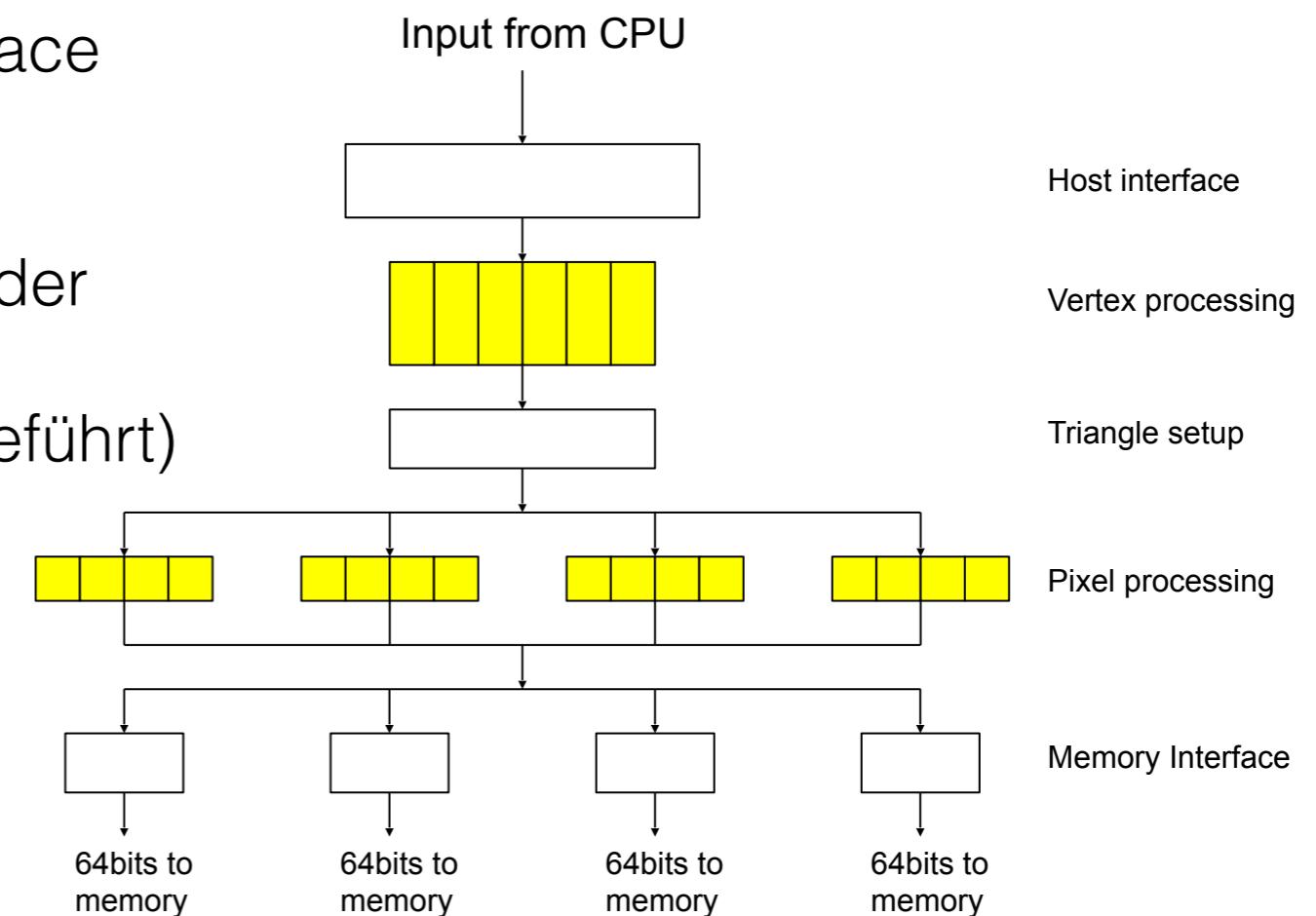
- Streaming Multiprocessor (SMX)
- Core: single-precision
- DP Unit: double-precision
- special function unit (SFU)
- load / store (LD/ST)

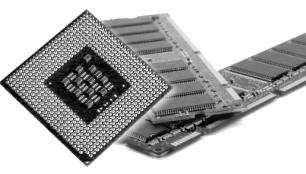




Bearbeitungsschritte

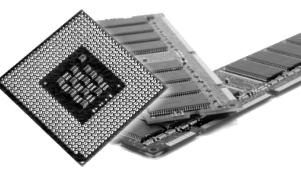
- Daten von der CPU am Host interface (PCIe)
- Vertex processing: die Positionen der Elemente werden festgelegt (Transformationen werden durchgeführt)
- Triangle setup: aus den Positionen werden Pixel (Elemente werden aufgeteilt)
- Pixel processing: Jeder Pixel wird berechnet (Farbe, usw. je nach Textur)
- Memory interface: die Daten werden in den Framebuffer geschrieben





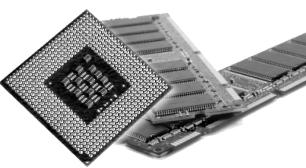
Grafikspeicher

- Graphics Double Data Rate (GDDR)
- aktuell: GDDR5X
- mit acht parallel angeschlossenen 2,5-GHz GDDR5-SDRAM-Chips
 - Latenz: 0,4 ns
 - Geschwindigkeit: 160 GByte/s
- Kann auch ein Teil des Arbeitsspeichers sein (shared memory)



Grafikspeicher

- Daten im Grafikspeicher
 - Framebuffer
 - z-Buffer (Tiefeninformationen)
 - Vertex-Shader und Pixel-Shader Programme
 - führen z.B. Schattenwurf, Spiegelung, usw. aus
 - Geometriedaten
 - Texturdaten



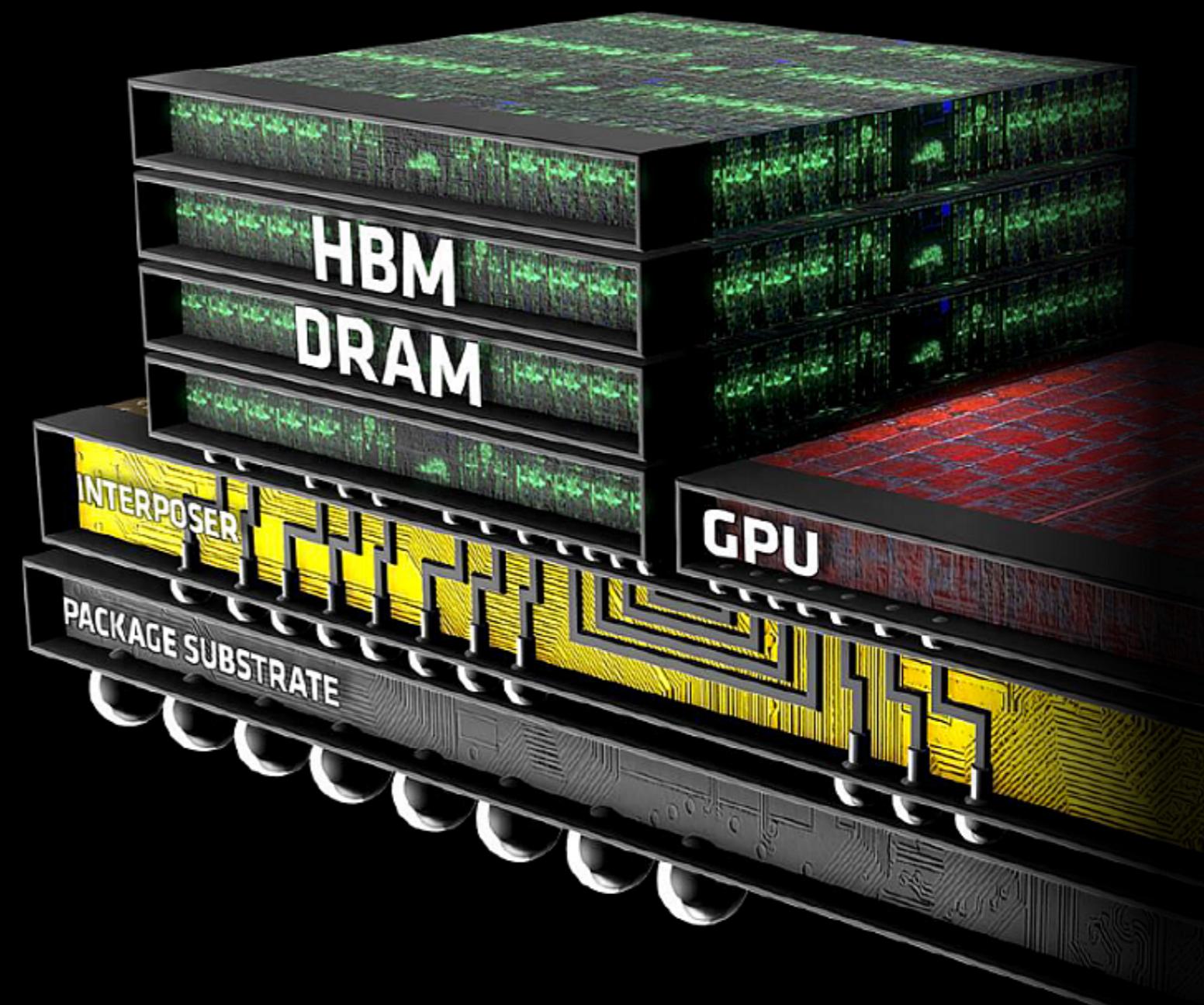
Grafikspeicher

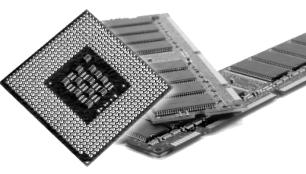
GRAPHICS TECHNOLOGY LEADERSHIP

AMD

► HIGH BANDWIDTH MEMORY

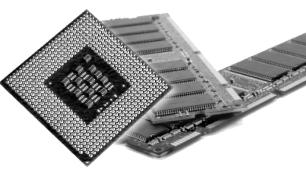
- ▲ First in the Industry with High Bandwidth Memory (HBM) Technology
- ▲ 3D HBM DRAM Die Stack on Silicon Interposer
- ▲ >3X Performance/Watt Compared to GDDR5³
- ▲ >50% Power Savings Versus GDDR5⁴





RAMDAC

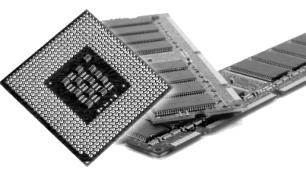
- **R**andom **A**ccess **M**emory **D**igital/**A**nalog **C**onverter (RAMDAC)
- Umwandlung von digitalen in analoge Bildsignale
- durch die digitalen Anschlüsse wird der RAMDAC immer unwichtiger



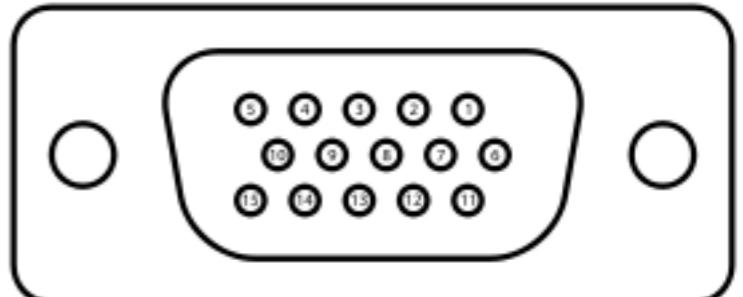
Ausgänge

- DisplayPort
- DVI
- HDMI
- VGA



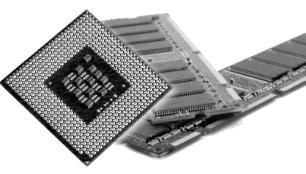


VGA



- **V**ideo **G**raphics **A**rray (VGA)
- analoge Bildübertragung
- max. Darstellung: 2560×1440 Pixel bei einer Bildfrequenz von 75 Hz

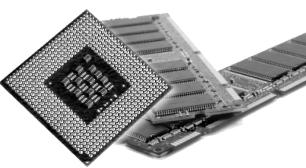




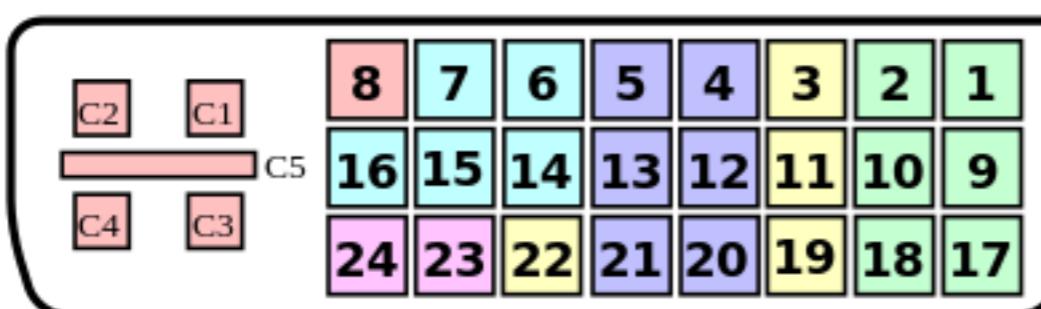
DVI



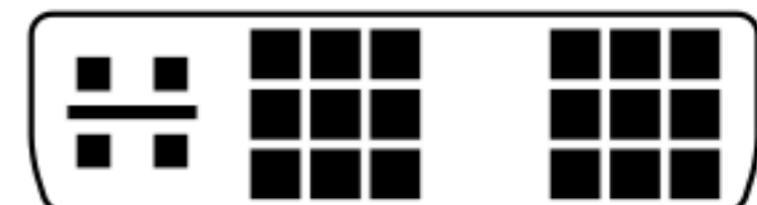
- **Digital Visual Interface (DVI)**
- Standard für den Computer- Bereich
- analog und digitale Übertragung möglich
- je nach Anschlussstyp verschiedene Geschwindigkeiten (Single- / Dual- Link) möglich
- max. bei DVI-D: 2560×1600 Pixel bei 60 Hz



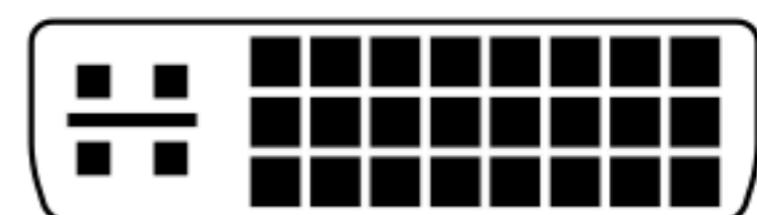
DVI



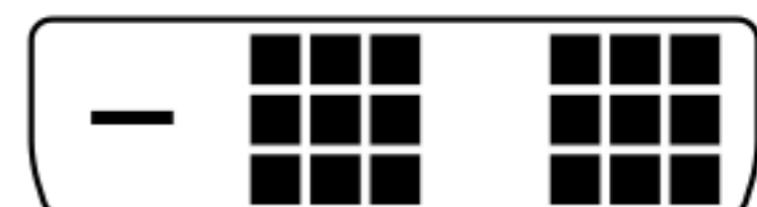
Pin	Signal	Pin	Signal
1	Daten 2 -	13	Daten 3 +
2	Daten 2 +	14	+ 5V
3	Abschirmung Daten 2,4	15	Masse für +5V
4	Daten 4 -	16	Hotplug-Detect
5	Daten 4 +	17	Daten 0 -
6	DDC Takt	18	Daten 0 +
7	DDC Daten	19	Abschirmung Daten 0,5
8	V-Sync	20	Daten 5 -
9	Daten 1 -	21	Daten 5 +
10	Daten 1 +	22	Abschirmung Takt
11	Abschirmung Daten 1,3	23	Takt +
12	Daten 3 -	24	Takt -
C1	Rot	C3	Blau
C2	Grün	C4	H-Sync
C5	Masse		Plug & Play
	Daten (Link 1)		Takt
	Abschirmung		Analog
	Daten (Link 2)		



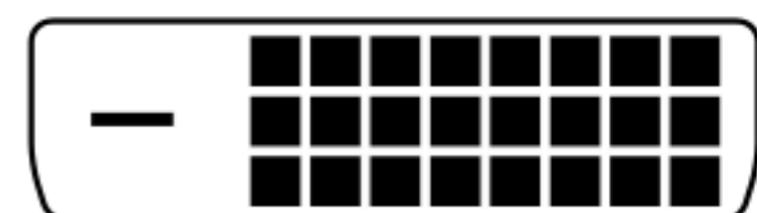
DVI-I (Single Link)



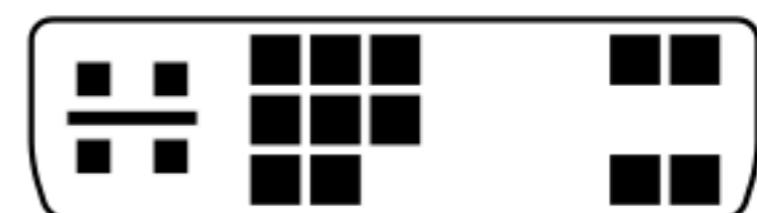
DVI-I (Dual Link)



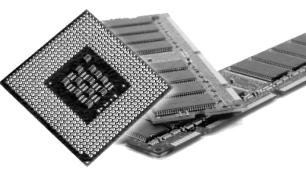
DVI-D (Single Link)



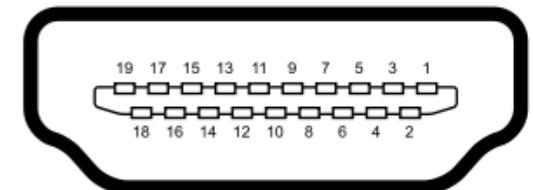
DVI-D (Dual Link)



DVI-A

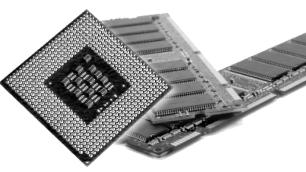


HDMI



- **H**igh **D**efinition **Multimedia **I**nterface (HDMI)**
- Schnittstelle für die Unterhaltungselektronik
- Kopierschutzkonzept (DRM) ist integriert
- eine Version mit Ethernet vorhanden
- HDMI 2.0a: 14,4 GBit/s (2160p, 60 Hz oder 1080p, 48 Hz (3D))



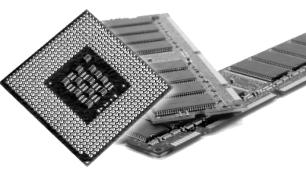


DisplayPort

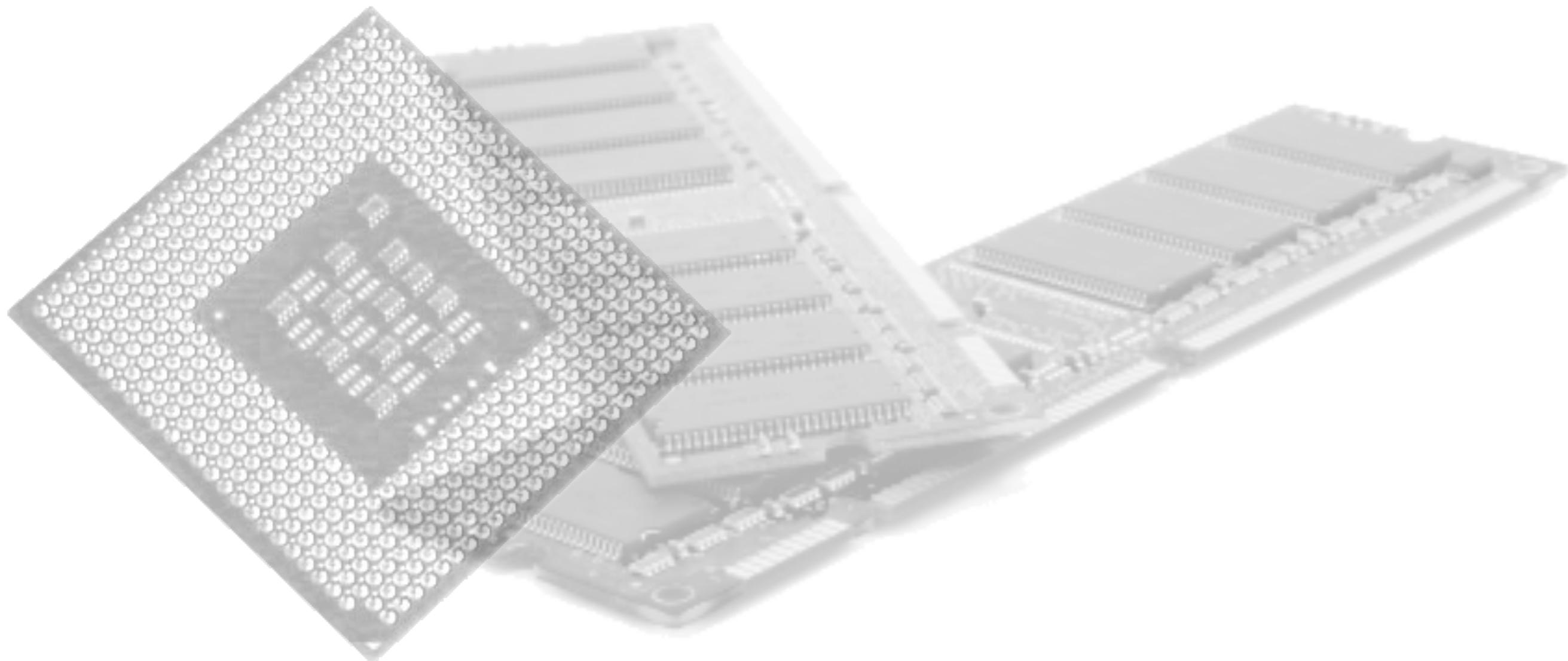


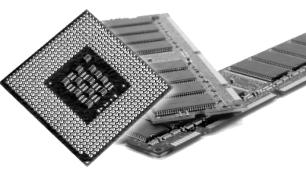
- Übertragung von Bild- und Tonsignalen
- seit DisplayPort 1.1 mit HDMI und DVI kompatibel
- DisplayPort 1.3: bis zu 3,24 GByte/s
 - ohne Kompression: 5120×2880 Pixel bei 60 Hz
 - mit Kompression: 7680×4320 Pixel bei 60 Hz
- kann ein Displaypanel direkt ansteuern
- Zusatzkanal für berührungsempfindliche Bildschirme, USB-Verbindungen, Kamera, Mikrofon etc.
- kleinerer Stecker





Schnittstellen

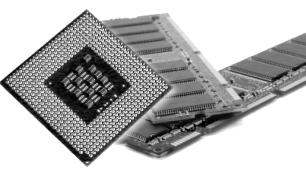




USB

- Universal Serial Bus (USB)
- Anschluss von Peripherie, Festplatten, usw.
- Hot Swapping (können im Betrieb an- und abgesteckt werden)
- automatische Erkennung des Gerätes
- ein Host (auf dem Mainboard) steuert die Kommunikation
- Spannungsversorgung möglich
- inzwischen weit verbreitet
- günstig zu produzieren

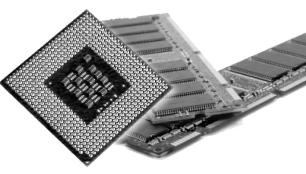




USB / Hubs



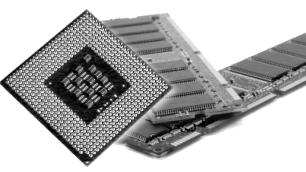
- USB Hub: verteilt das USB-Signal an mehrere Ports
- ohne Stromversorgung maximal 500 mA (Hub und Geräte)
- maximal 127 mögliche USB-Geräte an einem Host-Controller
- maximal fünf Ebenen (wegen der Signallaufzeit)
- meist bestehen Hubs mit mehr als 4 Ports intern aus zwei 4 Port Hubs oder mehreren
- für USB 3.0: jeder Hub besteht aus 2 Hubs, einer für den neuen SuperSpeedModus, einer für die alten Modi



USB Übertragungsmodi

- Endpunkte
 - Unteradressen des Gerätes
 - mindestens Adresse 0 => Erkennung und Konfiguration
 - jeder Endpunkt kann eine Funktion anbieten (z.B. Video, Audio, ...)
- Isochroner Transfer
 - garantierte Datenrate
 - z.B. Soundkarte
- Interrupt-Transfer
 - kleine Datenmengen
 - Gerät bestimmt wie oft es nach neuen Daten gefragt werden will (max.: Low Speed 10 ms, Full Speed 1ms, Hi-Speed dreimal pro 125 µs)
 - mit Prüfsumme (CRC16) gesichert (Daten werden bis zu 3 mal neu Übertragen)
 - z.B. Tastatur, Maus, Joystick

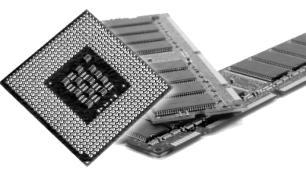




USB Übertragungsmodi

- Bulk-Transfer
 - große Daten, nicht zeitkritisch
 - Lesen und Schreiben auf eine USB- Festplatte
 - erst nachdem neben Isochron- und Interrupt- Transfer noch Kapazitäten frei sind
- Control-Transfer
 - besondere Art des Datentransfers
 - die Daten werden bestätigt (sicherer Transfer)
 - dient z.B. zum Detektieren des USB-Gerätes



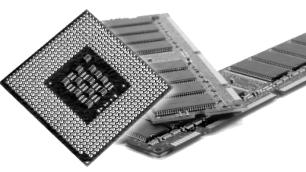


USB Versionen

Version	Modus	Datenrate
USB 1.0	Low Speed	1,5 Mbit/s
USB 1.0	Full Speed	12 Mbit/s
USB 2.0	High Speed	480 Mbit/s
USB 3.0	SuperSpeed	5 Gbit/s
USB 3.1	SuperSpeed+	10 Gbit/s

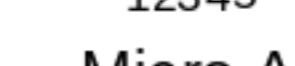
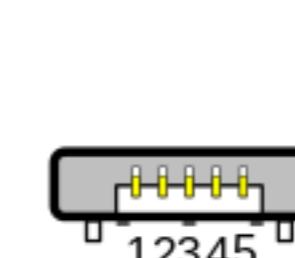
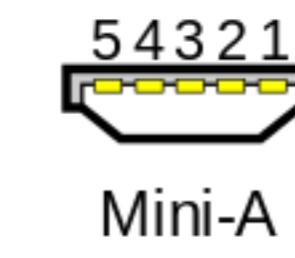
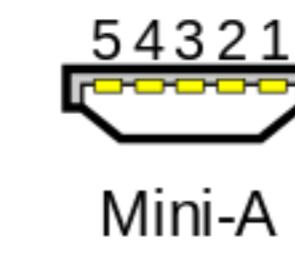
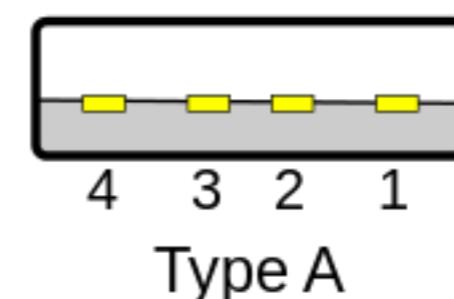
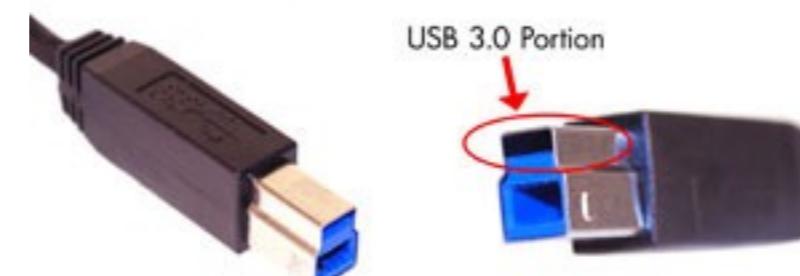


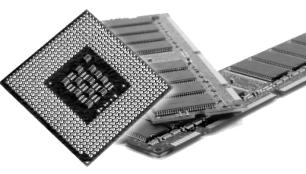
Ursprüngliche Bezeichnung	Vorherige Bezeichnung	Aktuelle Bezeichnung	Geschwindigkeit	Stecker
USB 3.0	USB 3.1 Gen1	USB 3.2 Gen1	5 GBit/s	Type A+C
USB 3.1	USB 3.1 Gen2	USB 3.2 Gen2	10 GBit/s	Type A+C
USB 3.2	-	USB 3.2 Gen2x2	20 GBit/s	Type C
USB 4	-	USB 4	40 GBit/s	Type C



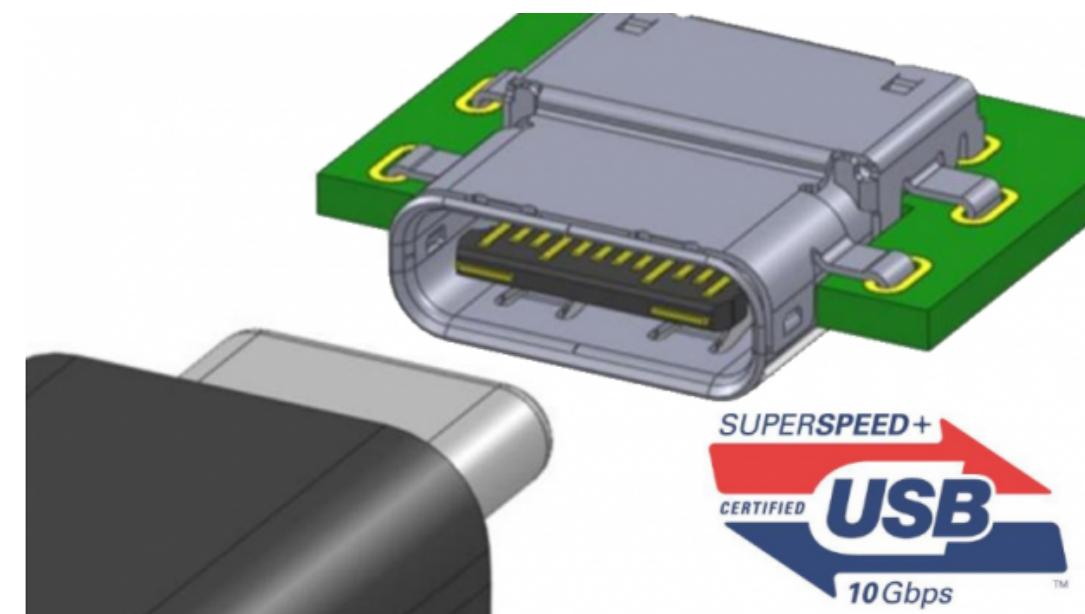
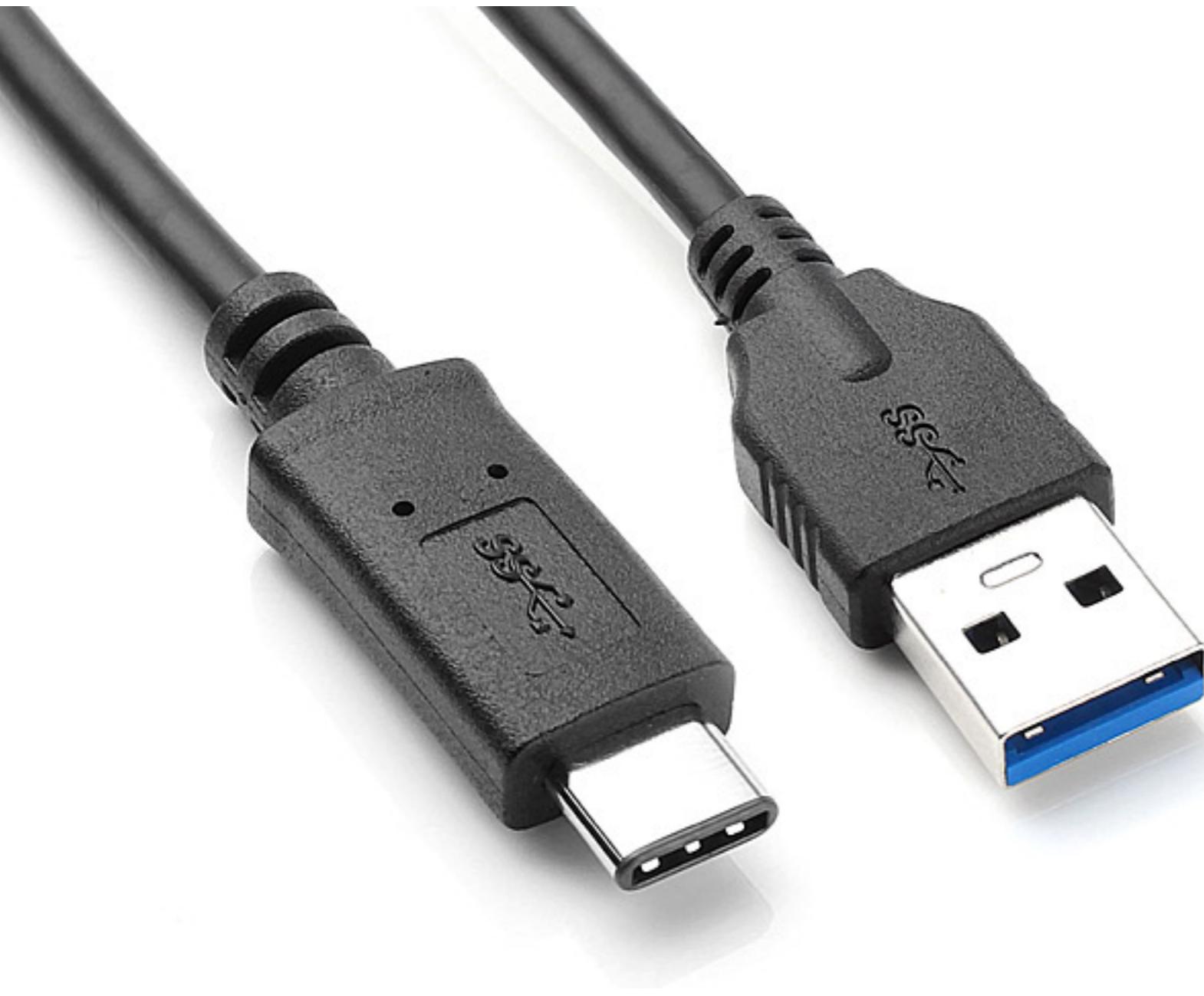
USB Stecker

- Standard A (ab USB 3 die doppelten Pins)
- Standard B
- Mini A
- Mini B
- Micro A
- Micro B
- Typ C (USB 3.1)

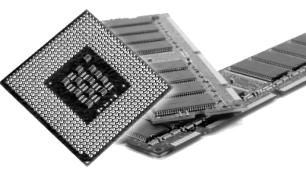




USB Stecker

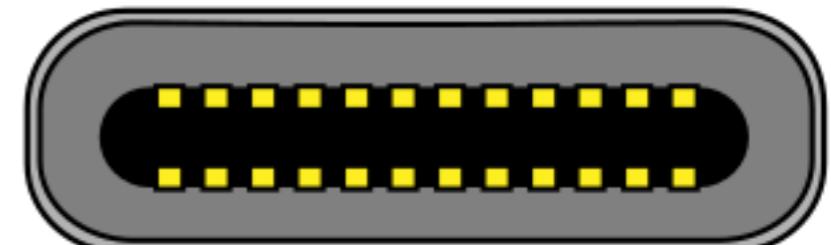


- Typ C (USB 3.1)

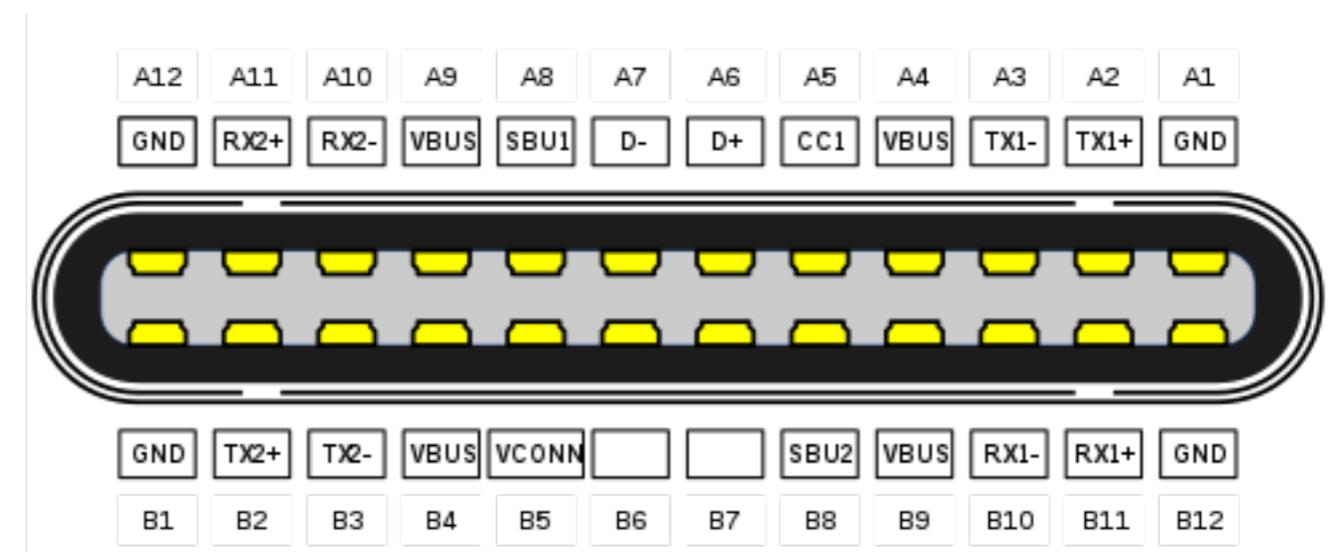


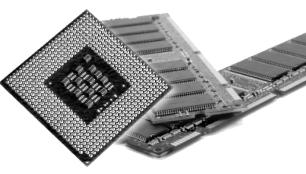
USB Type-C

- 24 Pins für Daten und Strom
- Mit Alternate Mode für:
 - Display Port
 - MHL
 - Thunderbolt
 - HDMI



Type-C

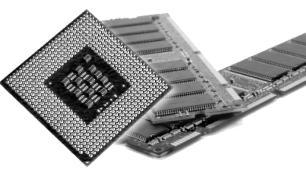




BadUSB

- Angriffstechnik auf den PC über USB
- ein USB- Gerät kann sich beliebig oft am Host anmelden und seine Deskriptoren ändern
- Deskriptor: Beschreibung, um welches Gerät es sich handelt
- Firmware vom USB Stick ändern, damit er sich öfters anmeldet
- USB- Stick gibt sich als Keyboard aus und führt beliebige Kommandos aus
- oder als Netzwerkadapter und leitet die gesamte Kommunikation über das Gerät um (mit Android Smartphones demonstriert)
- Kaum Schutz, da es in den Spezifikationen vorgesehen ist

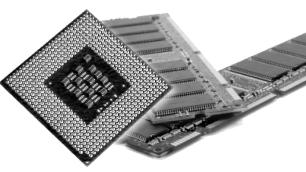




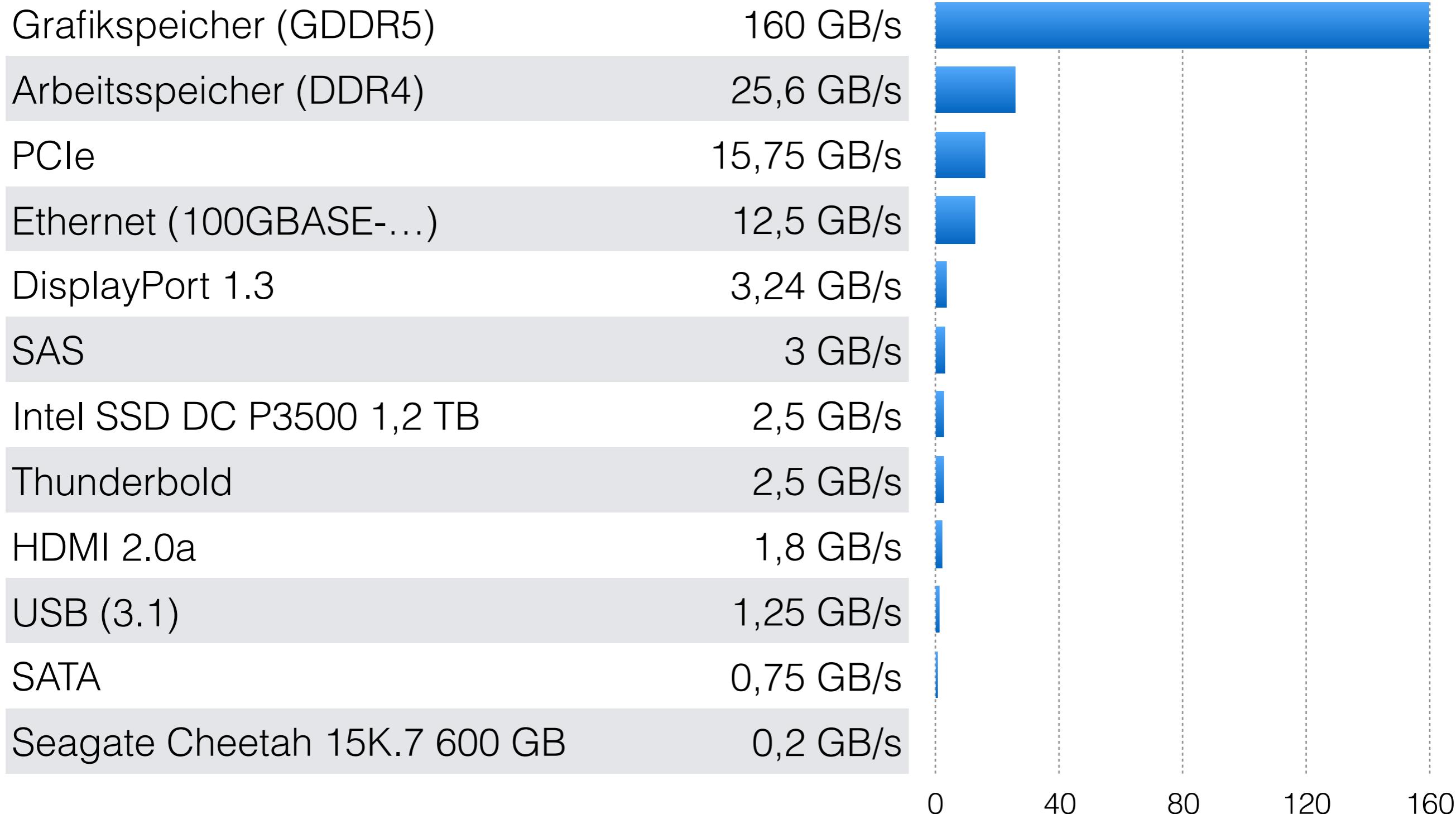
Thunderbolt

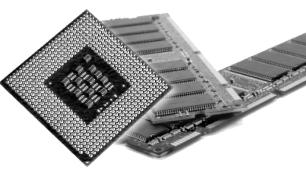
- von Intel und Apple entwickelte Schnittstelle
- Anschluss von Monitoren, Peripherie, Festplatten, usw. möglich
- technisch: Kombination aus DisplayPort und einer auf PCIe basierenden Schnittstelle
- Thunderbolt: zwei bidirektionale Kanäle mit je 10 GBit/s
- Thunderbolt 2: 20 GBit/s (beide Kanäle werden zusammengelegt)
- Thunderbolt 3: 40 GBit/s
- Thunderbolt 4: an USB weitergegeben
- Reihenschaltungen von bis zu 6 Geräten ohne Leistungsverlust möglich
- 6 Chips pro Steckerende => teuer





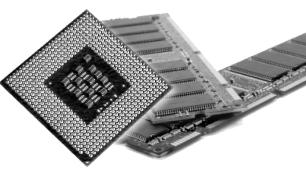
Geschwindigkeitsvergleiche





Geschwindigkeitsvergleiche

	Geschwindigkeit Bit	Geschwindigkeit Byte	Übertragungsdauer Full HD Film 2h (4GB)
HDD		150 MB/s	27 s
SATA SSD		550 MB/s	7,2 s
PCIe SSD		2.500 MB/s	1,6 s
Ethernet	100 Mbit/s	12,5 MB/s	5 min
Ethernet	1 Gbit/s	125 MB/s	32 s
Ethernet	10 Gbit/s	1.250 MB/s	3,2 s
WLAN a, g	54 Mbit/s	6,75 MB/s	10 min
WLAN n	300 Mbit/s	37,5 MB/s	1 min 46 s
WLAN n	600 Mbit/s	75 MB/s	53 s



Geschwindigkeitsvergleiche

Module type	Chip type	Memory clock	Transfers/s	Transfer rate	
64 lanes	DDR	350 MHz	0.7 GT/s	44.8 Gbit/s	5.6 GB/s
64 lanes	DDR2	250 MHz	1 GT/s	64 Gbit/s	8 GB/s
64 lanes	GDDR4	275 MHz	2.2 GT/s	140.8 Gbit/s	17.6 GB/s
64 lanes	GDDR3	625 MHz	2.5 GT/s	159 Gbit/s	19.9 GB/s
64 lanes	GDDR5 ^[64]	625–1000 MHz	5–8 GT/s	320–512 Gbit/s	40–64 GB/s
64 lanes	GDDR5X ^[65]	625–875 MHz	10–12 GT/s	640–896 Gbit/s	80–112 GB/s
1024 lanes (8 channels @ 128 lanes ea)	HBM ^[66]	500 MHz	1 GT/s	1024 Gbit/s	128 GB/s
1024 lanes (8 channels @ 128 lanes ea)	HBM2 ^{[66][67]}	500 MHz	2 GT/s	2048 Gbit/s	256 GB/s
128 lanes (8 links @ 16 lanes ea)	HMC	(internal)	10 GT/s	2560 Gbit/s	320 GB/s
64 lanes (4 links @ 16 lanes ea)	HMC2	(internal)	30 GT/s	3840 Gbit/s	480 GB/s
1024 lanes (8 channels @ 128 lanes ea)	HBM3 ^[67]	500 MHz	4 GT/s	4096 Gbit/s	512 GB/s
64 lanes	GDDR6	875–1000 MHz	14–16 GT/s	896–1024 Gbit/s	112–128 GB/s

https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_interface_bit_rates