

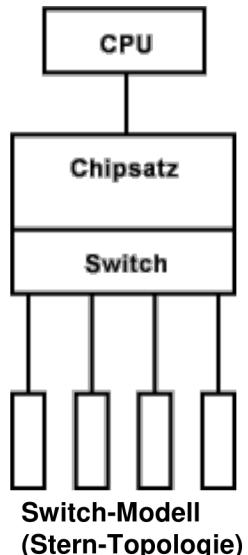
PCIe (Peripheral Component Interconnect Express)

ist ein Bus-Standard für die Verbindung von Peripheriegeräten, wie bspw. Grafikkarten und Festplatten mit dem Hauptprozessor.

Topologie und Technik

Einzelne PCIe-Geräte werden direkt über Switches miteinander verbunden, so dass die Kommunikation einzelner Geräte untereinander die erreichbare Datenrate anderer Geräte nicht beeinflusst.

PCIe ist softwareseitig voll kompatibel zu PCI.



Leistungsmerkmale

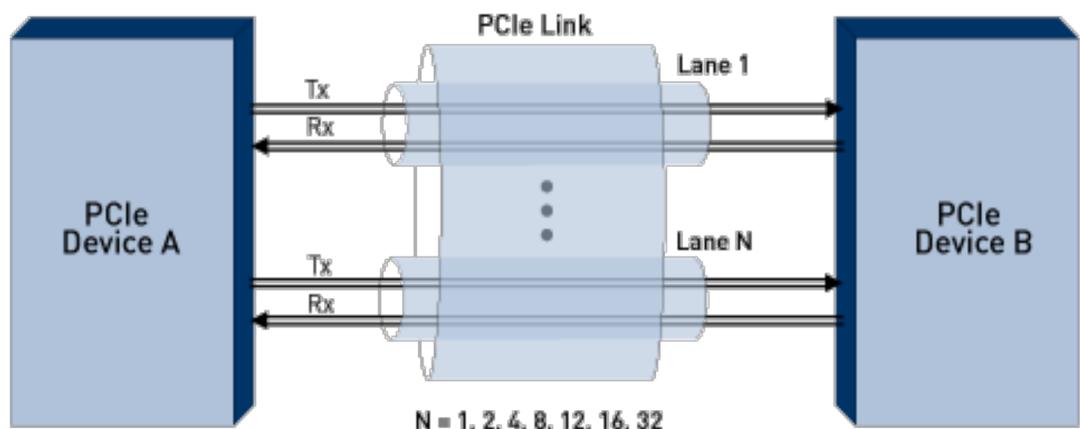
- PCIe ist eine serielle Punkt-zu-Punkt-Verbindung.
- PCIe ist **vollduplexfähig**.
- PCIe ist **Hot-Plug-fähig**.
- Sämtliche Datenübertragungen werden in Pakete aufgeteilt.

Stromversorgung

Pro Slot maximal 25 Watt, für PCIe x16-Slots maximal 75 Watt. Da das für manche jedoch zu wenig ist, sieht die Spezifikation Zusatzstecker zur Stromversorgung vor, sogenannte PCIe (Graphics) Power Supply Connector (auch PEG Connector), die +12V liefern.

Übertragungstechnik

Diese beruht auf jeweils zwei differenziellen Leitungspaaren (4 Adern), die als **Lane** bezeichnet werden (LVDS-Technik - vgl. bei SATA). Ein Leitungspaar ist für den Datenversand (Tx), das andere für den Datenempfang (Rx).



Zur Steigerung der Geschwindigkeit darf ein Gerät mehrere Lanes benutzen. Insgesamt lassen sich bis zu 32 Lanes zu einem **Link** bündeln. In der Praxis sieht es jedoch so aus, dass einfache Erweiterungskarten nur eine Lane haben. Ausnahmen bilden Grafikkarten-Slots, die als PEG (PCI Express for Graphics) bezeichnet werden. Ihnen stehen 16 Lanes zur Verfügung.

Übertragungsgeschwindigkeit

PCIe	Bandbreite pro Link	PCIe x1	PCIe x16	Kodierung/Balast	Verfügbar seit
1.0	2,5 GT/s	2,5 GBit/s	250 MByte/s	4 GByte/s 8b10b / 20%	2004
3.0	8 GT/s	10 GBit/s	0,985 GByte/s	15,754 GByte/s 128b/130b / <2%	2011
4.0	16 GT/s	20 GBit/s	1,97 GByte/s	31,508 GByte/s 128b/130b / <2%	2017
5.0	32 GT/s		3,9 GByte/s	63 GByte/s 128b/130b / <2%	2019
6.0	64 GT/s		7,5 GByte/s	120,4 GByte/s PAM-4	2022

Slot-Varianten

PCI-Express-Karten und PCI-Express-Steckplätzen haben zwei Eigenschaften:

- Die mechanische Länge des Slots. Im linken Bereich befinden sich immer 22 Steckkontakte, die hauptsächlich für die Stromversorgung und die Taktung verantwortlich sind.
- Die maximal verwendbaren Lanes eines Steckplatzes. Im rechten Bereich befinden sich je nach Anzahl der Verbindungen 14 bis 142 Steckkontakte, die für die eigentliche Datenübertragung konzipiert sind.



Im Desktopbereich wird PCIe-x1 und PCIe-x16 verwendet. PCIe-x4 sind vor allem im Serverbereich für Karten mit hohem Durchsatz (Festplattencontroller, 10GE-Netzwerkkarten) zu finden, darüber hinaus noch die PCIe-Varianten x8 und x32.

Die Slots sind abwärtskompatibel, das heißt eine x1-Karte kann zum Beispiel auch in einen x4-Slot gesteckt werden, von den vier Lanes des Steckplatzes wird dann nur eine Lane genutzt.

Beim Einsatz von zwei Grafikkarten, wie bei SLI und Crossfire, werden die 16 Lanes auf beide Slots verteilt, was dann nur noch acht Lanes pro Karte ergibt.

Aktuelle Hauptplatinen mit PCI-Express unterstützen bis zu 68 Lanes – in der Regel aufgeteilt in einen bis sechs x16-Slots für die Grafikkarte(n), dazu mehrere x1-Slots zur internen Anbindung anderer auf dem Mainboard verbauter Geräte (z. B. Netzwerkkarten).

PCI Express Example Connectors

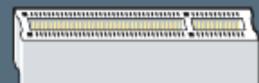
x1 **BANDWIDTH**
Single direction: 2.5 Gbps/200 MBps
Dual Directions: 5 Gbps/400 MBps



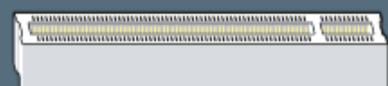
x4 **BANDWIDTH**
Single direction: 10 Gbps/800 MBps
Dual Directions: 20 Gbps/1.6 GBps



x8 **BANDWIDTH**
Single direction: 20 Gbps/1.6 GBps
Dual Directions: 40 Gbps/3.2 GBps



x16 **BANDWIDTH**
Single direction: 40 Gbps/3.2 GBps
Dual Directions: 80 Gbps/6.4 GBps



http://de.wikipedia.org/wiki/PCI_Express
http://en.wikipedia.org/wiki/PCI_Express

<https://community.fs.com/de/blog/pcie-card-selection-guide.html>
<http://www.elektronik-kompendium.de/sites/com/0904051.htm>



Fragenteil:

Das GIGABYTE Z590 GAMING X Mainboard basiert auf dem Intel®-Z590-Chipsatz und unterstützt Intel®-Prozessoren für den Sockel 1200 der 10ten und 11ten Generation. Zur weiteren Ausstattung des GIGABYTE Z590 GAMING X gehören zwei PCIe-4.0-x16-Slots und zwei PCIe-3.0-x1-Slots. Außerdem unterstützt das GIGABYTE Z590 GAMING X die Intel® Optane™ Memory Technologie und sechs SATA3-Anschlüsse, drei M.2-Anschlüsse und eine Reihe an USB Schnittstellen.



- a) Benennen Sie die unterstrichenen Abkürzungen und nennen Sie deren Übertragungsart.

Peripheral Component Interconnect seriell

Seriell Advanced Technology Attachment seriell

Universal Serial Bus seriell

Erklären Sie, warum heutzutage nur diese Technologie verwendet wird.

bei steigender Übertragungsfrequenz steigen die Störungen auf den parallel verlaufenden Leitern durch elektromagnetische Felder start an.

Unterschiedliche Leistungslängen der Leitungen eines parallelen Busses verursachen Laufzeitunterschiede, die nicht mehr beherrschbar sind.

- b) Nennen Sie vier weitere übertragungstechnische Merkmale der PCIe-Schnittstelle

- Serielle Vollduplex-Übertragung über Lanes

- Differentielle LowVoltage Signalübertragung

- Kopplung der Lanes über Switches

- c) Erläutern Sie die o.g. Begriffe vollduplexfähig, Hot-Plug-fähig und LVDS-Technik.

- Vollduplex : Daten können in beide Richtungen gleichzeitig geschrieben/gelesen werden

- HotPlug : Geräte können während Betrieb ausgetauscht werden

- Low voltage (niedrige Spannung) bedeutet, dass statt einer üblichen hohen Spannung für (5V oder 3,3V) eine niedrigere Spannung verwendet wird. Es werden zwei Leitungen Verwendet. Bei LVDS beträgt der Unterschied 350mV.

- d) Dieses Mainboard hat PCIe x1 und PCIe x16 Steckplätze. Erklären Sie den Unterschied zwischen x1 und x16.

PCIe x1 hat 1Lane, am besten für Geräte niedriger Geschwindigkeit

PCIe x16 hat 16 Lanes, normalerweise für GPU's

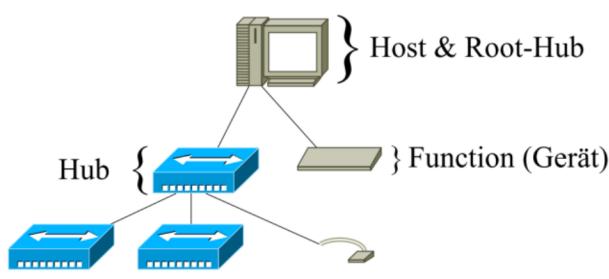
Allgemeine Informationen:

- Serielles Bussystem
- Ziel: höhere Übertragungsraten, kleinerer Stecker, einheitliche Schnittstelle



Struktur/ Topologie

- USB System: → Baumstruktur - Host-Controller, Hub (Verteiler), Endgeräte



Max. 7 Ebenen

- Ebene 1 für Host / Root Hub
- angeschlossene Hubs oder Endgeräte bilden die nächste Ebene
- Ebene 7 nur noch für Devices

Max. 127 Geräte

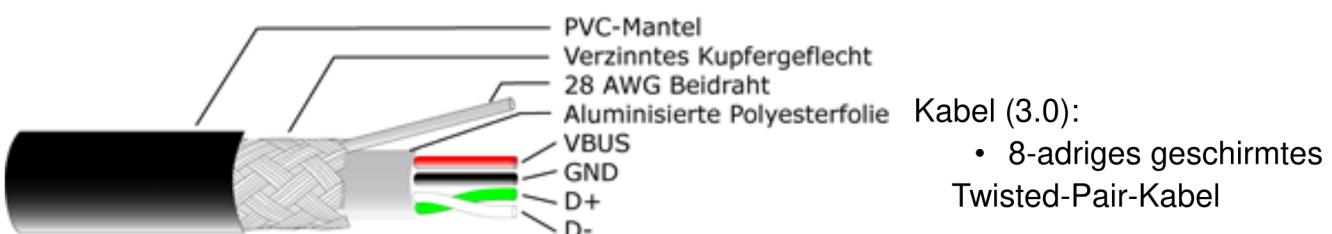
- durch 7-bit-Adressierung
- Abwärtskompatibilität

Geräteerkennung: ⇒ Hot Plugging / Plug & Play

- D.h. Geräte können während des laufenden Betriebes hinzugefügt werden.
- Automatische Erkennung, Bestimmung, Treiberanforderung und Initialisierung.
- USB-Standard definiert 20 verschiedene Gerätetassen
- Die Konfiguration enthält noch andere Informationen (z.B. über Strombedarf, Gerätetasse, mögliche Übertragungsbandbreite der Device)

Mechanischer Aufbau:

- USB Kabel: - Insgesamt 4 Adern (2 Datenübertragung, 2 Spannungsversorgung)
- Datenadern sind miteinander verdrillt (Twisted-Pair-Kabel, TP)



Datenübertragung beim USB

- Die Datenübertragung erfolgt in Form von Paketen mit max. 1024 Bytes
- Takt: bis 8000 Frames per sec

Stromversorgung:

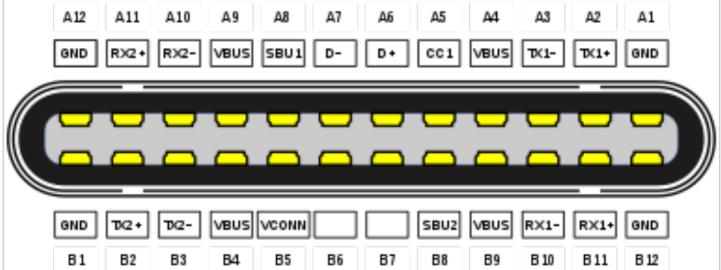
- USB kann den Strom für Geräte mit geringen Stromverbrauch liefern
- Versorgungsspannung: 5V, maximal 500mA pro Device

USB Power Delivery

- Betrieb von Geräten mit Leistungsaufnahmen bis 100 W ohne zusätzliche Stromversorgung, z. B. Monitore, Drucker und Aktivboxen.
- Stromstärken bis 5 A.
- Zusätzliche Spannungen von 12 V bzw. 20 V

Übersicht: Spannung, Strom und Leistung

Spezifikation	Spannung	Strom	Leistung
USB 1.0/1.1	5 Volt	0,1 A	0,5 W
USB 2.0	5 Volt	0,5 A	2,5 W
USB 3.0/3.1/3.2	5 Volt	0,9 A	4,5 W
USB-BC 1.2	5 Volt	1,5 A	7,5 W
USB-Typ-C	5 Volt	3 A	15 W
USB-PD	5 bis 20 Volt	5 A	100 W

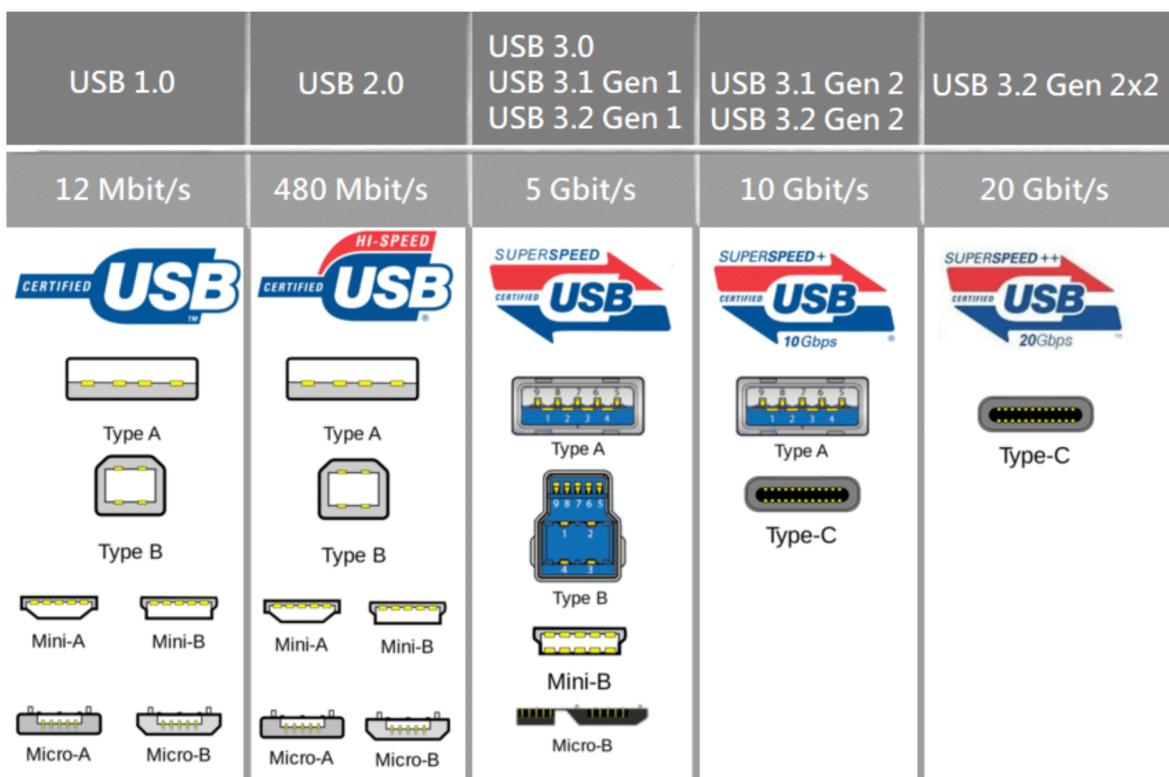


Quellen:

http://de.wikipedia.org/wiki/Universal_Serial_Bus
<http://www.elektronik-kompendium.de/sites/com/1310071.htm>
<http://www.elektronik-kompendium.de/sites/com/1809251.htm>
<http://www.pcwelt.de/ratgeber/USB-3.1-Alles-Wissenswerte-zum-neuen-Standard-So-funktioniert-USB-9521807.html>
http://www.tecchannel.de/pc_mobile/komponenten/2073860/das_ist_neu_beim_usb_31_und_beim_usb_typ_c_stecker/
<https://basic-tutorials.de/usb-typ-c-im-ueberblick-was-der-anchluss-kann-was-er-nicht-kann-und-warum-er-nichts-mit-usb-3-0-zu-tun-hat/>

Standards in der Übersicht:

	USB 1.0 USB 1.1	USB 2.0	USB 3.0 USB 3.1 Gen 1	USB 3.1 USB 3.1 Gen 2	USB 3.2
Einführung	1995/98	2000	2008	2015	2017
Anzahl der Geräte	8/31	127	127	127	127
Transferrate Übertragungsgeschw.	1,5/12Mbit/s Low/Full-Speed	480 Mbit / s High - Speed	5 Gbit / s Super-Speed	10 Gbit / s Super-Speed+	20 Gbit / s Super-Speed+
Kabellänge zwischen 2 Geräten	3/5m	5m	5m	1 m	1 m
max. Kabellänge	18/30m	30m	30m	30 m	30 m
max. Stromversorg.	500mA	500mA	900mA	900mA/5A	?A



Festplatten – HDD

- a) Benennen und vergleichen Sie PMR- und LMR-Verfahren miteinander.
Nennen Sie einen Vorteil des PMR-Verfahrens.
- Festplattenlaufwerke rotieren oft mit Drehzahlen von 7.200 U/min.
- b) Warum drehen sich HDD-Festplatten mit so hohen Drehzahlen? Nennen Sie voneinander unabhängige Gründe.
- c) Im Feld Info steht die Angabe NCQ. Erläutern Sie.



Auszug Datenblatt einer HDD:	
Kapazität	1000 GB
Drehzahl	7.200 U/min
Info	NCQ

SSD (SATA 600)

- a) Bezeichnen Sie die Anschlussfelder Nr. 1, 2 im folgenden Bild



Bauform	2,5 Zoll
Kapazität	120 GB
Datentransferrate	Lesen 555 MB/s Schreiben 515 MB/s
Chiptyp	MLC
Zugriffszeit	Lesen 100 µs
IOPS	Schreiben 85000
MTBF	2.000.000 Stunden
Features	Trim Ja
Info	TRIM-Support, 85.000 IOPS

- b) Was bedeuten die Angaben „SSD“ und „Nvme“? *Solid State Drive*
c) Beschreiben Sie die Aufzeichnungstechnik einer SSD kurz. *Microchips - Elektronen*
d) Beim Chiptyp taucht die Angabe MLC auf. Bei anderen SSDs steht hier auch SLC, TLC oder QLC. Erläutern und unterscheiden Sie die Angaben.
e) Als Weiteres wird Trim bzw. Trim-Support beworben. Beschreiben Sie diese Angaben.

CD, DVD und BD - Laufwerke

Auszug Datenblatt:

Gerätetyp	Blu-ray-Combo	
Formate	Lesen	BD-R, BD-RE, BD-ROM, DVD+R/RW, DVD-R/RW, Multisession,
	Schreiben	Disc-at-Once, Session-at-Once, Track-at-Once,

- a) Erläutern Sie die Bezeichnung „Blu-ray-Combo“.
b) Bei opt. Laufwerken trifft man in der Aufzeichnungsschicht auf Pits und Lands.
Unterscheiden Sie diese voneinander.

- c) Die Laserstrahlen, mit denen CDs, DVDs und BDs abgetastet werden, unterscheiden sich technisch voneinander. Erläutern Sie die Unterschiede und Folgen.
d) Was versteht man bei optischen Laufwerken unter der Double/Dual-Layer-Technik (DL)?



<https://www.tecchannel.de/a/grundlagen-cd-rom,401389>



<https://de.wikipedia.org/wiki/DVD>



SSD:
<https://www.elektronik-kompendium.de/sites/com/1105091.htm>

a)

Longitudinal Magnetic Recording (LMR)
Ein Schreibkopf magnetisiert die Stellen unter dem Kopf in horizontaler Drehrichtung. Speicherdichten von 120 Gbit pro Quadratzoll werden so erreicht.

PMR hat mehr Speicherplatz
LMR hat wenig Speicherplatz

b)

Perpendicular Magnetic Recording (PMR)

Lese / Schreibgeschwindigkeit
Durchsetzung Abstand zum Lesekopf

c) Native command queuing

1 4TB pro Platte).

,

Solid State Drive - SSD

Klasse:

Fach :

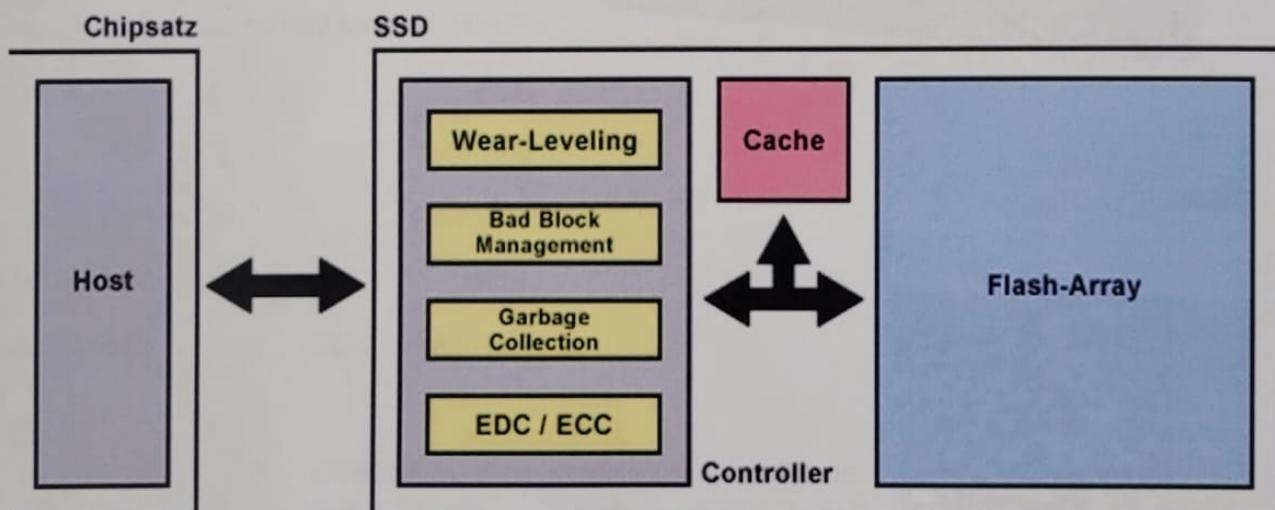
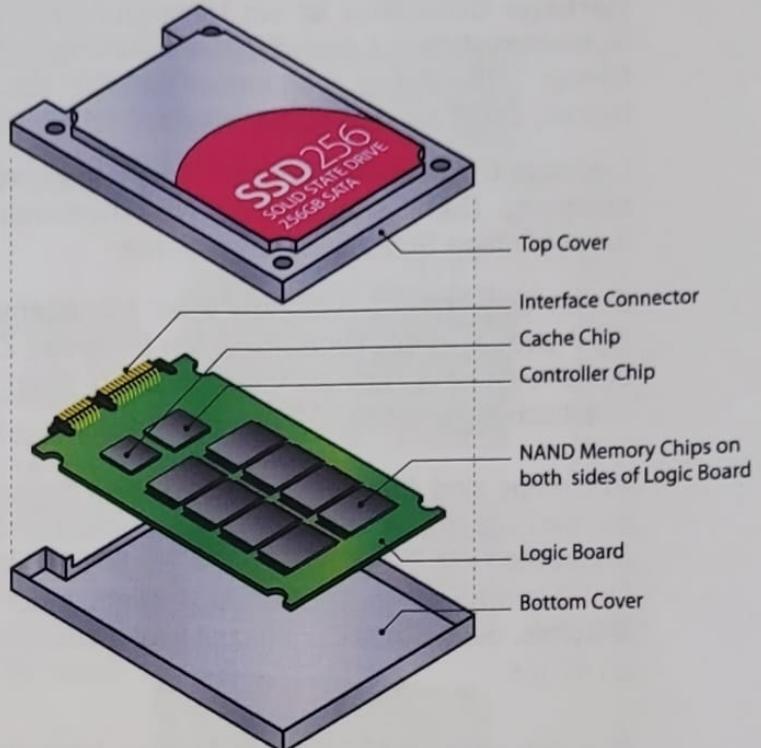
Solid State Laufwerk

Ein Solid State Laufwerk (SSD: Solid State Drive oder Solid State Disc) ist ein elektronisches, nicht flüchtiges Speichermedium, das nur aus Halbleiter-Speicherchips aufgebaut ist.

Es kann wie ein herkömmliches Laufwerk angesprochen, verbaut und an eine SATA-Schnittstelle angeschlossen werden..

Es ist unempfindlich gegenüber mechanischen Stößen und besonders geeignet für den Einsatz in portablen Geräten. Da ein SSD nicht erst mechanisch einen Schreib-Lese-Kopf zu den Daten fahren muss, sondern nur einzelne Leitungen aktiviert, kann es auch wesentlich schneller auf Daten zugreifen {Lesezugriff}. Allerdings erfolgen Schreibzugriffe langsamer als bei Festplatten, da die in der Regel verwendeten Flashspeicher vorher erst einen zusätzlichen Löschkvorgang erfordern, der stets blockweise durchzuführen ist. Um diesen Vorgang zu beschleunigen, verfügen SSD meist über einen integrierten DRAM-Pufferspeicher (DRAM-Cache: 16 MByte bis 128 MByte). In diesem Cache werden Schreibzugriffe entgegengenommen, in einer Warteschlange sortiert (NCQ: Native Command Queuing) und anschließend intelligent auf die einzelnen Blöcke verteilt.

Solid State Drives verwenden bis auf wenige Ausnahmen NAND-Flash-Speicherchips, hierbei kommen sowohl SLC als auch MLC zum Einsatz. Damit ein SSD aufgrund der begrenzten Anzahl der Schreibvorgänge (10000 bis 100000) nicht frühzeitig ausfällt, sorgt der eingebaute Controller mit einer ausgeklügelten Logik dafür, dass Schreibzugriffe gleichmäßig verteilt über das gesamte Laufwerk erfolgen (**Wear-Leveling**).



Das **Bad Block Management** überwacht die Flash-Speicherzellen auf Abnutzung. Wird eine Speicherzelle zu stark abgenutzt und steht kurz vor einem Ausfall, wird ein ganzer Zellenblock als fehlerhaft markiert und durch einen Zellenblock aus der Reserve ersetzt.

Bei SLC-SSDs ist die Gefahr der Abnutzung nicht so groß. Hier steht in der Regel eine kleinere Reserve der Gesamtspeicherkapazität als bei MLC-SSDs zur Verfügung.

Garbage Collection ist ein Hintergrundprozess, der auch vom Betriebssystem mit dem TRIM-Befehl angestoßen werden kann. Dieser TRIM-Befehl markiert ungenutzte oder ungültige Datenblöcke, damit sie sich später wieder beschreiben lassen.

Garbage Collection sorgt also für eine automatische Speicherbe-reinigung. Damit stehen diese Speicherbereiche von Haus aus für zukünftige Schreibvorgänge bereit.

Durch das Device Initiated Power Management (**DIPM**) ist ein SSD zudem in der Lage, in Zeiten fehlender Zugriffe die Schnitt-stellenelektronik abzuschalten und so ihren Energieverbrauch drastisch zu reduzieren (< 3 W).



Allerdings sind ihre Speicherkapazitäten gegenüber denen von Festplatten (noch) geringer bzw. bei gleicher Größe teurer. Im Verbraucherbereich werden Kapazitätswerte bis ca. 4 TByte angeboten. SSDs arbeiten in der Regel mit 5 V Betriebsspannung, teilweise auch mit 3,3 V. Ihre Datenübertragungsgeschwindigkeit liegt in der Praxis je nach Typ zwischen 20 und 500 MByte/s, die mittlere Zugriffszeit liegt zwischen 0,2 ms bis 1 ms beim Lesen, beim Schreiben bis zu 40 ms.

Hybridlaufwerk: Ein Solid State Drive lässt sich auch mit einem herkömmlichen Festplattenlaufwerk kombinieren. Hierbei übernimmt das SSD (mit DRAM-Cache) die schnelle Zwischenspeicherung vor der abschließenden Speicherung auf der Festplatte.



Bsp.: NVMe™ M.2 SSD - 2 TB

Allgemein:

Lesegeschwindigkeit bis zu:	7000 MB/s
Schreibgeschwindigkeit bis zu:	5100 MB/s
Cache:	SLC-Cache
Formfaktor:	M.2
Schnittstelle:	PCIe 4.0 x4
Chiptyp:	3D-NAND TLC
MTBF (Lebensdauer):	1.500.000 Stunden



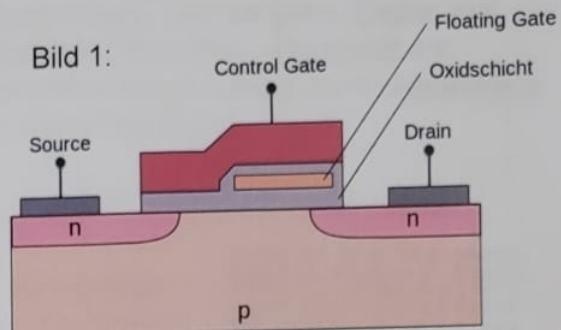
<https://www.youtube.com/watch?v=a5aRz28q7ls>

Wie funktionieren SSDs und USB-Sticks? #7

Flash-Speicher

- Flash-Speicher beruhen auf der dauerhaften Speicherung von bits durch elektrische Ladungen.

Jede Speicherzelle eines Flash-Speichers besteht aus einem speziellen Transistor (MOS-FET: Metal-Oxide-Semiconductor Field Effect Transistor). Dieser Transistor hat drei elektrische Anschlüsse (Drain, Source, Steuer-Gate) sowie als Besonderheit im Inneren eine zusätzliche Zone, die als Floating Gate bezeichnet wird (Bild 1). In Abhängigkeit von der Polarität einer zwischen Steuer-Gate und Drain angelegten Spannung (ca. ± 20 V) lassen sich in das Floating Gate Elektronen einbringen oder daraus entfernen („Daten einlesen“), dies wird dann als „0“- bzw. „1“-Zustand eines Datenbits gewertet („Daten auslesen“). Auf diese Weise lassen sich Daten über zehn Jahre lang speichern.



Flash-Speicher lassen sich grundsätzlich in zwei Kategorien unterteilen, die sich in der Art der internen Verschaltung der Speicherzellen voneinander unterscheiden.

NOR-Typen

Speicherzellen sind parallel geschaltet. Werden blockweise beschrieben, jedoch ist der Lesezugriff wahlfrei auf jedes einzelne Byte möglich.

- kürzere Zugriffszeiten
- benötigt mehr Platz
- rund zehnmal weniger Lösch-Schreib-Zyklen als ein NAND-Speicher

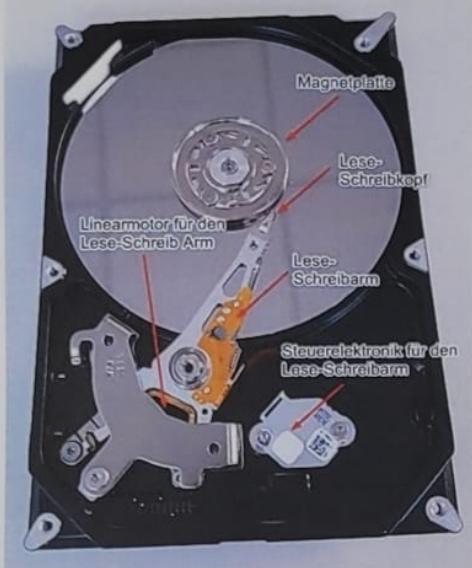
NAND-Typen

Speicherzellen sind hintereinandergeschaltet. Daten werden nur blockweise gelesen bzw. geschrieben.

- kompakte Bauweise
- Sehr geringer Preis pro Megabyte
- langsamere Zugriffszeiten
- herstellungsbedingte höhere Anzahl von defekten Blöcken (Bad Blocks \rightarrow ständiges „Bad-Block-Management“ erforderlich).

Um die Speicherdichte weiter zu erhöhen, werden inzwischen auch übereinanderliegende Zellen gefertigt, was bei gleichen Chipabmessungen die Speicherkapazität noch weiter steigert.

	SLC (Single Level Cell)	MLC (Multi Level Cell)	TLC (Triple Level Cell)	QLC (Quad Level Cell)
Bit pro Zelle	1 Bit	2 Bit	3 Bit	4 Bit
Speicherbare Zustände	$2 (2^1)$	$4 (2^2)$	$8 (2^3)$	$16 (2^4)$
Lebensdauer / Schreibvorgänge	hoch	→	→	niedrig
Fehlerrate	niedrig	→	→	hoch
Geschwindigkeit	hoch	→	→	niedrig
Stromverbrauch	niedrig	→	→	hoch



Ein Festplattenlaufwerk (englisch hard disk drive = HDD) ist ein magnetisches Speichermedium, bei welchem Daten auf die Plattenoberfläche rotierender Scheiben geschrieben werden. Das Auslesen der Information erfolgt durch Abtastung der Magnetisierung der Plattenoberfläche.

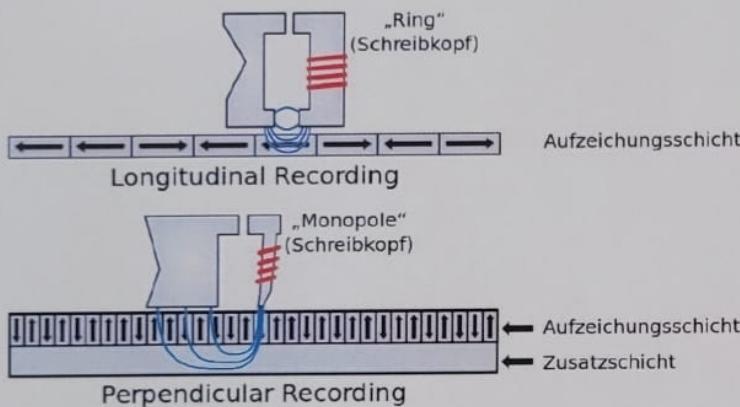
Festplatte - Technik, Aufbau, Funktionsweise



Alle Einzelheiten zum Aufbau:
<https://www.port29.net/blog/aufbau-einer-festplatte.html>



Schreib-Lese-Verfahren



Longitudinal Magnetic Recording (LMR)

Ein Schreibkopf magnetisiert die Stellen unter dem Kopf in horizontaler Drehrichtung. Speicherdichten von 120 Gbit pro Quadratzoll werden so erreicht.

Perpendicular Magnetic Recording (PMR)

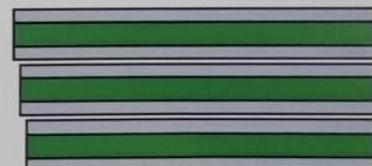
(2005, Hitachi), vertikale Anordnung der Speicherbereiche auf der Oberfläche der magnetischen Scheibe; höhere Speicherdichten (1 Terabit pro Quadratzoll, ca. 1,4TB pro Platte).

Auch PMR ist an seine technischen Grenzen gestoßen.

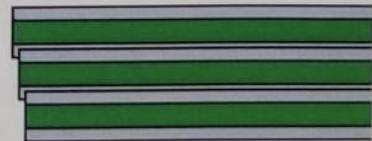
Neuere Ansätze sind:

- **SMR** (Shingle Magnetic Recording, Shingle = Dachziegel) basiert darauf, dass sich benachbarte Spuren so weit überlappen, dass sie nur der Breite des schmaleren Lesekopfes entsprechen. Seagate liefert SMR-Festplatten seit September 2013, die eine Erhöhung der Speicherkapazität um ca. 25 % bieten. Dies erfordert aber einen erhöhten Verwaltungsaufwand.
- Um Strömungswiderstände der Luft und damit einhergehend Vibrationen zu reduzieren, werden Festplatten mit einem Gas(gemisch) geringerer Dichte gefüllt, z.B. Helium und dicht versiegelt. Die Platten werden dünner und es ist Platz für mehr Platten vorhanden (10 TB-HDD, Seagate, 2016).
- **HAMR** (Heat-Assisted Magnetic Recording) ermöglicht geringere Magnetfeldstärken und damit enger gepackte Speicherbereiche. Die gezielte Erhitzung einzelner Bereiche erfolgt mit einem Laser.

Conventional Drive



Modern Drive

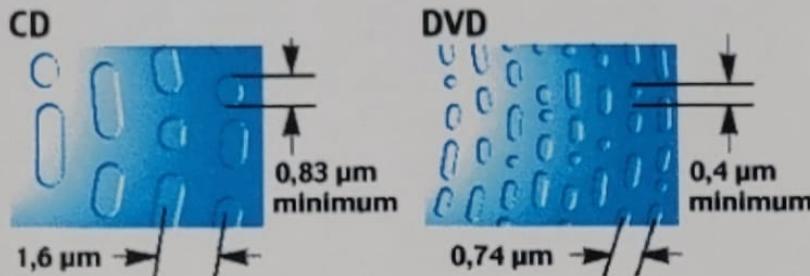


Shingled Drive



Aufbau und Funktionsweise der DVD

Die DVD (früher Digital Versatile Disc) funktioniert wie eine CD.



DVD-ROM-Formate

DVD-5 für einseitig, einlagig beschrieben mit 4,7 Gigabyte Fassungsvermögen.

DVD-9 für einseitig, zweilagig beschrieben mit 8,5 Gigabyte Fassungsvermögen.

DVD-10 für jeweils einseitig, einlagig beschrieben mit 2x4,7 Gigabyte Fassungsvermögen.

DVD-14 für eine Seite beidseitig und die zweite Seite einlagig beschrieben mit 13,2 Gigabyte.

DVD-18 für beidseitig, zweilagig beschrieben mit 17 Gigabyte Fassungsvermögen.

Neben der DVD mit 12cm Durchmesser gibt es wie bei CDs auch eine mit 8cm Durchmesser.

Einmal beschreibbare DVDs

Bei einmal beschreibbaren DVDs (DVD±R, DVD±R DL) besteht die Schreibschicht aus einem Lack, in den der Laser Stellen mit schlechterem Reflexionsvermögen brennt.

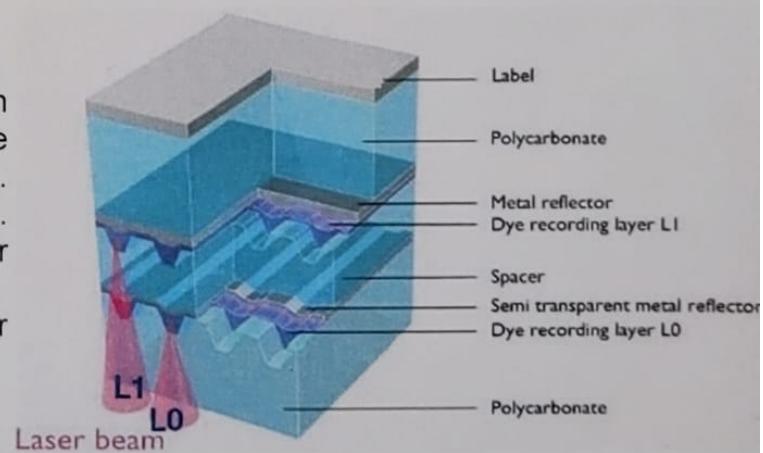
Wiederbeschreibbare DVD

Wiederbeschreibbare DVDs erzeugen die unterschiedliche Reflexion mit Hilfe der Phase-Change-Technik: ein relativ energiereicher Laserstrahl verursacht an bestimmten Stellen der Oberfläche durch Hitzeentwicklung Zonen, die das Licht des lesenden Lasers schlechter reflektieren. Zum Löschen wird ein etwas energieärmerer Laser eingesetzt, unter dessen Einfluss das Oberflächenmaterial (organische Farbstoffschicht, Dye genannt) wieder kristallin wird und besser reflektiert.

DL / DVD-R DL

Statt einer Aufzeichnungsschicht haben Dual-/Double-Layer-Rohlinge zwei. Eine DVD±R DL ist mit 8,54 GByte veranschlagt. Tatsächlich sind es nur 7,95 GByte. Hinsichtlich ihres Aufbaus ist sie mit einer gepressten DVD-9 vergleichbar.

DL-RW-Medien sind wegen zu geringer Reflexionseigenschaften nicht möglich.



Ausführlich unter:
<https://www.elektronik-kompendium.de/sites/com/1001181.htm>

CD-ROM (Compact Disc)

Die Compact Disc (CD) ist ein optischer Speicher, der Anfang der 1980er Jahre zur digitalen Speicherung von Musik von Philips und PolyGram in Zusammenarbeit mit dem Chemiekonzern Bayer eingeführt wurde (Audio-CD) und die Schallplatte ablösen sollte.

CD-RW (Rewritable)

Ein CD-RW-Medium besitzt im Prinzip die gleichen Schichten wie ein CD-R-Medium. Die reflektierende Schicht ist jedoch eine Legierung, die im ursprünglichen Zustand reflektierende Eigenschaften besitzt. Beim Schreiben erhitzt der Schreibstrahl das Material auf 500 bis 700 Grad Celsius. Dieses führt zu einer Verflüssigung des Materials und Reflexionsverlust. Beim Löschen des Datenträgers wird die Legierung wieder in ihren Ursprungszustand versetzt und ist damit wieder beschreibbar.

Laufwerksgeschwindigkeiten

Umdrehung x-fach	Übertragungsrate in kByte/s
1 bis zu 52	150 bis zu 7800

CD-Formate und deren Eigenschaften sind in sog. Books beschrieben (Red-Book etc.).

Hinsichtlich der Schreibgeschwindigkeit gibt es folgende Verfahren:

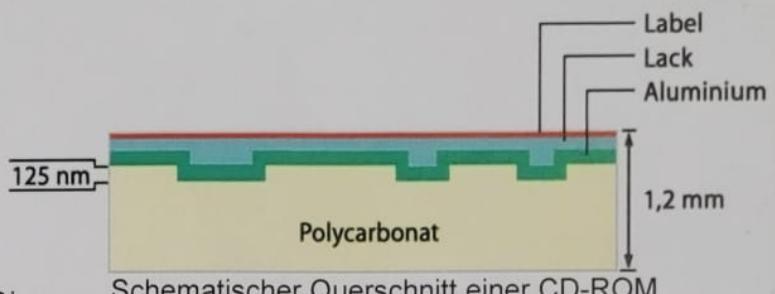
- **Constant Linear Velocity (CLV):** Die zurückgelegte Strecke pro Zeit ist konstant.
→ größere Zugriffszeiten, weil das Laufwerk dauernd abbremsen und beschleunigen muss.
Geeignet für Multimediadatenströme (Audio-CD).
- **Constant Angular Velocity (CAV):** Die Anzahl der Umdrehungen pro Sekunde ist konstant → bessere Zugriffszeiten. Geeignet für Computerdateien.
- **Zone Constant Linear Velocity (ZCLV):** Der Datenträger wird in mehrere logische Bereiche unterteilt, die jeweils mit CLV-Technik gelesen bzw. geschrieben werden.

Schreibmethoden

Singlesession = Disc At Once (DAO): eine CD wird in einem einzigen Vorgang beschrieben. Ein weiteres Beschreiben ist nicht möglich.

Multisession = Track at Once (TAO):

Möglichkeit des mehrfachen Startens des Schreibvorgangs und damit ein Anhängen von Daten in verschiedenen Sitzungen.



Schematischer Querschnitt einer CD-ROM

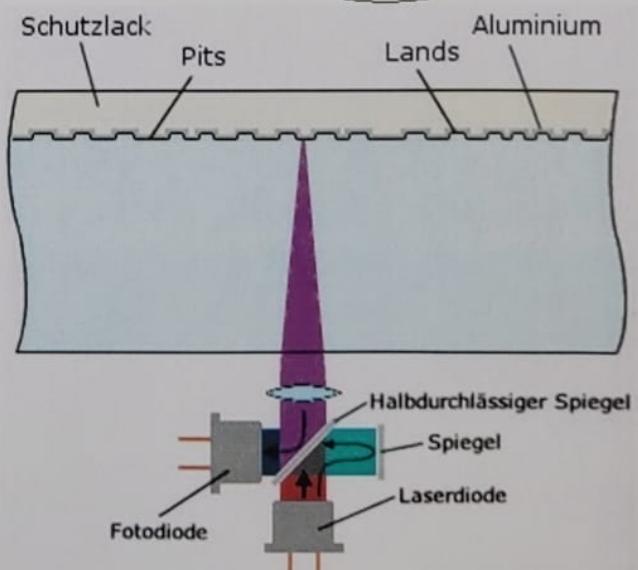
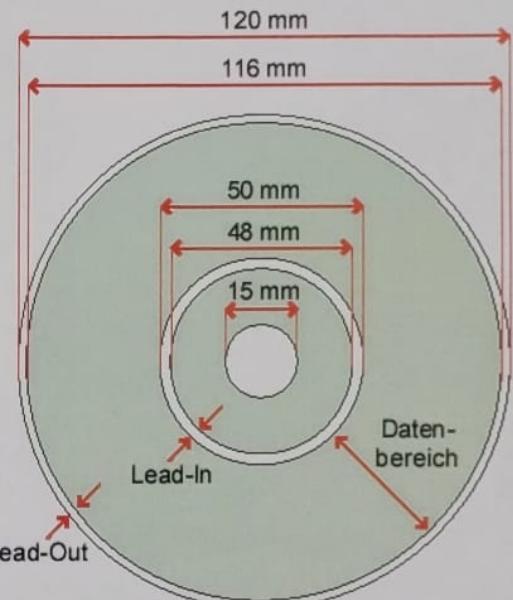


Bild 1: Prinzip des Abtastmechanismus bei einem optischen Laufwerk

Arbeitsspeicher

RAM : Random Access Memory → Speicher mit lachfreiem Zugriff

SDRAM - Synchronous Dynamic RAM

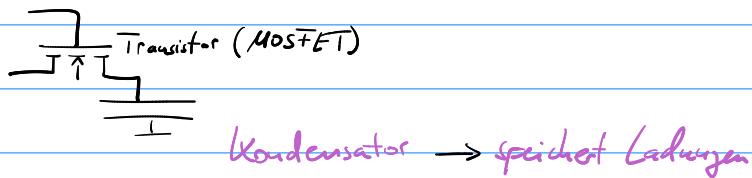
↳ Synchron zum Systemtakt

RAM - Module

DDR ... SDRAM - Double Data Rate RAM

- flüchtiger Speicher für Daten, Befehle, Programmteile
- schnell, kleine Fläche (MByte in GB)

Aufbauprinzip:



Dynamic Random Access Memory (DRAM) oder dynamisches RAM

→ elektronischer Speicherbaustein mit wahlfreiem Zugriff (Random Access); d.h. Möglichkeit, einen lesenden und/oder schreibenden Speicherzugriff auf ein beliebiges Element eines Datenspeichers durchzuführen.

Ein Beispiel zur Veranschaulichung eines wahlfreien Zugriffs ist ein Buch, bei dem jede beliebige Seite direkt aufgeschlagen werden kann, im Gegensatz zu einer Pergamentrolle, die abgerollt werden muss und somit nur einen sequentiellen Zugriff ermöglicht.

Prinzipieller Aufbau und Funktionsweise

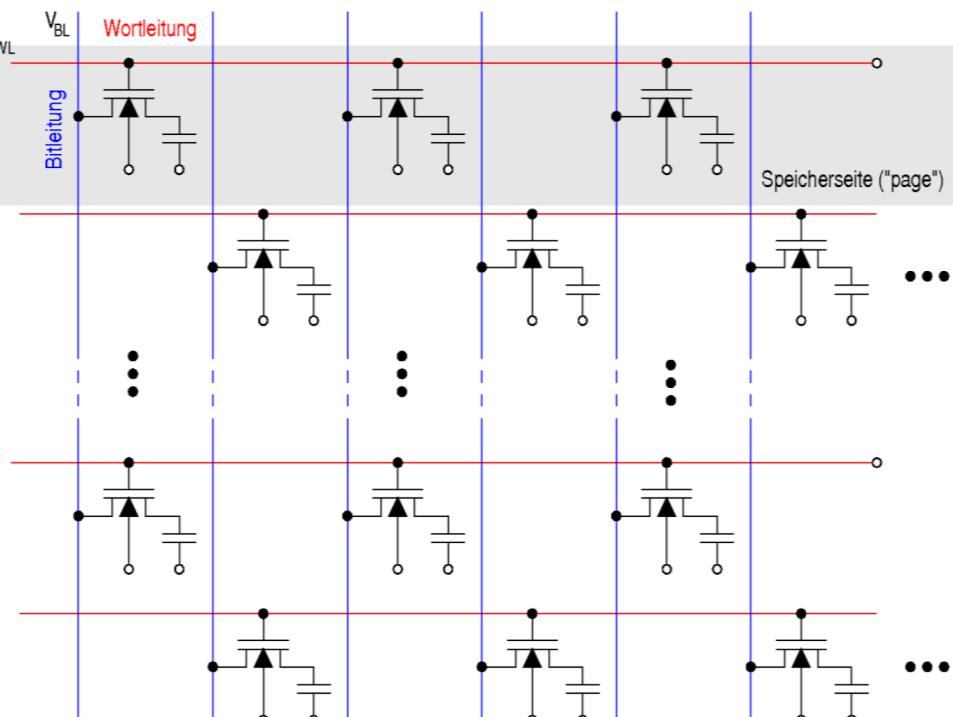
Aufbau einer Speicherzelle

Eine DRAM-Speicherzelle besteht aus einem Transistor-Schalter (MOS-FET) und einem Kondensator. Ein Bit wird durch die Ladung des Kondensators gespeichert.

Nachteil: der Kondensator entlädt sich durch Kriechströme und der Speicherzustand muss immer wieder neu aktualisiert werden (**Refresh**). Dies ist mehrere tausendmal in der Sekunde nötig.

Mehrere Speicherzellen bilden eine **Speicherzeile** (engl. *page*). Alle zugehörigen Zellen einer

Wortleitung geben bei der Aktivierung ihren gespeicherten Inhalt gleichzeitig auf die ihnen zugeordnete Bitleitung aus.



Aufbau eines Zellenfeldes

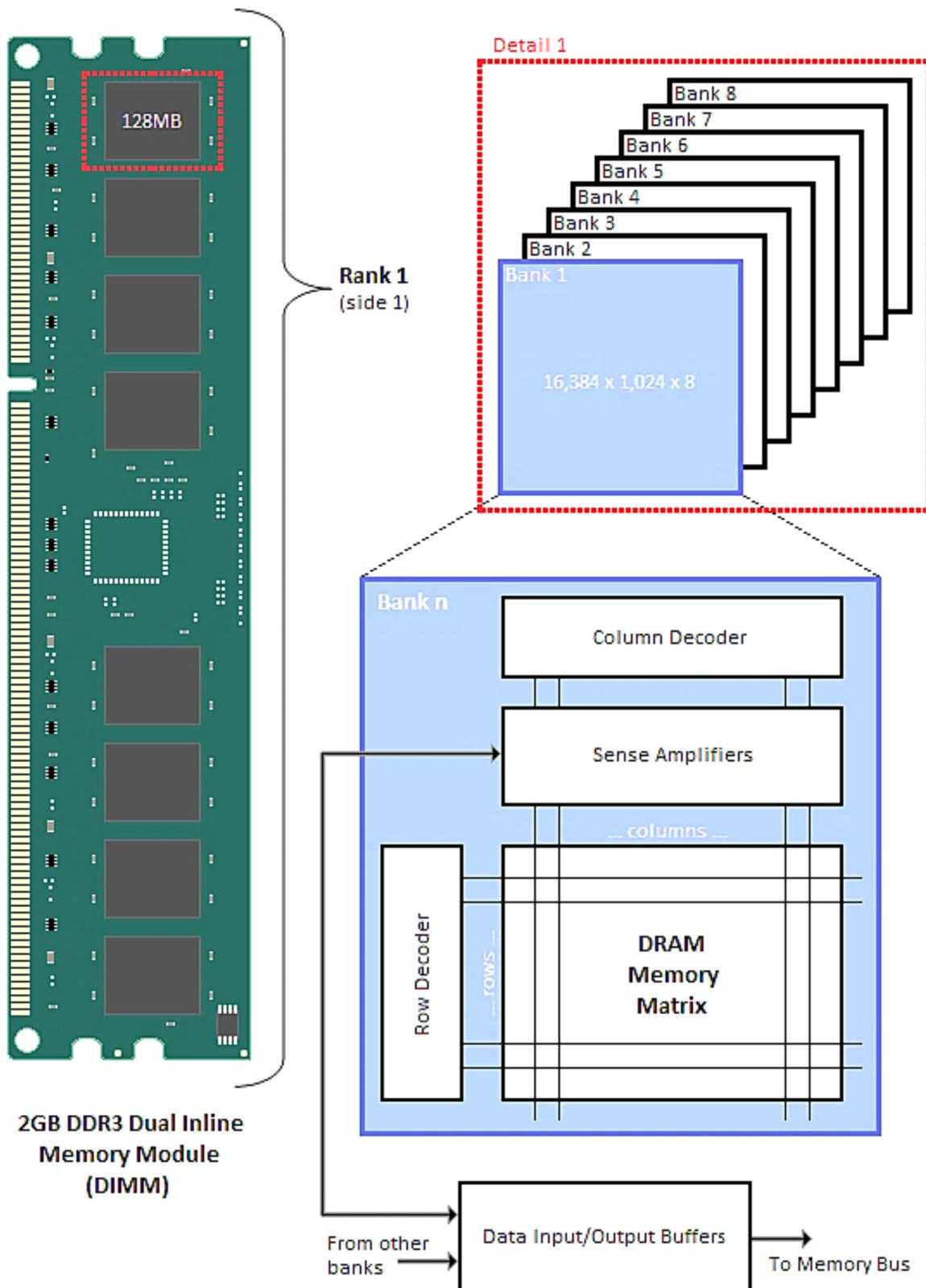
Die Speicherzellen sind in einer Matrixanordnung verschaltet. Durch die Angabe einer Zeilen- und Spaltennummer ist die Speicherzelle klar bestimmt.

Ein 128 MBit-Chip besitzt 134.217.728 Speicherzellen, die in 8 Bänken matrixförmig in Zeilen und Spalten angeordnet sind (vgl. Bild).

Die Adresse wird in 2 Teilen vom Adresspuffer eingelesen, in der Zeilen- und Spaltenadresse. Dabei werden die selben Leitungen zur Übertragung von Zeilen- und Spaltenadresse genutzt, die nacheinander eingelesen werden. Dieser Vorgang wird als *Multiplexing* bezeichnet.

Das Adressmultiplexing wird von den Steuersignalen **RAS** (Row Address Strobe, Zeilenadressabtastung) und **CAS** (Column Address Strobe, Spaltenadressabtastung) gesteuert. Die Adressierung beginnt mit der Zeilenadresse. Erst danach darf die Spaltenadresse (CAS) folgen. Die Daten stehen nach Ablauf der CAS Latency (CL) am Ausgang bereit.

Die externe Geschwindigkeit eines Speichers hängt unter anderem davon ab, wie schnell zwischen RAS und CAS gewechselt werden kann.



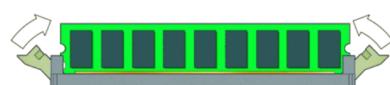
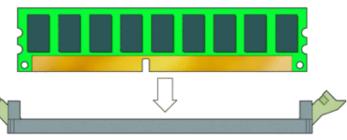
Aufbau einer DRAM-Zelle usw.
https://de.wikipedia.org/wiki/Dynamic_Random_Access_Memory

Speichermodule

Ein **Speichermodul** oder **Speicherriegel** ist eine kleine Leiterplatte, auf der mehrere Speicherbausteine (DRAM-ICs) aufgelötet sind. Speichermodule bilden den Arbeitsspeicher und werden in speziell dafür vorgesehene Steckplätze gesteckt.

Die Kapazität der einzelnen Speicherchips wird in Gigabit Gb angegeben.

Die Kapazität der Speichermodule wird dagegen in Gigabyte (GB) angegeben.



Historisch:

DIP- Dual Inline Package Einzelne Speicherbausteine in Sockeln, gesteckt oder direkt eingelötet.

Single Inline Memory Module (SIMM), **Single Inline Pin Package (SIPP)** 1980er Jahre

- o 8 Bit breite Module (30 Kontakte)
- o PS/2-SIMMs, , 72 Kontakte

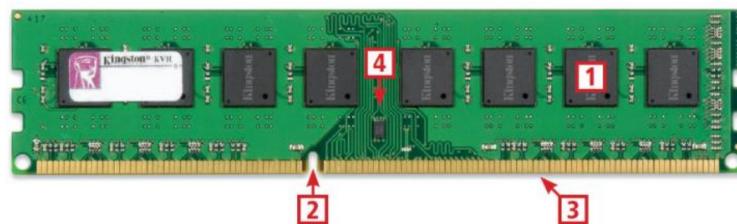
SDR-SDRAM (Single Data Rate Synchronous Dynamic Random Access Memory) Ende 1990er Jahre

- o 168 Anschluss-Pins. Betriebsspannung 3,3 Volt. 64 bit breit
- Zwei Einkerbung an der Kontaktleiste und eine an den Seiten. Größen: 16 MB bis 1024 MB
- Typen: PC-66, PC-100, PC-133 verbreitet, wobei die Zahl die Taktrate in MHz angab.

Handelsübliche **Modul-Bauform**: Dual Inline Memory Module (DIMM) ab ca. 2000
Kontaktierung beidseitig, unabhängig voneinander, Datenbusbreite 64 Bit (bzw. 72Bit bei ECC).
Die Speichertyp-Erkennung geschieht mit einem sog. SPD-EEPROM (Serial Presence Detect). Hier sind die Moduldaten vom Hersteller abgelegt und können vom BIOS ausgelesen werden.

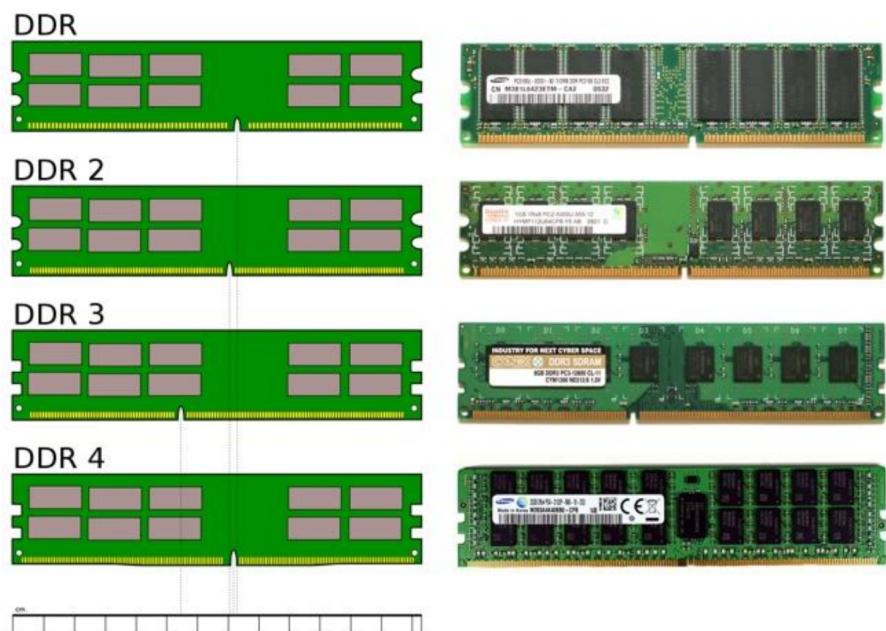
Weitere Form z.B.: - Small Outline DIMM (SO-DIMM) für geringeren Platzbedarf (Notebooks)

Speicher-DIMM:



- 1) Speicherschip
- 2) Karte
- 3) Kontaktleiste
- 4) SPD-EEPROM

Größenvergleich der Speicher
DIP, SIP, SIMM, PS/2



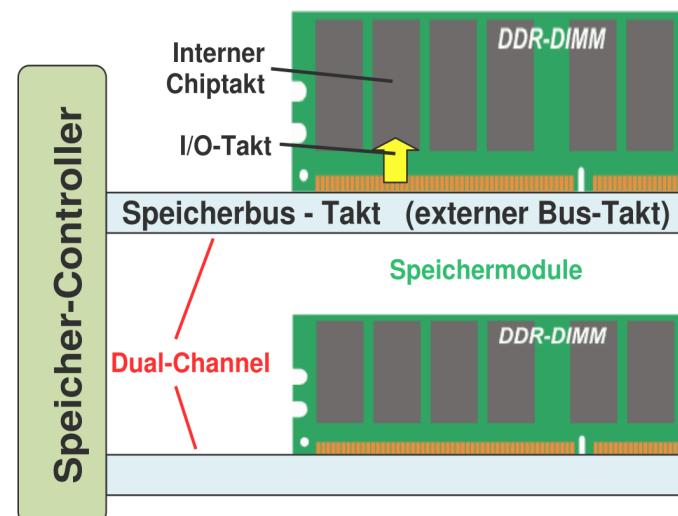
SDRAM - Synchronous DRAM

Der Takt arbeitet synchron mit dem Speicherbus, woraus sich die Bezeichnung "Synchronous DRAM" ableitet. Wertänderungen in den Registern werden mit den Taktflanken durchgeführt.

DDR-SDRAM

Double-Data-Rate-SDRAM. Hier wird die **ansteigende Flanke und auch die abfallende Flanke des Taktsignals** genutzt. Rein rechnerisch entsteht so eine **Verdoppelung** der Übertragungsrate nach außen.

Zur weiteren Verdoppelung der externen Datentransferrate braucht man einen Trick, um mehr Daten aus dem Speicher zu lesen:
durch **Prefetching** innerhalb des Speichers.
Beim Prefetching erfolgt das Auslesen der Speicherzellen in Zweier- oder Vierergruppen (DDR-, DDR2-SDRAM).



Dual Channel Modus

Dual Channel ermöglicht den Betrieb von zwei (oder auch mehr) Arbeitsspeicher-Modulen parallel an einem Prozessor (s.o.). Dafür werden getrennte Datenbusse vom Prozessor oder Speichercontroller zu den einzelnen Modulen eingesetzt, wodurch mehr Daten pro Zeiteinheit übertragen werden.

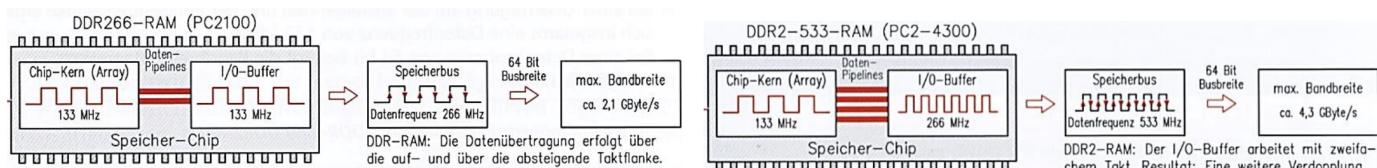
Für den Betrieb sind keine speziellen Module nötig – allein der Speichercontroller muss diese Technik unterstützen. Auch müssen die verwendeten Module nicht unbedingt baugleich sein.

Hinweis: Konfigurationen, die nicht die Voraussetzungen erfüllen, arbeiten automatisch im Single Channel Modus. Die Geschwindigkeit des Bustaktes und des Speicherzugriffs des gesamten Arbeitsspeichers wird vom langsamsten im System eingebauten DIMM vorgegeben.

DDR1-SDRAM	DDR2-SDRAM
184 Anschluss-Pins. 2,5V. Hergestellte Größen: 32 MB bis 1024 MB	Die DDR2-Technik überträgt vier Datenworte pro Takt = 4-Bit-Prefetching. 240 Pins.
	

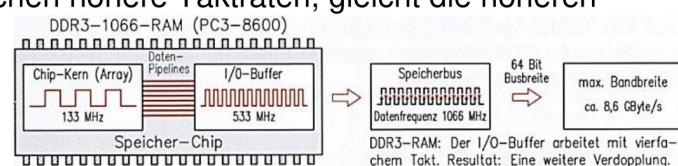
DDR-Speicherchips: TSOP (Thin Small Outline Package)

DDR2-Speicherchips: FBGA-Chips (Fine-Pitch Ball Grid Array)
erheblich kleiner, bessere Wärmeableitung, kürzere Leitungen. On-Die Termination (ODT)



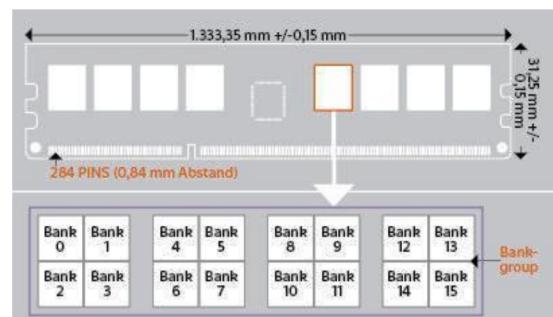
DDR3-SDRAM

- Schnellerer Speicher durch höhere Taktraten; Latenzzeiten sind bei gleichem Takt etwas höher als bei DDR2. Höhere Latenzen ermöglichen höhere Taktraten, gleicht die höheren Latenzen wieder aus.
- Spannung von 1,5V ; 240 Kontakte/Pins
- Achtfach-Prefetch (8 Bit)



DDR4-SDRAM

- 288 Kontakte.
- 8-bit Prefetch.
- verbesserte Fehlererkennung und Fehlerkorrektur.
- Mehr Speicherkapazität durch 3D-Stacking: RAM-Zellen sind auf bis zu acht Schichten übereinander gestapelt. Somit sind bis zu 512 GB realisierbar.
- Spezielle Aufteilung in Ranks und Banks. Folge: Zeilen können schneller aktiviert werden → höhere Taktraten weniger Energie wird benötigt → Spannung auf 1,2 Volt gesenkt.



Achtung! Geänderte Schreibweise der Bezeichnungen. Ein Speichermodul mit DDR4-2400-Chips wird auch mit PC4-2400 bezeichnet. Dabei ist „2400“ aber nicht mehr die Übertragungsrate (= 19,2 GByte/s), sondern die sog. **Geschwindigkeitsklasse**. Interner Chiptakt berechnet sich aus Geschwindigkeitsklasse / 8.

Bspe.:

Speichermodul	Speicherchip	Spannung	interner Speichertakt	externer Bustakt*	Bandbreite
PC4-1600	DDR4-1600	1,2 V	100 MHz	800 MHz DDR	12,8 GByte/s
...					
PC4-2400	DDR4-2400	1,2 V	300 MHz	1.200 MHz DDR	19,2 GByte/s
...					
PC4-3200	DDR4-3200	1,2 V	400 MHz	1.600 MHz DDR	25,6 GByte/s

*: Geschwindigkeit der Anbindung an den Speichercontroller der CPU

DDR5-SDRAM

- 16-fach- und optional 32-fach-Prefetch
- Datentransferrate pro Speichermodul um fast 80 Prozent im Vergleich zu DDR4 gesteigert.
- Um die Leistungsaufnahme und Abwärme in Grenzen zu halten, reduziert sich die Spannung von 1,2 auf 1,1 Volt.
- Weitere Maßnahmen verbessern Signalübertragung und Fehlerkorrektur (On-Die-ECC).

Speichermodul	Taktfrequenz	Transferrate
DDR5-3200	1,6 GHz	25,6 GByte/s
DDR5-4000	2,0 GHz	32,0 GByte/s
DDR5-5200	2,6 GHz	41,6 GByte/s
DDR5-5600	2,8 GHz	44,8 GByte/s
DDR5-6400	3,2 GHz	51,2 GByte/s



DDR-SDRAM - Double Data Rate SDRAM (DDR / DDR2 - DDR5):
<https://www.elektronik-kompendium.de/sites/com/1312291.htm>

Berechnung der Speichertransferrate (= Speicher-Bandbreite, Übertragungsrate)

Ein einzelner Chip bezieht sich immer auf die maximale Taktfrequenz (z. B. DDR2-1066).

Beim gesamten DIMM hingegen geht es um die Datentransferrate (zum Beispiel PC2-8500).

Formeln für den theoretisch maximal möglichen Speicherdurchsatz $V_{Ümax}$:

$$\text{Takt der Speicherzellen (Hz)} \times \text{Bit pro Übertragung} \times \text{Prefetch} = \text{Speichertransferrate}$$

8 Bit

$V_{Ümax}$ in Byte/s

Oder: $\text{Übertragungsrate } V_{Ümax} = \text{Busbreite} \times \text{Geschwindigkeitsklasse} / 8$
 $= 8 \text{ Byte} \times \text{Geschwindigkeitsklasse}$

Dann jeweils durch Potenzen von 1000 teilen für MB/s und GB/s oder durch Potenzen von 1024 für MiB/s und GiB/s.

Beispielrechnungen

$$\text{DDR2-800: } (200 \text{ MHz} \times 64 \text{ Bit} \times 4) / 8 = 6.400 \text{ MB/s} (6.104 \text{ MiB/s}) = 6,4 \text{ GB/s} (5,960 \text{ GiB/s})$$

$$\text{DDR3-1600: } (200 \text{ MHz} \times 64 \text{ Bit} \times 8) / 8 = 12.800 \text{ MB/s} (12.207 \text{ MiB/s}) = 12,8 \text{ GB/s} (11,921 \text{ GiB/s})$$

$$\text{DDR4-1600: } (1600 \text{ MHz} \times 64 \text{ Bit}) / 8 = 12.800 \text{ MB/s} (12.207 \text{ MiB/s}) = 12,8 \text{ GB/s} (11,921 \text{ GiB/s})$$

$$\text{DDR5-3200: } (200 \text{ MHz} \times 8 \text{ Byte} \times 16) = 25.600 \text{ MB/s}$$

Vergleich der verschiedenen SDRAM-Typen:

	DDR	DDR2	DDR3	DDR4
offizielle Taktfrequenzen	100-200 MHz (DDR200 - DDR400)	200 - 400 MHz (DDR2-400 - DDR2-1066)	400 - 1066 MHz (DDR3-800 - DDR3-2133)	800 - 1200 MHz (DDR4-1600 - DDR4-2400)
Takt-Verhältnis I/O-Einheiten zu Speicherzellen	1:1	1:2	1:4	1:8
Takt der Speicherzellen	200 MHz bei DDR400	200 MHz bei DDR2-800	200 MHz bei DDR3-1600	200 MHz bei DDR4-2400
nominelle Speicherspannung	2,5V ($\pm 0,2\text{V}$)	1,8V ($\pm 0,1\text{V}$)	1,5V ($\pm 0,075\text{V}$)	1,2 V

ECC-Speicher

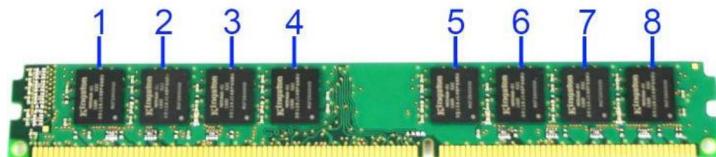
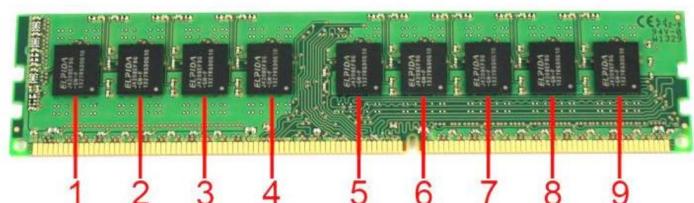
ECC (error-correcting code) ist ein Fehlerkorrektur-Verfahren für Speicher, um Datenfehler erkennen und korrigieren zu können. ECC-Module speichern neben den normalen Daten zusätzliche Daten zur Fehlerkorrektur.

Eigenschaften von ECC-Modulen:

- 1-Bit-Fehler werden erkannt und korrigiert
- 2-Bit-Fehler werden erkannt, können aber nicht korrigiert werden
- ECC muss vom Mainboard und Prozessor unterstützt werden.

Bei SDRAM nutzt man bei 64 Bit Datenpfadbreite 8 zusätzliche Leitungen und pro 64 Bit gespeicherte Daten 8 zusätzliche Bits; daher haben Module mit ECC immer mehr Speicherchips als "Non-Parity"-Module. Typischer Weise kommt ECC-Speicher in Servern und Workstations vor. Eher selten in PCs.

ECC RAM



Non-ECC RAM

Speichermodule für Server

- Es soll möglichst viel Speicher eingebaut werden können
- Da Daten oft lange im Speicher sind, soll der Speicherinhalt fehlertolerant gespeichert sein

Registered SDRAM - Fully Buffered DIMM (FB-DIMM)

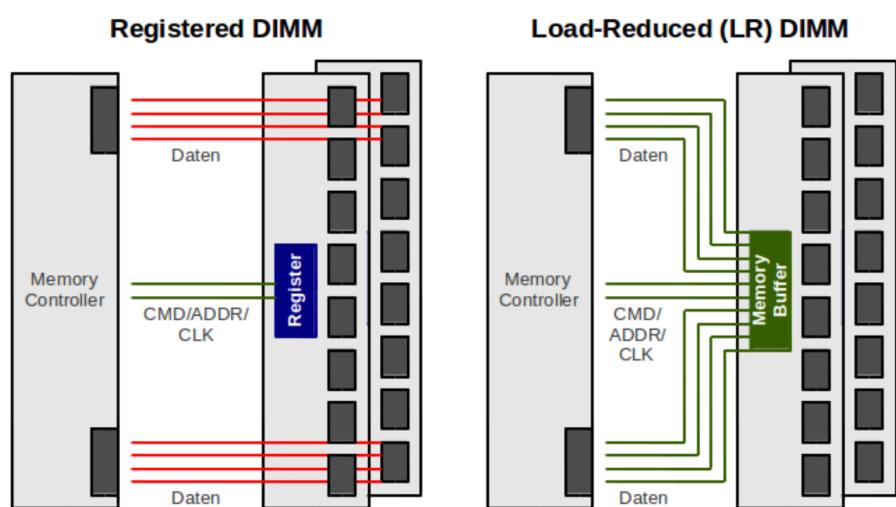
Registermodule (Registered Modules, s.u.) werden zunehmend von den FB-DIMMs abgelöst. Verwendet bei DDR2- und DDR3-Speichermodulen.

Die Signale der Adressleitungen werden durch Register gepuffert, einen zusätzlichen Chip zwischen dem Speichercontroller und den DRAM Modulen. Nachteil: sehr hoher Stromverbrauch. Kühlbleche führen die entstehende Hitze ab.

LR-DIMM

Load-Reduced-DIMMs haben ähnlich wie FBDIMMs einen Puffer zwischen Speichercontroller und Modulen. Der Stromverbrauch soll durch ihn nur gering steigen.

Im Gegensatz zu RDIMMs laufen bei LRDIMMs auch die Daten-Signale durch den Memorybuffer. Das verringert die elektrische Last am Speichercontroller.



Speichertiming

Die Einstellung der Faktoren CAS-Latency, RAS to CAS Delay, Row Precharge Delay und Row Active Strobe bezeichnet man als **Speichertiming**.



2 GB DDR3-RAM 1333 MHz CL9-9-9-24

Serial Presence Detect - SPD

ist ein Verfahren zum automatischen Konfigurieren von Speichermodulen beim Booten (während des POST) von PCsystemen.

Typischerweise werden die für das Speichermodul relevanten Informationen auf einem separaten Festwertspeicher (EEPROM-Baustein) gespeichert.

Das SPD-EEPROM meldet lt. obigem Bild also die Timings 9-9-9-24 ($t_{CL} - t_{RCD} - t_{RP} - t_{RAS}$).

Timingparameter der internen Abläufe

t_{CL} Der Parameter **t_{CL} (CAS Latency, auch CL)** beschreibt die Zeit, welche zwischen der Absendung eines Lesekommandos und dem Erhalt der Daten vergeht.

t_{RCD} Der Parameter **t_{RCD} (RAS-to-CAS delay, row-to-column delay)** beschreibt die Zeit, die das auf RAS (Zeilen-Adresse) folgende Signal CAS (Spalten-Adresse) angelegt sein muss, bevor der Wert als gültig erklärt ist.

t_{RP} Der Parameter **t_{RP} (Row Precharge Time)** beschreibt die Zeit, die RAS (Zeilen-Adresse) angelegt sein muss, bevor der Wert als gültig erklärt ist.

t_{RAS} Der Parameter **t_{RAS} (RAS Active Time, Active Command Period, Bank Active Time)** beschreibt die Zeit, die nach der Aktivierung einer Zeile (bzw. einer Zeile in einer Bank) verstrichen sein muss, bevor ein Kommando zum Deaktivieren der Zeile (Precharge, Schließen der Bank) gesendet werden darf.

t_{RC} Der Parameter **t_{RC} (Row Cycle Time)** beschreibt die Zeitspanne, die zwischen zwei aufeinander folgenden Aktivierungen zweier beliebiger Zeilen in derselben Bank verstrichen sein muss.

Dynamic Random Access Memory (DRAM, dynamisches RAM)

bezeichnet eine Technologie für einen elektronischen Speicherbaustein mit wahlfreiem Zugriff (Random-Access Memory, RAM). Der Speicherinhalt muss bei DRAMs zyklisch aufgefrischt werden.

- a) Auf einer englischen Seite über elektronische Speicher wird der Begriff „Volatile Memory“ verwendet. Welche Bedeutung hat diese Bezeichnung?

Flüchtiger Speicher (verliert Daten wenn Strom)

- b) Erläutern Sie „refresh“ in diesem Zusammenhang.

Wenn Strom aus - dann wird gelöscht. (alte Datenspeicher)
Wiederanförderung des Speichers.



- c) Unterscheiden Sie dynamischen RAM von statischem Speicher anhand der genannten Merkmale.

	Statisch (SRAM)	Dynamisch (DRAM)
Preis	Hoch Toller	Niedrig Billiger
Geschwindigkeit	Sehr schnell	Schnell
Speicherkapazität	wenige Daten	viel Daten
Refresh	Nein	Ja
Architektur (Aufbau)	Flip Flop mit 6 Trans.	1 Trans. + 1 Kondensator

- d) Welche Modulform ist bei Desktops bzw. Notebooks üblich (Abkürzung, ausgeschrieben)?

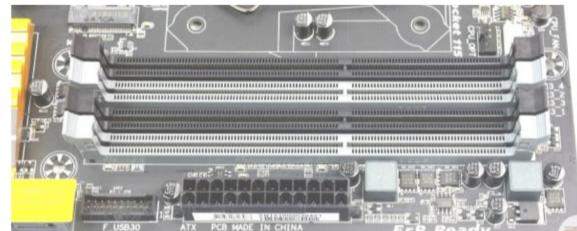
~~SDRAM~~ DDR SDRAM Dual In-line Memory Module / SDRAM - Small Outline DRAM

- e) Erklären Sie die Abkürzung DDR-SDRAM.

Double Data Rate Synchronous Dynamic Random Access Memory

Doppelte Geschwindigkeit

Dual Channel ist ein Verfahren, um PCs eine höhere Leistung bei Nutzung des Arbeitsspeichers zu ermöglichen.



- f) Erklären Sie die Bezeichnung „Dual-Channel“.

Zwei parallele Datenkanäle

Zwei Datenbusse zu einem, um Daten parallel ins RAM zu schreiben

- g) In Servermainboards wird oft sog. „LVDDR- bzw. LDDR-RAM“ verbaut.

Erklären Sie die Bedeutung von LV bzw. L.

LV-Ram = low Voltage

LP-Ram = Low Power

G.Skill DIMM 16 GB DDR4-4000 Kit, 117€



Das G.Skill F4-4000C18D-16GVK ist ein Kit aus zwei Speichermodulen. Die Module sind auf Latenzen von 18-22-22-42 bei 4000 MHz programmiert.

G.Skill DIMM 16GB DDR4-3200 Kit, 90€



Dieses Dual-Channel-Kit besteht aus zwei Speichermodulen. Die Module sind auf Latenzen von 16-18-18-38 bei 3200 MHz programmiert und besitzen vergoldete Kontakte.

Kapazität	16 GB (2 x 8.192 MB)	Kapazität	16 GB (2 x 8.192 MB)
Spannung	1,35 Volt	Spannung	1,35 Volt
Standard	DDR4-4000 (PC4-32000)	Standard	DDR4-3200 (PC4-25600)

Die folgende Frage zu Komponenten bezieht sich auf das genannte Mainboard GIGABYTE:

h) Zwei Angebote stehen zur Wahl.

Warum sollten Sie den rechts abgebildeten Speicher kaufen?

Weil billiger / Kürzere Latenz

i) In der Beschreibung der Module ist von „Latenzen“ bzw. „Timings“ die Rede. Erklären Sie.

Latenz = Zeit, um auf Datenanfragen zu antworten und abzuschließen.

Timings = Zeit, um Befehle zu bearbeiten.

Bedeutung der 1. Angabe zu Latenzen: 16 =

Zeit eines Abendkommandos und dem Erhalt CL (CL ist Latenz)

j) Erläutern Sie die folgenden Angaben.

Kit = 2x Speichermodule

16 GB = 16 GB an Speicherkapazität

DDR4-3200 = Double Data Rate 4 Takt: 3200 MT/s

Erklären und begründen Sie die Angabe „25600“

PC4 = 25600 MB/s Transfer (Bandbreite)

8Bjte x Geschwindigkeitsklasse

k) Unterscheiden Sie DDR5-Speicher von DDR4-Speicher anhand von vier Merkmalen.

	DDR 4	DDR 5
Datenübertragungsrate	max 32 Gb/s	max 51,2 Gb/s
Spannung	mehr Spannung 1,2V	weniger Spannung 1,1V
Speichergröße	max 32 GB	max 64 GB
Timings	Typ CL 14 - 17	Typ CL 28 - 32
Fehlerkorrektur	nichts	ECC und die



DDR-SDRAM - Double Data Rate SDRAM (DDR / DDR2 - DDR5):
<https://www.elektronik-kompendium.de/sites/com/1312291.htm>

Wie funktioniert Arbeitsspeicher? brainfaq#5
<https://www.youtube.com/watch?v=7MPn3zr6Htk>

<https://windowsunited.de/arbeitsspeicher-ram-faq-erklaert/>



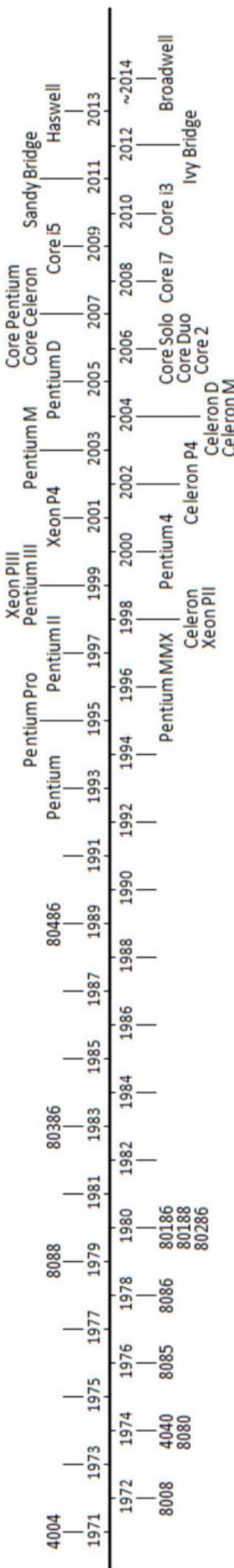
Die Entwicklung der Prozessoren

Es gibt sehr viele Prozessoren, an dieser Stelle geht es v. a. um die Entwicklung der Intel-CPUs der ersten 40 Jahre.

Der Computerboom begann zwar erst mit der Einführung des Intel 486 im Jahre 1989 bzw. des Apple Macintosh II (1987), so dass sich immer mehr PC-Systeme in den privaten Haushalten vorfanden, doch Prozessoren gab es schon bereit viele Jahre zuvor.

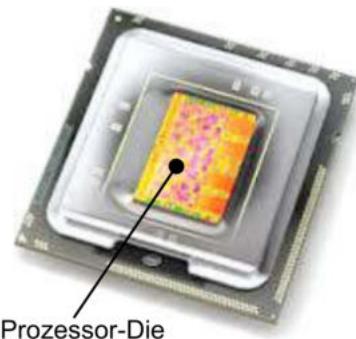
Einen Überblick über die Entwicklung der Prozessoren mit Schwerpunkt auf Intel vermitteln die folgenden links:

http://www.bekobeko.de/Home/CPU_Geschichte/body_cpu_geschichte.html
<https://www.bernd-leitenberger.de/intel-prozessoren.shtml>
<https://de.wikipedia.org/wiki/Mikroprozessor>
<http://www.pc-erfahrung.de/prozessor/cpu-historie.html>
<http://winfuture.de/infografik/10957/Entwicklung-von-Arbeitsspeicher-und-Prozessor-1412680182.html>
<http://www.pc-atrium.de/>
<https://www.edv-lehrgang.de/hardware/>
<http://www.it-academy.cc/article/674/Die+Geschichte+des+Prozessors.html>



Der (**Haupt-Prozessor**) (CPU: Central Processing Unit) = Kernstück eines PCs - die zentrale Verarbeitungseinheit des Rechners.

Der Mikrochip, auf dem der eigentliche Prozessor untergebracht ist, wird auch als **Prozessor-Die** bezeichnet. Zum Schutz vor mechanischen Einflüssen ist der Mikrochip in einem Gehäuse untergebracht; der elektrische Anschluss erfolgt über nach außen geführte Kontakte.

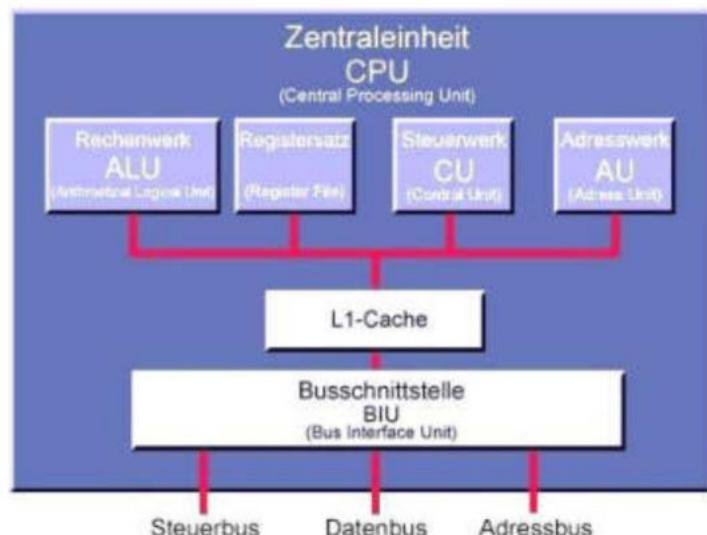


Prozessor-Funktionsblöcke

Bild: Klassische Funktionsblöcke eines Prozessors



<https://www.elektronik-kompendium.de/sites/com/1308121.htm>



Das **Steuerwerk** (Control Unit) ist die umfangreichste Einheit des Prozessors, es steuert und kontrolliert sämtliche Vorgänge im PC.

Der **Befehlsdecoder** (IDU) benötigt für seine Arbeit unter Umständen eine längere Zeitspanne, als für die eigentliche Befehlausführung erforderlich ist. Zur Geschwindigkeitssteigerung sind auf dem Prozessorchip deshalb oftmals parallel arbeitende IDUs integriert. Aus dem gleichen Grunde sind bei manchen Prozessoren die Ausführungseinheiten ebenfalls mehrfach vorhanden.

Das **Rechenwerk** (Processing Unit) umfasst neben der **ALU** und der **FPU** jeweils spezielle **Register** (4 bis 64 bit) zur Zwischenspeicherung von berechneten Daten.

Die zentralen Funktionseinheiten einer CPU werden auch als **Prozessorkern** (core) bezeichnet.

Prozessorfamilie: Prozessoren mit gleichem Kern, aber unterschiedlichen peripheren Komponenten.

Von-Neumann-Architektur

Im Jahre 1944 legte John von Neumann ein Architektur-Konzept für einen speicherprogrammierten → Programme und von diesen benötigte Daten werden in einem gemeinsamen Speicher abgelegt.

Universalrechner → Verschiedene Aufgaben werden durch entsprechende Programme gelöst.
vor.

Nun war es möglich:

1. Sprünge einzuführen, sowohl auf vorhergehende wie spätere Programmsequenzen, und
2. Programmcode während des Programmablaufes zu modifizieren.

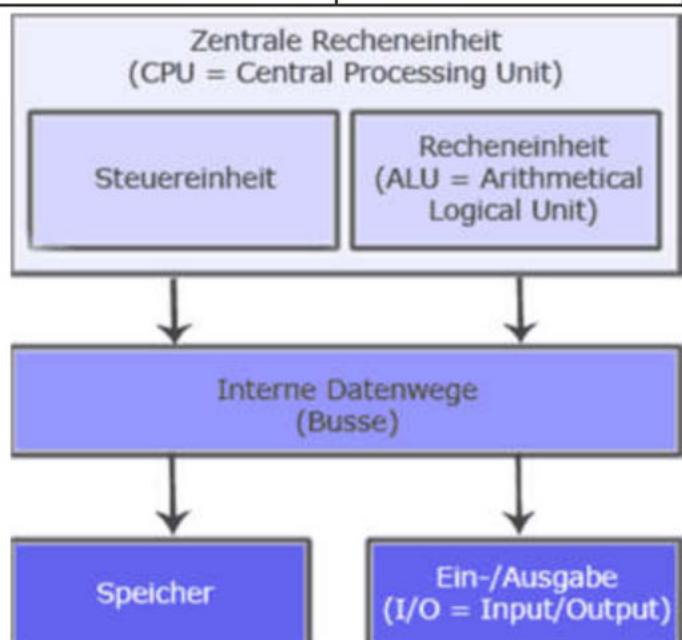
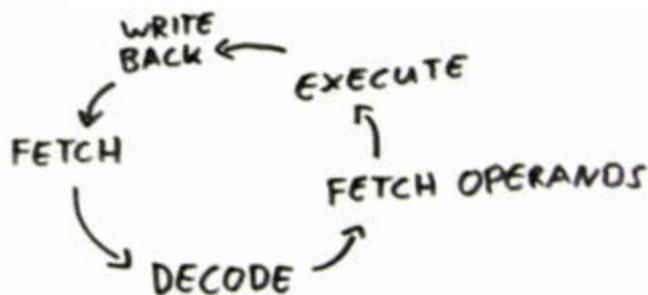
Damit war der Übergang vom starren Programmablauf zur flexiblen Programmsteuerung vollzogen.

Eine Von-Neumann-Maschine weist die folgenden wichtigen Merkmale auf:

- zentraler Recheneinheit mit einer ALU und einer Steuereinheit
- Speicher
- Ein- und Ausgabe-Einheiten und
- den internen Datenwegen (Busse)

von-Neumann Zyklus

Ein Prozessor verarbeitet Befehle in fünf sich immer wiederholenden Schritten: Fetch, Decode, Fetch Operands, Execute und Write Back.



Die nachfolgende Tabelle zeigt einige grundsätzliche Prozessorstrukturen und deren Merkmale.

Prozessorstruktur	Merkmale
	<p>Dual-Core-Prozessor (2006)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pro Kern ein im Kern integrierter L1 -Cache. - Zusätzlicher L2-Cache, auf den beide Kerne zugreifen können. - Die Verbindung zum Chipsatz erfolgt über den FSB (Front Side Bus). - Der Speichercontroller befindet sich im Chipsatz. <p>Beispiel: Core 2 Duo E8600 (Sockel: LGA 775)</p>
	<p>Quad-Core-Prozessor mit integriertem Speichercontroller und mit Grafikkern</p> <ul style="list-style-type: none"> - Jeder Kern verfügt über einen eigenen L1-Cache <u>und</u> einen eigenen L2-Cache. - Der Speichercontroller und der Grafikkern sind in den CPU-Chip integriert. - Auf dem CPU-Chip befindet sich der sogenannte L3-Cache, auf den sowohl alle Kerne als auch die Grafikeinheit zugreifen können. - Der Chipsatz besteht nur noch aus einem einzigen IC; die Verbindung erfolgt über DMI (Direct Media Interface) oder mittels HT oder UMI (HyperTransport; Unified Media Interface, AMD)

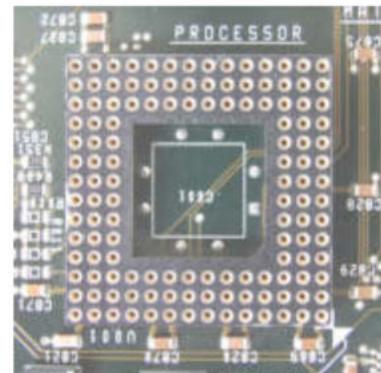
Ein **Prozessorsockel** (engl.: *CPU socket*) ist eine Steckplatzvorrichtung für Computerprozessoren, um einen Prozessor austauschbar auf einer Hauptplatine zu montieren.

Anfangs (bis 80386-Prozessoren, 168 bis 237 Pins): einfache (PLCC-) Sockel; erfordern enorme Kräfte beim Einsticken oder Ausziehen (1-2 N Einpresskraft pro Pin), Keramikgehäuse der Prozessoren oder Platinen und Sockel wurden beschädigt. Das führte zur Entwicklung von Konstruktionen, die weniger Kraftaufwand erfordern.



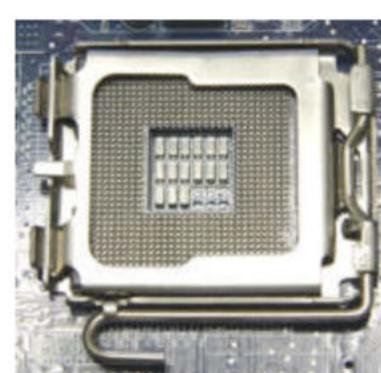
- **LIF-Sockel:** Low Insertion Force - der (80486) Prozessor wurde mit Kraft in den Sockel gepresst (etwa 0,3 bis 0,8 N pro Pin).
- **ZIF-Sockel:** Zero Insertion Force - der aktuelle Prozessorsockel wird mit einem Hebel ver- und entriegelt, so dass der Prozessor ohne Kraftaufwand eingesetzt werden kann.

Es wird u. a. unterschieden zwischen:

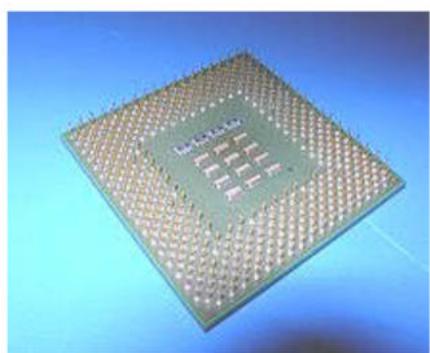


- **PGA:** Pin Grid Array - die Kontakte (Pin = Stifte) sind in einem Raster angeordnet;
- **LGA:** Land Grid Array - am Prozessorgehäuse sind Kontaktflächen, sogenannte *Lands*, die in eingestecktem Zustand auf federnde Kontakte des Steckplatzes gepresst sind.
- **SPGA:** Staggered Pin Grid Array - versetzte Kontaktanordnung;

FC (Flip Chip): der Chip wird mit der aktiven Kontaktierungsseite nach unten auf den Schaltungsträger montiert. Die gesamte Fläche des Die lässt sich so zum Kontaktieren verwenden!



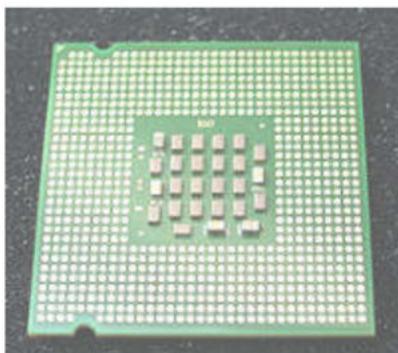
Pin Grid Array (PGA)



Pin Grid Array von unten

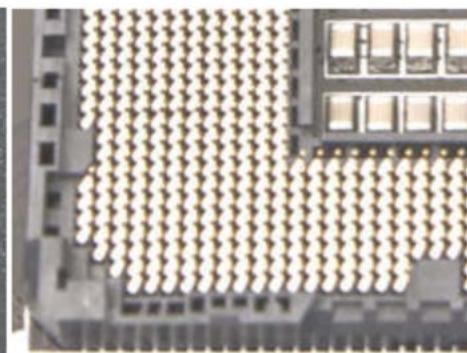
In der PC-Technik sind Plastic Pin Grid Arrays (PPGA) und Flip-Chip Pin Grid Arrays (FCPGA) am weitesten verbreitet.

Land Grid Array (LGA)

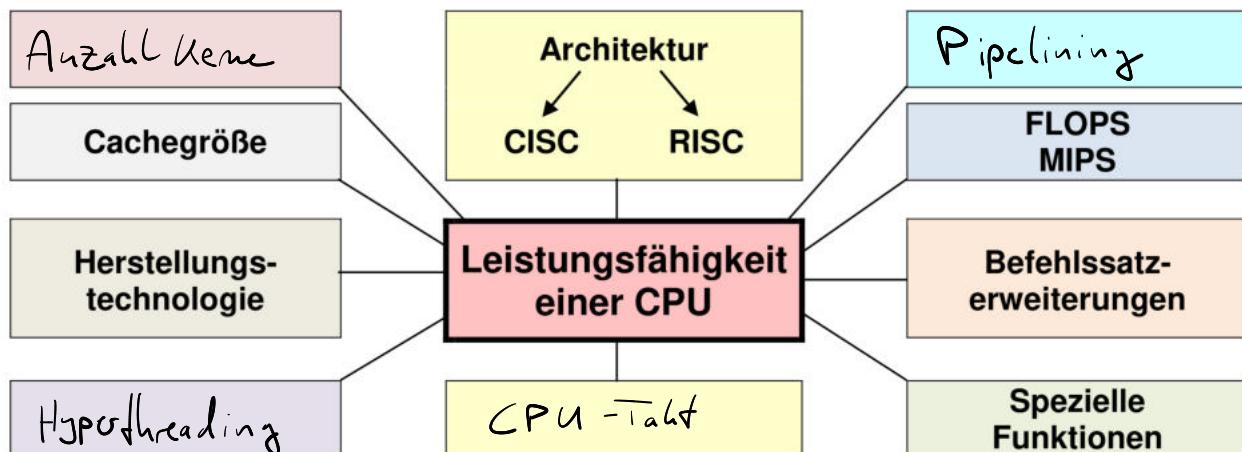


Prozessor in LGA-Technik,
Ansicht der Kontakte (*Lands*)

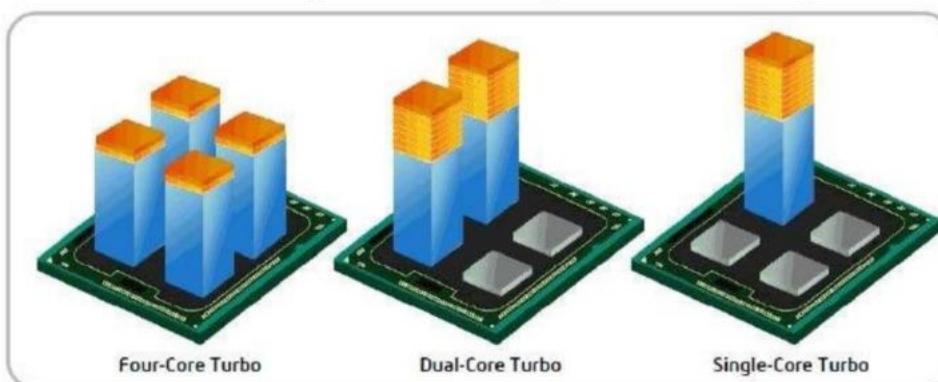
Vorteile LGA: Kein Abscheren oder Verbiegen von Pins mehr, da über federnde Kontakte verbunden, was eine geringere mechanische Beanspruchung der Kontakte zur Folge hat, ist für höhere Frequenzen geeignet (kein Antenneneffekt) und günstiger zu produzieren.



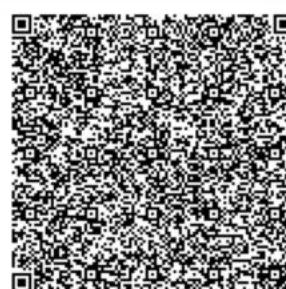
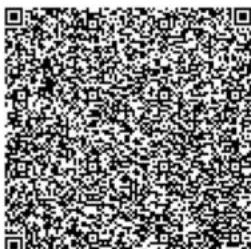
LGA-Sockel (Sockel 1155)



- Höhere Taktung** (sowohl CPU-Kern als auch Cachespeicher). Taktfrequenz in Gigahertz (GHz).
- Flops** (Floating Point Operations per Second), **MIPS** = 1 000 000 Maschinenbefehle/Sekunde
- Vergrößerung der Kernzahl.**
- Herstellungstechnologie**: Verkleinerung der Strukturgröße.
- Befehlssatzerweiterung**: ermöglicht eine schnellere und optimierte Bearbeitung von Anweisungen, bieten zusätzliche Funktionen und Leistung für spezifische Anwendungen und Workloads, wie zum Beispiel Verschlüsselung, Multimedia-Verarbeitung (z. B. SSE: Streaming SIMD Extension, AVX Advanced Vector Extensions, AES-NI Advanced Encryption Standard New Instructions, SGX Software Guard Extensions).
- Spezialfunktionen** z.B. Turbo-Boost Technologie (TBT 2.0: kurzzeitig können alle Prozessorkerne ihre maximal ausgewiesene Leistungsaufnahme durch gesteuerte Übertaktung überschreiten)



Weitere Merkmale und Erklärungen:

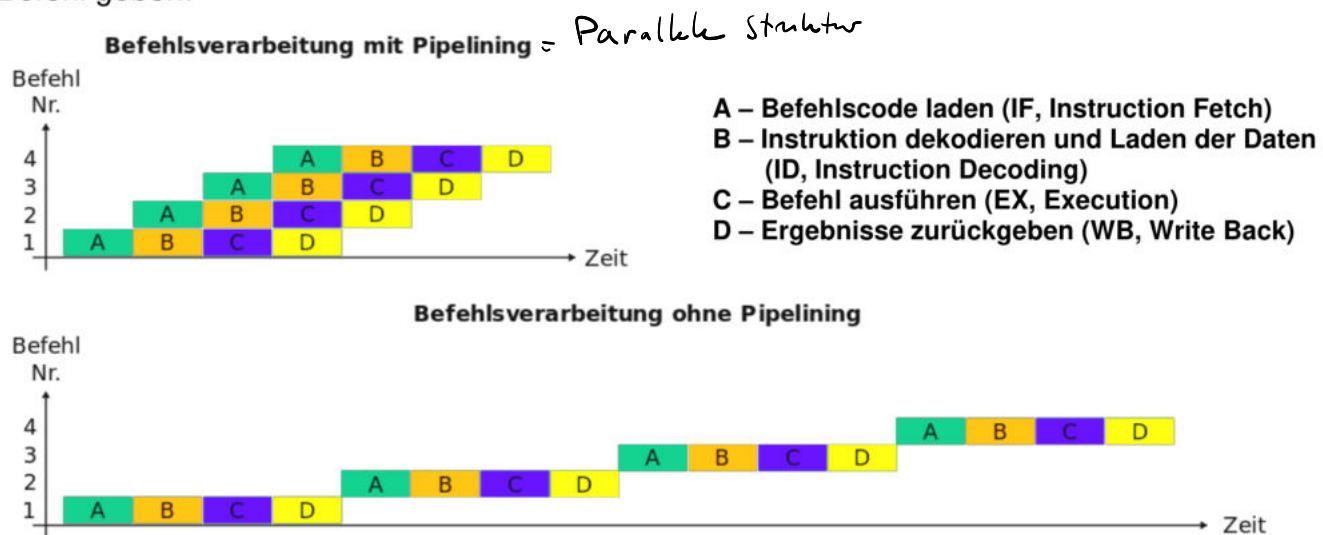


▪ Pipelining

Die **Pipeline** (auch **Befehls-** oder **Prozessor-Pipeline**) bezeichnet bei Mikroprozessoren eine Art „Fließband“, mit dem die Abarbeitung der Maschinenbefehle in Teilaufgaben zerlegt wird, die für mehrere Befehle parallel durchgeführt werden.

Ausgehend von einer 4-stufigen Pipeline könnte es die folgende Phasen-Aufteilung für einen Befehl geben:

Ausgegangen von einer 4-stufigen Pipeline könnte es die folgende Phasen-Aufteilung für einen Befehl geben:



▪ Hyperthreading (HT)

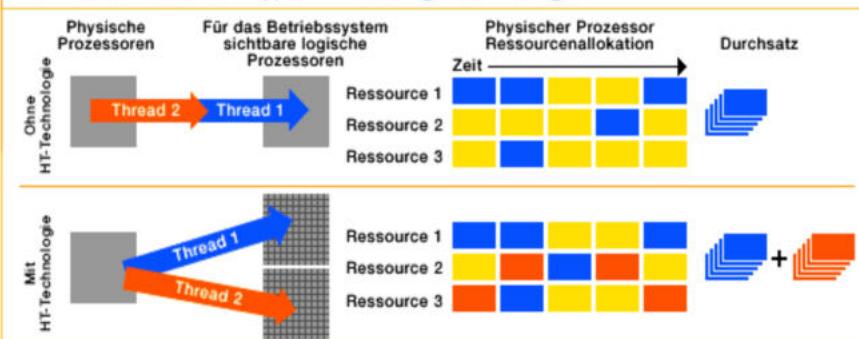
ein realer Prozessor wird in zwei virtuelle Prozessoren geteilt, die unabhängig voneinander gleichzeitig unterschiedliche Rechenoperationen, wie beim Multithreading, durchführen können. Sie arbeiten parallel wie ein Doppelkernprozessor, müssen sich aber das Ein-/Ausgabe-System teilen.

Gegenüber dem Betriebssystem verhält sich eine CPU mit Hyper-Threading so, als handele es sich um ein System mit zwei Prozessoren.

Statt auf Daten aus dem Hauptspeicher zu warten und Wartezyklen zu drehen, schaltet der Prozessor also einfach auf ein anderes Programm um, dessen Daten schon bereit stehen.



Funktionsweise der Hyper-Threading-Technologie



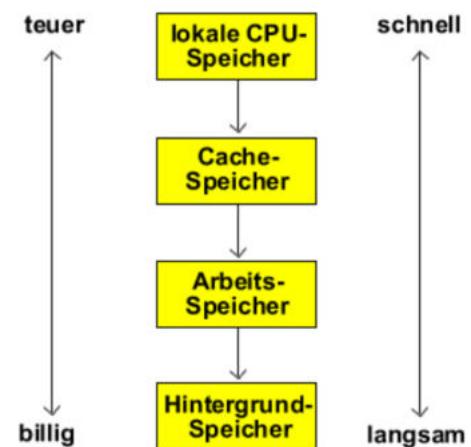
Cache-Speicher

- schneller, kleiner Puffer-Speicher zwischen Arbeitsspeicher und Prozessor.
- Im Cache werden die **Daten und Dateien zwischengeschweichert, die das Betriebssystem relativ häufig abruft**.

Erst wenn alle Programm-Befehle abgearbeitet sind oder ein Sprungbefehl zu einer Sprungadresse außerhalb des Caches erfolgt, muss der Prozessor auf den Arbeitsspeicher zugreifen.

Die schnellere Arbeitsweise wird dadurch ermöglicht, dass

- schnelle statische RAM-Speicher verwendet werden
- diese direkt in den Prozessorchip integriert sind
- meist mit dem vollen Prozessortakt arbeiten.



Typ	First Level Cache (L1-Cache)	Second Level Cache (L2-Cache)	Third Level Cache (L3-Cache)
Zugriffszeit	bei ca. 3 ns	ca. 5 ns	ca. 10-15 ns
Kapazität (prozessorabh.)	16 kByte bis 256 kB pro Kern	von 512 kB bis 6 MB pro Kern	bis zu 32 MByte
Taktung	Prozessortakt	Prozessortakt	geringfügig langsamer

Mehr Taktgeschwindigkeit oder größerer L2-Cache?

Mit höherem Takt laufen einzelne Programme schneller. Laufen mehrere Programme gleichzeitig, ist ein größerer Cache von Vorteil. → I.d.R. sind normale Desktop-Computer mit einem Prozessor mit einem großen Cache besser bedient.

Inklusiv-Cache

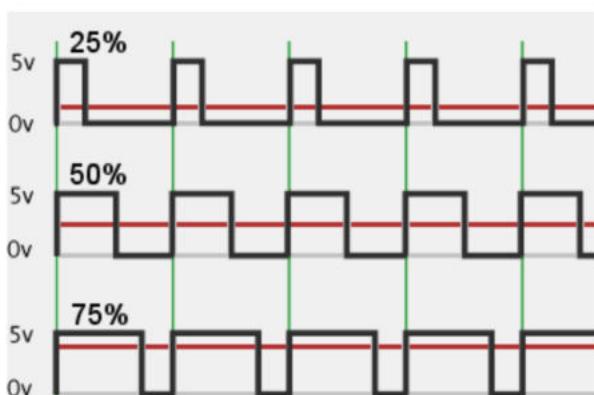
Daten des L1-Cache sind auch im L2-/L3-Cache.
Verschenkt Speicherkapazität, weil die Daten redundant im Speicher liegen.

Exklusiv-Cache

Cache steht einem Kern alleine zur Verfügung.
Nachteil: mehrere Prozessor-Kerne können Daten nur auf einem Umweg austauschen.

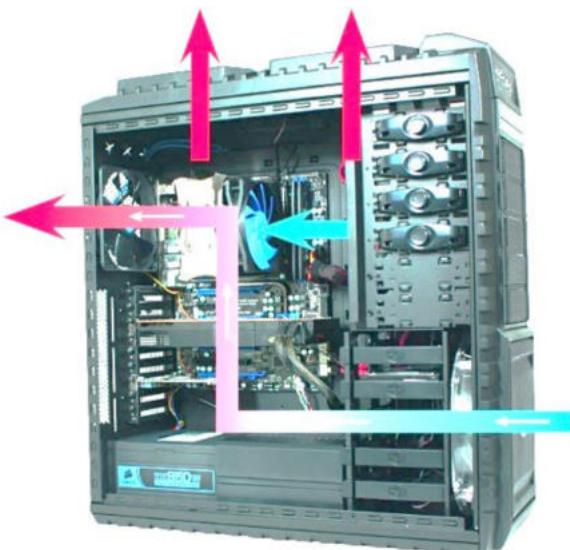
Thermal Design Power (TDP, in Watt W):

Diejenige Verlustleistung, auf die das verwendete Kühelement (Kühlkörper und Ventilator) sowie die PC-Gehäusebelüftung mindestens ausgelegt sein muss, damit der Prozessor unter Volllast seinen Temperatur- Grenzwert nicht überschreitet.

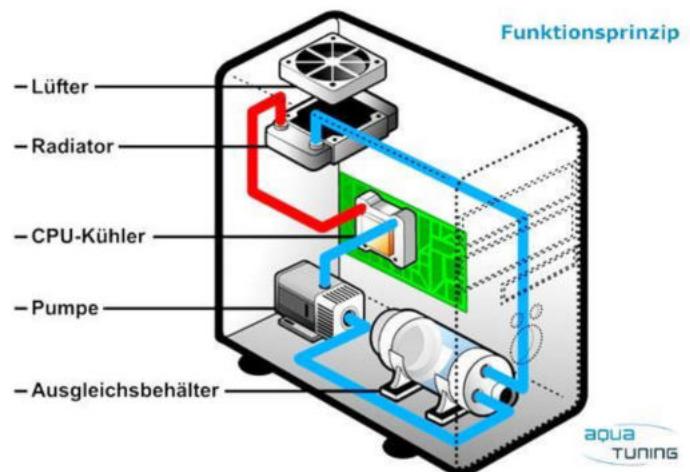


Um sowohl die Geräuschentwicklung des Lüfters als auch seine Energieaufnahme möglichst gering zu halten, wird die Lüfterdrehzahl in Abhängigkeit von der Prozessortemperatur geregelt. Dazu muss die Regelungselektronik ein ausreichend präzises Temperatursignal erhalten. Dieses Signal (ein pulsweiten-moduliertes Signal) steht dann an einem zusätzlichen Pin des Lüfteranschlusses am Mainboard zur Verfügung. Die sogenannten **PWM-Lüfter** verarbeiten dieses Signal und regulieren auf diese Weise ihre Drehzahl temperaturabhängig.

Luftkühlung



Wasserkühlung



Die folgenden Fragen zur CPU beziehen sich auf das in voriger Aufgabe genannte Mainboard!

Anschauen! :



Wie funktioniert ein Prozessor? #3

<https://www.youtube.com/watch?v=sFqaCHZGkHI>



Intel® Core™ i5-10400, Prozessor (boxed)



Bauform	FC-LGA4
Sockel	1200
Kerne	6
Taktfrequenz	2900 MHz
Cache	Level 3: 12288 KB
Bustakt	8000 MT/s
Speicher-Controller	Unterstützte Standards: DDR4-2666

Intel® Core™ i5-9400F, Prozessor (boxed)



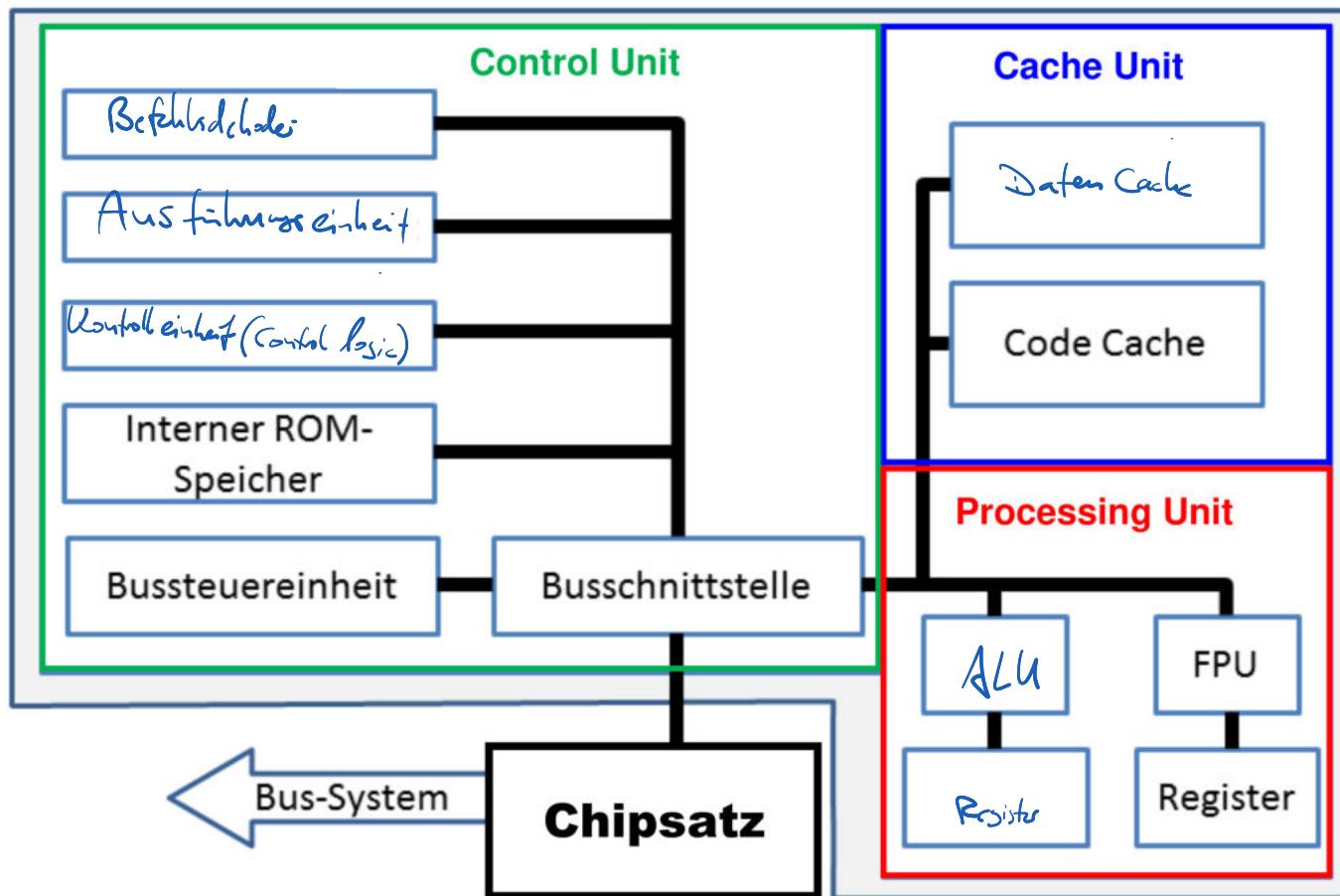
Bauform	FC-LGA4
Sockel	1151
Kerne	6
Taktfrequenz	2900 MHz
Cache	Level 3: 9216 KB
Bustakt	8000 MT/s
Speicher-Controller	Unterstützte Standards: DDR4-2666

- Erläutern Sie die grundsätzliche Aufgabe einer CPU.
- Warum sollten Sie, trotz z. B. gleicher Taktung und gleicher Kernanzahl die erste CPU kaufen?
- In der Beschreibung beider CPUs stehen 2 Taktangaben: „2900 MHz“ und „Bustakt 8000 MT/s“. Erläutern Sie den Unterschied beider Angaben. Erklären Sie dabei auch die Einheiten.
- Erklären Sie „boxed“.
- Moderne Prozessoren integrieren zwei früher dem Chipsatz zugeordnete Funktionen. Welche sind das?
- Ein Bestandteil des Prozessors ist die ALU. Erklären Sie den Begriff (ausgeschrieben, Funktionen).
- Beide Prozessoren verfügen über „Cache“. Erläutern Sie diese Angaben.
- Beschreiben Sie die Bauform FC-LGA. Welche weitere Bauform ist gebräuchlich? Prozessorlüfter werden heutzutage mittels PWM-Signalen angesteuert.
- Erklären Sie die Abkürzung PWM. Erläutern Sie dessen Wirkung am Lüfter.
- Ordnen Sie die folgenden Elemente dem nachfolgenden Schaubild zu, indem Sie die Begriffe in die einzelnen Kästchen schreiben.
Ausführungseinheit (execution unit), Daten Cache, Kontrolleinheit (Control logic), ALU, Befehlsdekoder (instruction decode unit), Register.

- a) Die CPU ist die Steuerinheit des Computers
- b) Wegen dem Sockel
- c) $2500 \text{ MHz} = 2500 \text{ Megahertz} / \text{Schwingungen pro Sch.} / \text{Frequenz}$
 $8000 \text{ MT/s} = 8000 \text{ Mega Transfer pro Sch.} / \text{Mega Datenüberstr. pro Sch.}$
- d) Boxed : CPU mit Kühlro + Zubehör
- e) Die Funktion Graphikkontrolle und RAM

- f) Arithmetic Logical Unit / Logische Operationen und oder nicht
+ - × ÷
- g) Cache : kleiner schneller Zwischen speicher CPU ↔ Ram
- h) FC - LGA
Flip chip - Land Grid Array \Rightarrow Kontaktflächen (behaultes)
- Flip chip - Pin Grid Array \Rightarrow Pin fläche
- Flip chip - Ball Grid Array \Rightarrow Ball's
- PWM Pulse width Modulation Regelt Lüfter drehzahl

Vereinfachte Darstellung der Bestandteile eines Prozessors



Ausführlich zum Nachlesen:

<https://www.technik-kiste.de/wissen/computer/aufbau/6-prozessor-cpu>



[ccm.net>lexikon>computer: Der Prozessor](http://de.ccm.net/lexikon/computer: Der Prozessor)

<http://de.ccm.net/contents/298-der-prozessor>



IFDO03 Was ist die Von-Neumann Architektur?

<https://www.youtube.com/watch?v=rx90uWaXh9A>



Ausgangssituation

Ihr Freund Sami bittet Sie wegen eines neuen PC um Hilfe bei der Auswahl der Komponenten und nähere Erklärungen zu Fachbegriffen und Daten. Als wichtiges und zentrales Element erläutern Sie ihm das ausgewählte Mainboard.

Daten

Das Mainboard am Beispiel des GIGABYTE Z590 GAMING X

Das GIGABYTE Z590 GAMING X Mainboard basiert auf dem Intel®-Z590-Chipsatz und unterstützt Intel®-CPUs für den Sockel 1200 der 10ten und 11ten Generation. Es verfügt über vier RAM-Sockel (DDR4-DIMM-Slots) im Dual-Channel-Betrieb. Zur weiteren Ausstattung gehören zwei PCIe-4.0-x16-Slots und zwei PCIe-3.0-x1-Slots. Außerdem unterstützt das es die Intel® Optane™ Memory Technologie und verfügt über 8-Kanal-Sound, eine 2,5 Gigabit-LAN-Schnittstelle, sechs SATA3-Anschlüsse, drei M.2-Anschlüsse und mehrere USB-Schnittstellen.

Die Details des Mainboards im Überblick:



<https://www.gigabyte.com/Motherboard/Z590-GAMING-X-rev-10#kf>

Sockel	1200			
Prozessor	Unterstützte Modelle	Intel® Core™, Pentium® Gold, Celeron® Prozessoren der 10ten Generation (Comet Lake-S)		
Steckplätze	2xPCIe x16 (1x PCIe 4.0 x16 (x16) und 1x PCIe 3.0 x16 (x4)), 2xPCIe x1			
BIOS	256 Mbit UEFI AMI BIOS			
Formfaktor	ATX			
Netzteil	ATX12V (24-Pin + 8-Pin + 4-Pin)			
Speicher	Anzahl der Sockel	4x DDR4		
	unterstützter Speichertyp	SDRAM-DDR4 maximal 128 GB		
	unterstützte Standards	DDR4-3200/ 3000/ 2933/ 2800/ 2666/ 2400/ 2133 MHz		
	Kanäle	2		
	Maximale Speicherranks	8		
	Speichercontroller in CPU	Ja		
Anschlüsse (extern)	1xMaus/Tastatur Combo (PS/2)			
	1xUSB-C 3.2 Gen 2 (10 Gbit/s), 1xUSB-A 3.2 Gen 2 (10 Gbit/s), 5xUSB-A 3.2 Gen 1 (5 Gbit/s), 2xUSB-A 2.0			
	1xDisplayPort-Out			
	Mikrofon, Line-In, 4xLine-Out, RJ-45			
Anschlüsse (intern)	6xSATA 6 G			
	3xM.2 (davon 1x PCIe 4.0 x4 & 2x PCIe 3.0 x4)			
	5x4-polig PWM-Lüfter			
direkt nutzbare RAID-Level	0, 1, 10, 5			
Onboard Grafik	Die Grafikanschlüsse des Mainboards sind nur bei Verwendung einer CPU mit integriertem Grafikchip nutzbar.			
Die Bezeichnung USB 3.2 Gen 1 entspricht den früheren Bezeichnungen USB 3.1 Gen 1 bzw. USB 3.0.				
Die Bezeichnung USB 3.2 Gen 2 entspricht den früheren Bezeichnungen USB 3.1 Gen 2 bzw. USB 3.1.				

Aufträge

1. Informieren Sie sich mit dem Video/der angegebenen Seite über die Komponenten eines Mainboards.

Links:

	<p>Wie funktioniert ein Mainboard? #2 brainfaqk</p>  <p>https://www.youtube.com/watch?v=JnMAqsPbV_w</p>
	<p>https://www.pcwelt.de/ratgeber/Hardware-Bild-fuer-Bild-Das-Mainboard-erklaert-5970247.html</p> <p>https://de.ccm.net/contents/278-motherboard-oder-mainboard-hauptplatine</p>

2. Beschreiben Sie in zwei Sätzen die Aufgabe eines Mainboards.

Das Mainboard verbindet alle nötigen Chips mit ein und ausgängen und steuert diese.

3. Benennen Sie die in der Beschreibung unterstrichenen Abkürzungen mit ihren vollständigen Namen.

Geben Sie außerdem an, welche Komponenten an diesen Schnittstellen angeschlossen werden können (1-2 Beispiele).

CPU: Central Processing Unit (CPU)

RAM: Random Access Memory (Ram Slots)

DIMM: Dual In-line Memory Module

PCIe: Peripheral Component Interconnect Express

LAN: Local Area Network (LAN-Kabel)

SATA: Serial Advanced Technology Attachment (Festplatte)

USB: Universal Serial Bus (USB-Geräte)

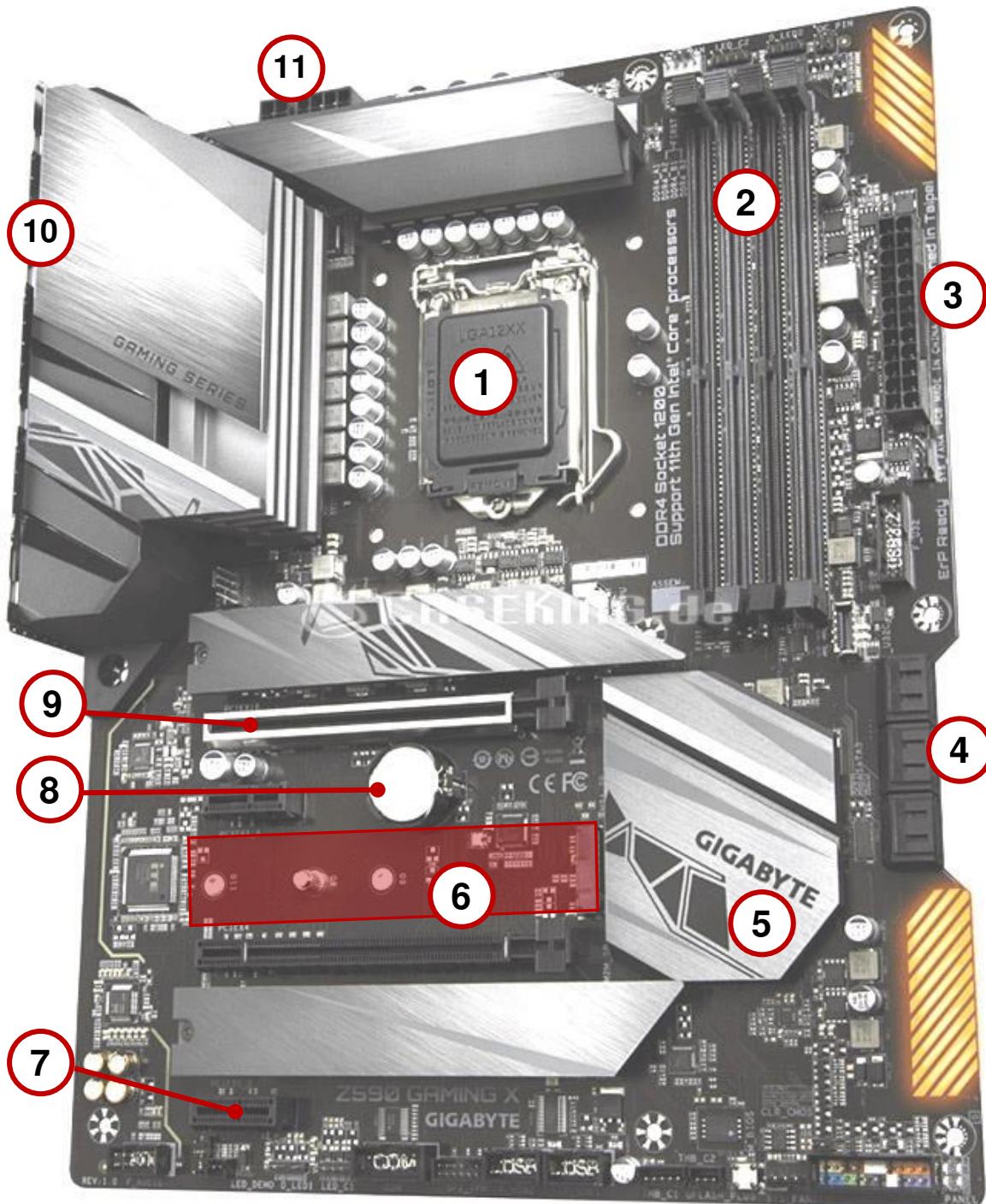
4. Beschreiben Sie den in der Tabelle genannten Formfaktor ATX.

Formfaktor ATX sind genormte Größen für Mainboards / Prinzipiell aufbau

Advanced Technology Extended = Normative Aufbau.

5. Die nachfolgende Abbildung zeigt diese Hauptplatine.

Ordnen Sie den Nummern 1-11 die zugehörigen Baugruppen / Anschlüsse / Schnittstellen zu. Nennen Sie dabei auch den ausgeschriebenen Begriff.



- 1 CPU - Sockel
- 2 RAM - Slots
- 3 Netzteil - Anschluss (meist 24 Pole)
- 4 SATA - Anschlüsse
- 5 Chipsatz - steuert sämtliche Komponenten
- 6 m.2 Anschluss
- 7 PCIe x1
- 8 CMOS - Batterie
- 9 PCIe - Sockel
- 10 Backpanel
- 11 8-Pin - Stecker für GPU

6. Die nachfolgende Abbildung zeigt das Backpanel der Hauptplatine. Ordnen Sie die Buchstaben den Anschlüssen/Schnittstellen im Bild zu.

A DisplayPort-Out

E USB-C 3.2 Gen 2

B PS/2

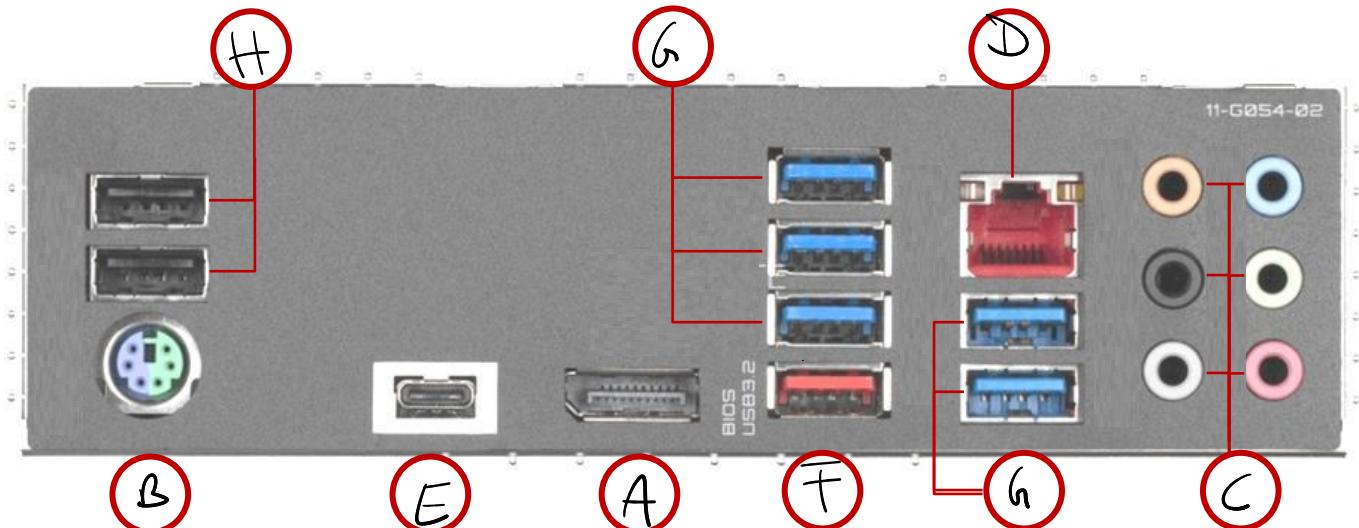
F USB-A 3.2 Gen 2

C Mikrofon, Line-In, 4xLine-Out,

G USB-A 3.2 Gen 1

D RJ-45

H USB-A 2.0



7. Nennen Sie eine Komponente, die an genannten Steckkontakten jeweils angeschlossen werden kann.

A Display - Port

E USB - C Geräte

B PS Z - Tastatur (PS - Maus)

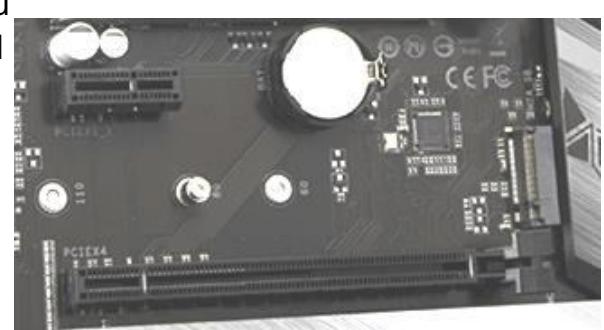
F USB zum Flashen zum BIOS

D LAN - Kabel

G Normale USB - Geräte

8. Das Mainboard besitzt sog. M.2-Anschlüsse. Erläutern Sie diese Schnittstelle bzgl. anzuschließender Komponente, Keys, Art des Anschlusses.

Diese ermöglicht es, z.B. Solid-State-Laufwerke, WiFi-Module o.ä. direkt an das MainBoard zu stecken. M.2-Anschlüsse unterstützen sowohl SATA als auch PCIe-Protokolle.



Sie verwendet drei verschiedene Keys, um die unterstützten Protokolle und Funktionen der angeschlossenen Komponenten zu definieren.

"B-Key" unterstützt SATA-Protokolle

"M-Key" unterstützt sowohl SATA als auch PCIe-Protokolle

"B+M-Key" sowohl SATA als auch PCIe, jedoch nicht gleichzeitig

9. Beschreiben Sie die grundsätzliche Aufgabe der Komponente mit Nr.5.

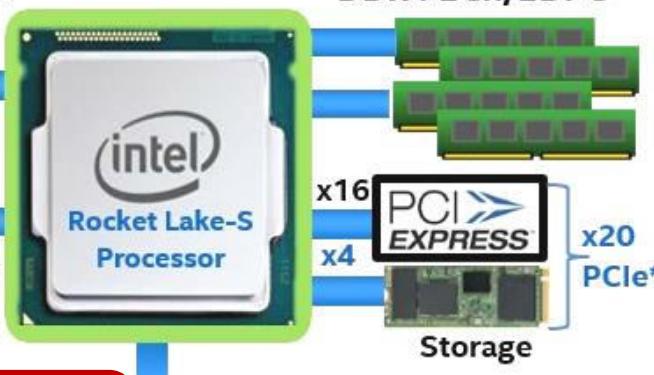
Aufsteuerung für einzelne Komponenten und Peripherie. Zusammenspiel Datenflüsse zw. Prozessor, RAM, Busystemen sowie Controller des internen/externen Schnittstellen, Kommunikationszentrum und Kontrolleinheit



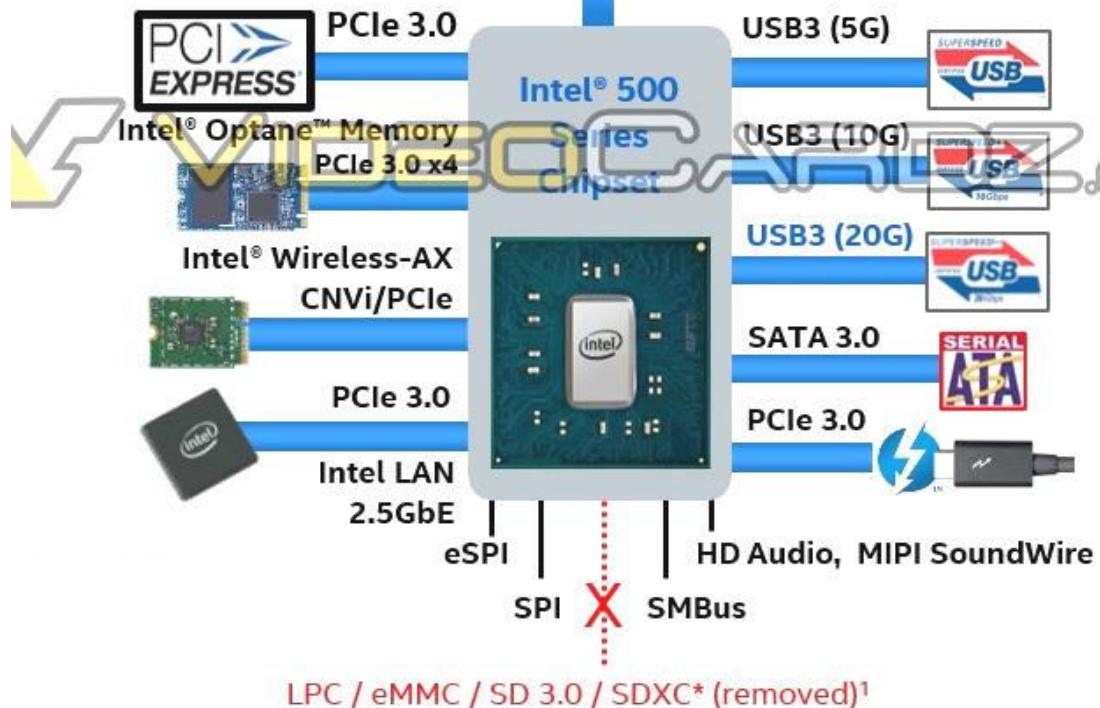
Embedded DisplayPort 1.4a



DDR4 2Ch/2DPC



x8 DMI 3.0



10. Die Verbindung zwischen Chipsatz und CPU erfolgt über DMI 3.0. Benennen Sie diese Abkürzung und die Übertragungsgeschwindigkeit.

Direct Media Interface 7,86 GB/s

bis zu 8 GT/s

Einschaltvorgang (Booten)

Nach dem Einschalten des PCs laufen eine Reihe verschiedener Vorgänge ab, bis auf dem Monitor ein Bild erscheint und das Betriebssystem von der Festplatte geladen werden kann.

! Video: ! <https://www.youtube.com/watch?v=vIMurX5oQkQ>



11. Benennen Sie die Abkürzungen BIOS bzw. UEFI.

Basic Input Output System

Unified Extensible Firmware Interface

12. Welche wichtigen Grundfunktionen übernimmt ein BIOS (Stichworte)?

Bootvorgang, POST, Grundlegende Systemeinstellungen konfigurieren.
(Datum, Uhrzeit, Startvorgang)

13. Welche erweiterten Möglichkeiten bietet UEFI gegenüber BIOS? Nennen Sie 4.

Secure Boot, Erleichterte Bed., Flash,
Festplatte > 2 TB

14. Während des Bootvorganges benötigt das UEFI/BIOS Informationen über die Grundeinstellungen des PCs. In welchem Bauteil sind diese hinterlegt?

In CMos

15. Innerhalb dieses Startprogramms läuft ein weiterer Selbsttest-Vorgang ab. Wie heißt dieser Prozess? Erläutern Sie dessen Aufgabe kurz.

POST

Power-on self-test = BIOS überprüft alle Eingänge / Ausgänge.

16. Wird während dieses Tests ein Fehler festgestellt, sind verschiedene Ausgabemöglichkeiten gegeben. In welchen Formen können diese Fehler ausgegeben werden?

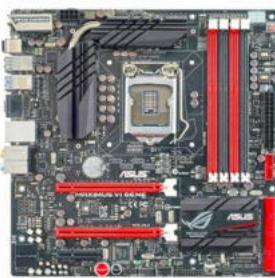
LED's, Piepton (lang, kurz, abfolge)

Das **Mainboard**, auch Motherboard oder Hauptplatine genannt ist eine Trägerplatte aus Kunstharz und enthält in mehreren Schichten (Layer) elektrisch leitfähige Bahnen, über die die entsprechenden Bauelemente miteinander verbunden sind. Allgemein wird eine solche Platine auch als „gedruckte Leiterplatte“ (Printed Circuit Board, **PCB**) bezeichnet. Die Leiterbahnen, aus Kupfer oder Silber, sind sehr dünn. Deshalb sind sie mechanisch nur wenig belastbar. Es muss ohne Verspannung in das PC-Gehäuse eingebaut werden, da sich ansonsten Mikrorisse in den Leiterbahnen bilden können, die eine einwandfreie Funktion verhindern.

Formfaktor



ATX



mATX



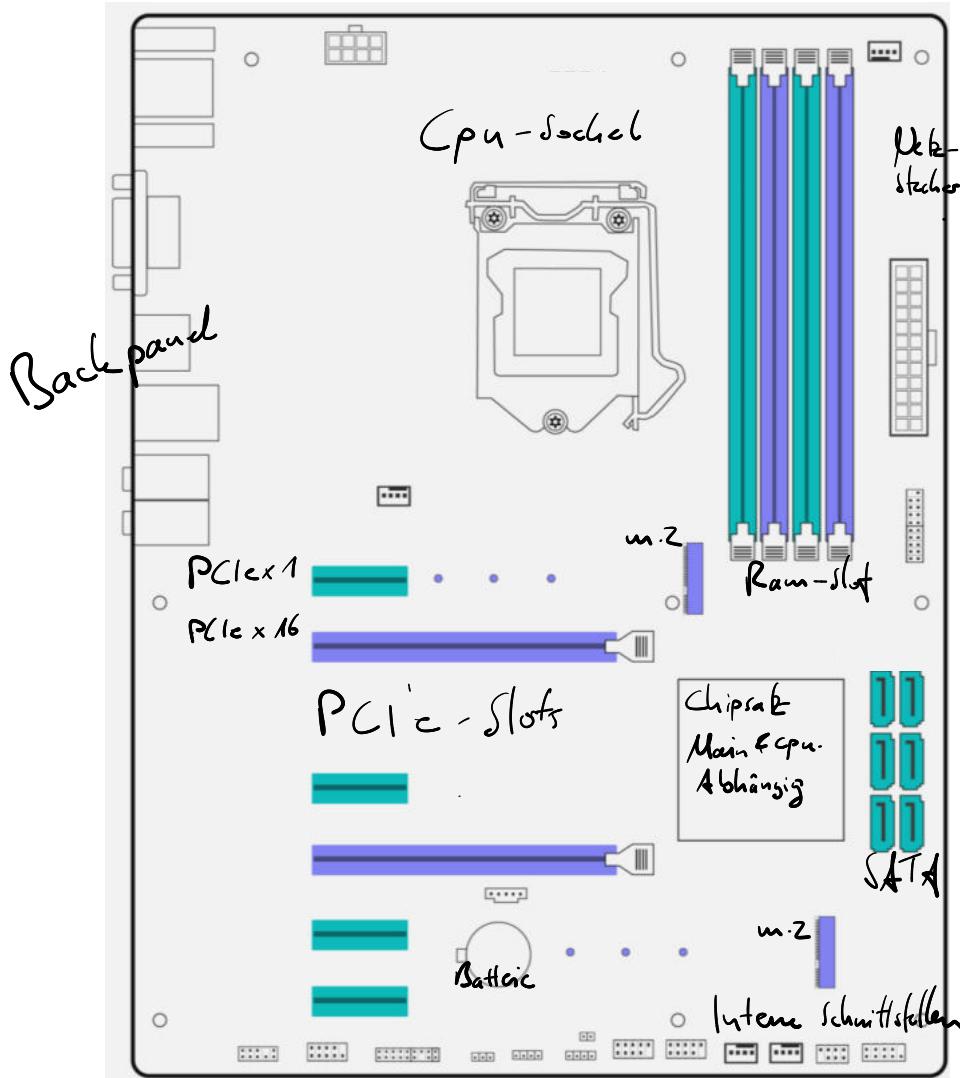
Mini-ITX

→ bezeichnet Größe
und prinzipiellen Aufbau.

ATX
(Advanced Technology eXtended)

Weitere häufig auftretende Formate:
Micro-ATX (μ ATX)
Mini-ITX (ITX: Integrated Technology
eXtended)

Mainboard-Komponenten und Anordnung



- Das Board ist in verschiedene Bereiche aufgeteilt.
- Die Anordnung der Befestigungslöcher, Anschlüsse für die Schnittstellen usw. ist genau vorgegeben. Die Pin-Anordnung des Netzteilsteckers ist genormt.

Schnittstellen

= Punkt zur Verbindung zwischen zwei Elementen, damit sie miteinander arbeiten können.

- Entweder auf der Rückseite des PC zugänglich (Backplane) oder innerhalb des Gehäuses direkt mit dem entsprechenden Gerät verbunden (z. B. Festplatte).





Abbildung 1: **Backpanel** eines älteren ATX-Mainboards

Überwachung und teilweise die Ansteuerung der daran angeschlossenen Komponenten übernimmt ein entsprechender **Controller**.

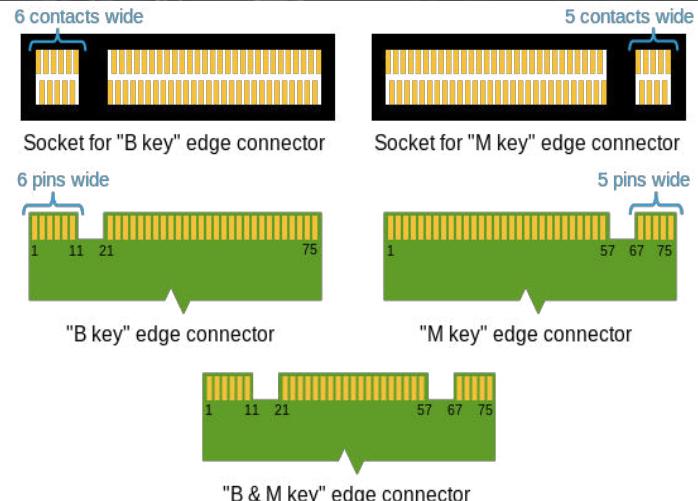
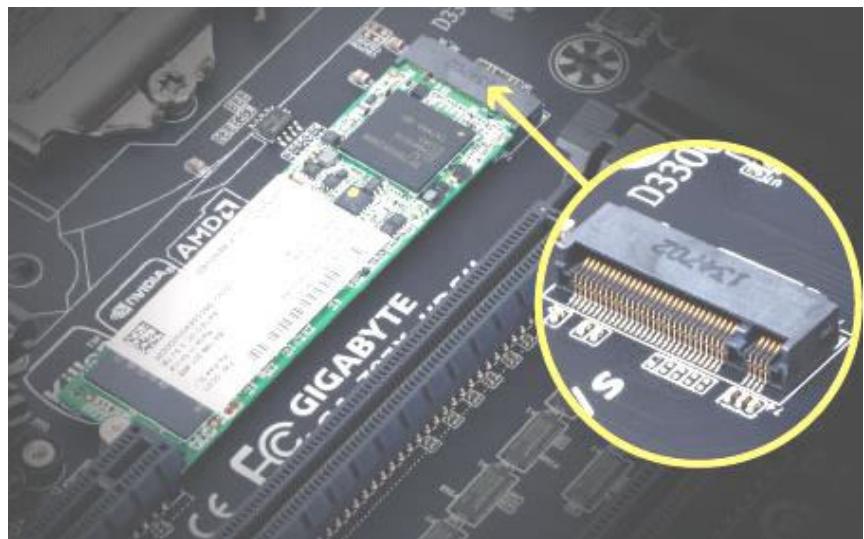
Link: <https://www.elektronik-kompendium.de/sites/com/0310281.htm>

m.2-Schnittstelle

M.2 ist eine Massenspeicher-Schnittstelle sowohl für streifenförmige schnellere PCIe-SSDs als auch für etwas langsamere Datenübertragung mittels SATA-6G-SSDs (s.u.).

*SSD = Solid State Drive
= elektron. Speichermedium*

Je nach Einsatzzweck der M.2-Karte hat diese an bestimmten Stellen der Kontaktkante Ausparungen, die sogenannten Keys. M.2-Ports können Module eines oder mehrerer Keys aufnehmen, je nachdem welche Steckkarten unterstützt werden.



<https://www.hardwareschotthe.de/magazin/alles-was-man-ueber-m-2-wissen-muss-a41637>

<https://basic-tutorials.de/der-m-2-slot-was-ist-er-und-wie-kann-ich-ihn-nutzen/>

Übersicht der maximalen Datenübertragungsraten verschiedener Anschlussarten:

Anbindung	SATA 3	PCIe 3.0 x4	PCIe 4.0 x4	PCIe 5.0 x4
Maximale Geschwindigkeit	6 GBit/s	32 GBit/s	64 GBit/s	128 GBit/s

Bussystem \leftrightarrow Punkt-zu-Punkt-Verbindung

Geräte über gleiche Verbindung gekoppelt ein Gerät mit einem anderen direkt verbinden

Arten: parallel und serielle Bussysteme
interner Bus externer Bus

Paralleler Bus besteht aus

- Datenbus
- Adressbus
- Steuerbus (Kontrollbus)
- Serieller Bus

zusammengehörende Bits nacheinander auf einer Leitung übertragen (Längs).

Bussystem \Leftrightarrow Punkt-zu-Punkt-Verbindung

- Ein **Bus** verbindet mehrere Peripheriegeräte über den gleichen Satz von Leitungen miteinander
- Ein Anschluss, bei dem ein Gerät mit einem anderen über eine oder mehrere Leitungen verbunden ist heißt **Punkt-zu-Punkt-Verbindung** (Point-to-Point-Verbindung).

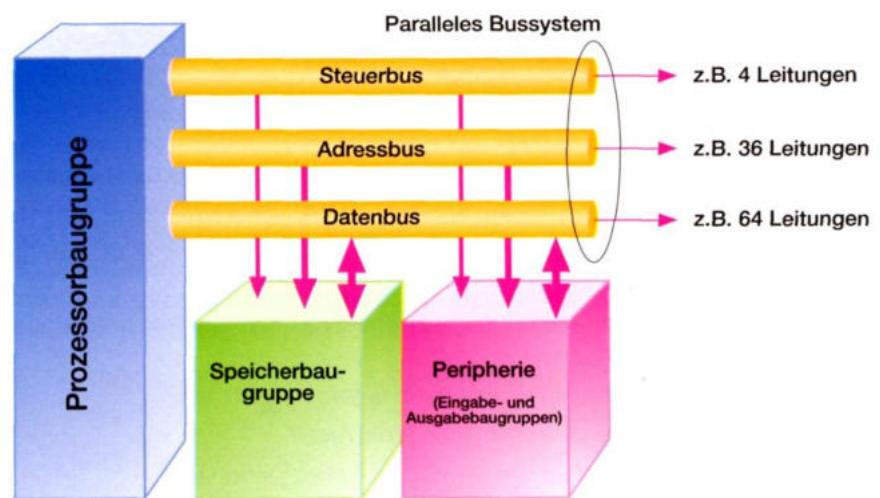
Arten

Nach der Art der Informationsübertragung unterscheidet man **parallele** und **serielle** Bussysteme.

Ein interner Bus schließt alle internen Bestandteile eines Computers an die Hauptplatine an (CPU und interne Speicher). Ein externer Bus schließt externe Peripherie an die Hauptplatine an.

Paralleler Bus

- Eine Gruppe zusammengehörender Bits (Datenwort) wird gleichzeitig über separate Leitungen übertragen.



Datenbus

- Angabe der Datenübertragungsrate in KByte/s, MByte/s oder GByte/s.
- Angeschlossene Geräte teilen sich die zur Verfügung stehende Übertragungsrate auf.

Adressbus

- Mit n Adressleitungen können 2^n Speicherstellen direkt adressiert werden
Bsp.: 32-Bit-System $\rightarrow 2^{32} = 4.294.967.296$ Byte = 4 GB.

Steuerbus (Kontrollbus)

Der Steuerbus (unidirektional) bewerkstellt die Steuerung (engl. *control*) des Bussystems. Über den Steuerbus gibt der Prozessor einer angesprochenen Baugruppe bekannt, ob er von ihr Daten empfangen oder zu ihr senden will.

Serieller Bus

- Ein serieller Bus liegt vor, wenn eine Gruppe zusammengehörender Bits nacheinander auf einer Leitung übertragen werden. Eine solche Busverbindung wird auch als Link bezeichnet.
- Bei einem seriellen Bus wird die Datenübertragungsrate in Kbit/s, Mbit/s oder Gbit/s angegeben

Der Chipsatz ist fest auf dem Mainboard aufgelötet und kann nicht ausgetauscht werden.

Zu den **Aufgaben eines Chipsatzes** gehören generell:

- die Verwaltung der verschiedenen Datenübertragungs-, Busysteme (z.B. PCI/e, USB) und Schnittstellen (z.B. SATA, LAN),
- das Steuern des Datenflusses von und zu den angeschlossenen Komponenten,
- die Abstimmung der unterschiedlichen Bustakte und Übertragungsraten.

⇒ **Der Chipsatz beeinflusst somit maßgeblich die Performance eines Systems**

Alle Hersteller verwenden für ihren Chipsatz spezielle Codenamen (z.B. rocket-lake).

Die Controller, allgemein als **Bridges** oder **Hubs** bezeichnet, variieren im Funktionsumfang und in der genauen Bezeichnungen in Abhängigkeit vom jeweiligen Chiphersteller.

Bezeichnung	Hersteller	
Memory Controller Hub (MCH; mit integriertem Speichercontroller) Input/Output Hub (IOH; ohne integ. Speichercontroller)	Intel	
-	Platform Controller Hub (PCH; Einchip-Lösung; Speicher- und Grafik-Anbindung in CPU)	
-	Fusion Controller Hub (FCH; Einchiplösung, in Kombination mit einer APU der Fusion-Reihe)	AMD

▪ Früherer Chipsatz, veraltet, bis ca. 2008

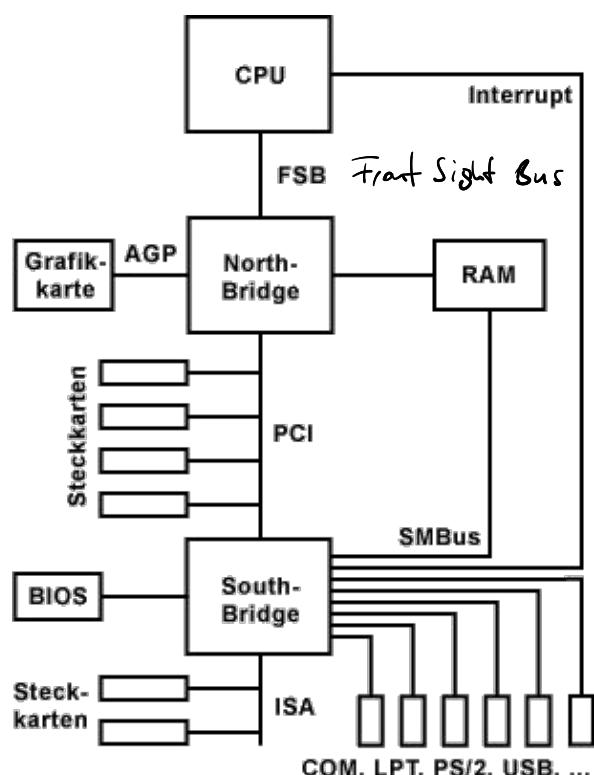
Bei älteren Boards bestand der Chipsatz aus zwei ICs, der Northbridge und der Southbridge. Heutzutage hat man jedoch nur noch einen Chip.

→ Geschwindigkeitssteigerung, da die Übertragungswege kürzer werden (z. B. Integration des Speichercontrollers in die CPU).

Ursprüngliche Aufgabenteilung:

Die **Northbridge** regelt und kontrolliert Arbeitsspeicher, Grafik-Bus/Grafikkarte, LAN-Anschluss und Front-Side-Bus.

Die **Southbridge** verwaltet den klassischen PCI-Bus, PATA/SATA-Schnittstellen mit den angeschlossenen Devices, sowie die über entsprechende I/O-Chips angeschlossenen externen Schnittstellen (z.B. USB, Firewire).

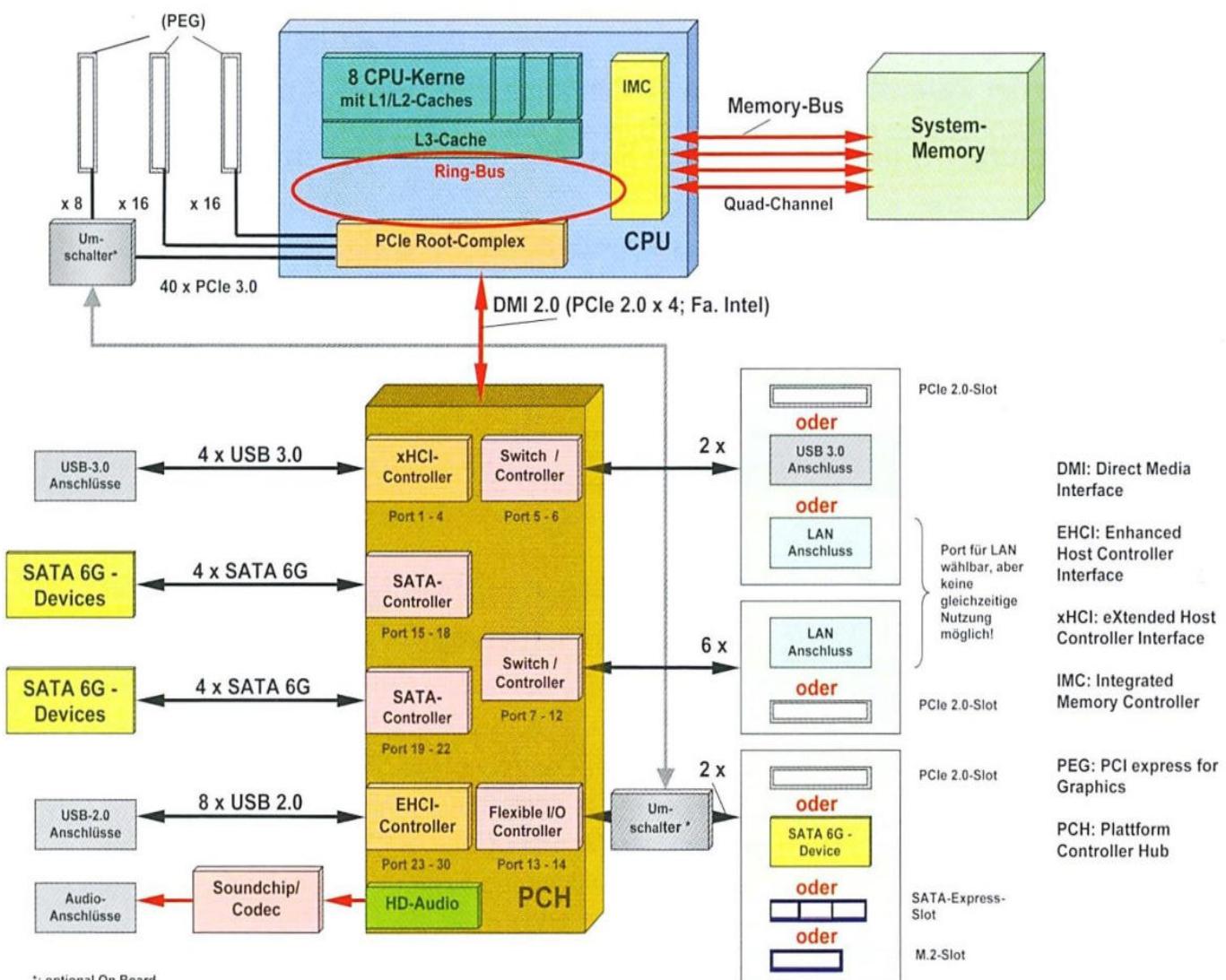


▪ Aktuelle Lösungen: Chipsatz ohne Speicher- und Grafikcontroller (Intel)

→ Speicherkontroller und Grafikkern sind auf dem CPU-Chip integriert.

Die Verbindung zwischen CPU und PCH wird als DMI (Direct Media Interface) bezeichnet. Die Grafiksignale gelangen über separate Leitungen (FDI: Flexible Display Interface) zum PCH, der diese an die On Board vorhandenen Displayanschlüsse weiterleitet. Sobald eine externe Grafikkarte eingesteckt wird, schalten die internen Grafikfunktionen ab.

In der Regel verfügt der PCH über SATA-Controller für den Anschluss von SATA 6G-Geräten. USB-Host-Controller verwalten eine Vielzahl von USB-Anschlüssen.



Bei den Konkurrenzprodukten (z.B. von AMD) weisen die aktuellen Chipsätze vergleichbare Eigenschaften auf, auch wenn die Anzahl anschließbarer Komponenten differiert oder die Bezeichnungen zum Teil verschieden sind.

Beispiel eines aktuellen Chipsatzes (Intel Z490, 590): https://bilder.pcwelt.de/4291920_original.jpg
o.ä. Seiten

Der Hauptteil des BIOS mit dem dazugehörigen Konfigurationsprogramm, dem Setup, befindet sich auf einem oder zwei ROM-Bausteinen (üblicherweise EPROMs oder EEPROMs) auf dem Motherboard.

Aufgaben des BIOS: Selbsttest , Initialisierung des Computersystems , Systemkonfiguration, ...

Das BIOS besteht aus folgenden Elementen:

- **Power-On-Self-Test:** (s.u.), auch POST genannt, enthält Diagnose-Routinen, die die verschiedenen Komponenten testen und schließlich das Betriebssystem starten.
- **BIOS-Setup:** Das BIOS-Setup dient dem Anwender zur Konfiguration des Systems. Im Standard-CMOS-Setup-Utility können einfache Systemeinstellungen verändert werden, wie Festplattentyp, Datum und Uhrzeit. Mit den Setups für erweiterte BIOS- und Chipsatz-Funktionen kann man verschiedene Systemeinstellungen festlegen. Hierzu gehören zum Beispiel RAM-Timing oder die Bootreihenfolge. Je nach Prozessor, Chipsatz und BIOS-Variante werden noch weitere Einstellmöglichkeiten angeboten.
- **Diagnose** (intern): Viele BIOS-Fabrikate sind mit einem Laufwerks-Utility ausgestattet, das die eingebauten Festplatten automatisch erkennen und deren Parameter einstellen kann.

Der **Power-On Self-Test (POST)** - ein Vorgang, den der Computer beim Hochfahren durchläuft, um zu prüfen, ob die grundlegenden Komponenten des PCs funktionsfähig sind. Der POST lässt sich in einzelne Schritte einteilen (weitere/weniger Punkte je nach BIOS).

1. Überprüfung der Funktionsfähigkeit der CPU (bei Multiprozessor-Systemen: der 1. CPU)
 2. Überprüfung der CPU-nahen Bausteine
 3. Überprüfung des CMOS-RAM (Prüfsummen-Bildung)
 4. Überprüfung des CPU-nahen Cache-Speichers
 5. Überprüfung der ersten 64 Kilobyte des Arbeitsspeichers
 6. Überprüfung des Grafik-Speichers und der Grafik-Ausgabe-Hardware.
- Danach kann die Grafikkarte in Betrieb genommen werden. Die weiteren Tests werden daher meist auf dem Bildschirm sichtbar gemacht:
7. Überprüfung des restlichen Arbeitsspeichers - dieser Schritt kann bei manchen BIOS durch einen Tastendruck übersprungen werden
 8. Überprüfung der Tastatur
 9. Überprüfung von weiterer Peripherie, u. a. Festplatten.

Fehler während des POST werden vom BIOS gemeldet. Die Signale zeigen die Art des Fehlers an. Die Meldung erfolgt

- auf dem Bildschirm, wenn das Grafik-System schon geprüft und in Betrieb ist.
- durch akustische Signale unterschiedlicher Dauer und Häufigkeit, über den Systemlautsprecher
- visuell durch das Blinken der Statusanzeige.

Unified Extensible Firmware Interface

UEFI beschreibt die zentrale Schnittstelle zwischen der Firmware, den einzelnen Komponenten eines Rechners und dem Betriebssystem. Nachfolger des BIOS, mit Fokus auf 64-Bit-Systeme.

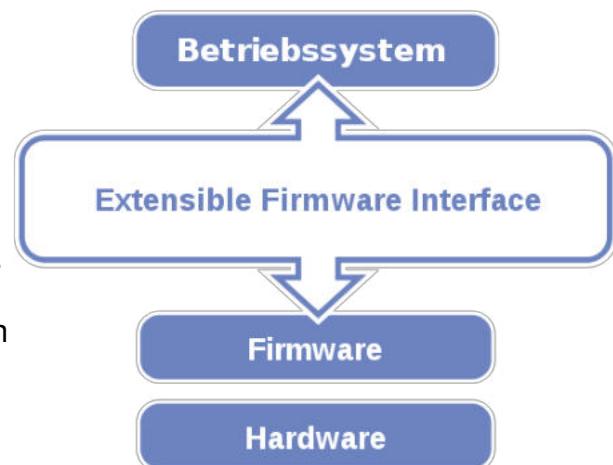


Ziele u.a.:

- Einfachere Bedienbarkeit (mit Maus).
- Nutzung grafischer Möglichkeiten moderner Hardware.
- Fehlerdiagnose mit Hilfe von Netzwerk-Verbindungen.

BIOS und UEFI

Beide Begriffe werden häufig synonym benutzt.
 Moderne Motherboards verzichten oft auf ein BIOS.
 Die Initialisierung der Hardware übernimmt hier das UEFI. Einen Unterschied bemerkt man als Anwender nur, wenn man auf die Konfigurationsoberfläche stößt.
 Um Inkompatibilitäten bei Hardware und Software (ältere Windows-Versionen) zu vermeiden hat UEFI ein Compatibility Support Module (CSM), das dem Betriebssystem ein gewöhnliches BIOS vorgaukelt.



Techniken und Möglichkeiten:

- **GUID-Partitionstabelle (Globally Unique Identifier; GPT)** anstelle eines Master Boot Record (MBR). Die *GPT* ist notwendig, um von einer Festplatte > 2 TB booten zu können, bzw. Partitionen > 2 TB anlegen und verwalten zu können.
- Verwalten von bis zu 127 Partitionen
- **UEFI Secure Boot**
 Nur vertrauenswürdige signierte Software darf auf die Hardware zugreifen (→Malware, Viren... verhindern). Secure-Boot-Modus verhindert die Installation anderer Betriebssysteme und auch das Booten von USB-Sticks oder DVDs ohne signierten UEFI-Bootloader.
- Einfache Erweiterbarkeit und weitere Funktionen (z. B. für **Digital Rights Management**)
- Eingebettetes Netzwerkmodul (zur Fernwartung)
- Preboot Execution Environment (universelles Netzwerkbootsystem)
- Unterstützung für hochauflösende Grafikkarten schon beim Start des Computers
- Treiber können als Modul in das EFI integriert werden, so dass sie nicht mehr vom Betriebssystem geladen werden müssen. Damit sind systemunabhängige Treiber möglich.
- Sandbox-Modus: Netzwerk- und Speicherverwaltung laufen auf der Firmware anstatt auf dem Betriebssystem.
- Boot-Optionen bei Touch-Bedienung (Tablets und All-in-One-PCs)
- Auswahlmöglichkeit für die installierten Betriebssysteme; damit sind Boot-Loader überflüssig



<http://www.pc-magazin.de/ratgeber/bios-uefi-windows-boot-unterschiede-tipps-2947248.html>

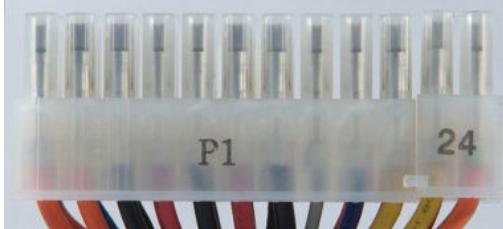


<https://www.com-magazin.de/praxis/uefi/bios-uefi-wissen-231367.html>

Ansprüche an ein Schaltnetzteil

- Hohe Spannungskonstanz: Spannungsschwankungen bei Belastungen sind kleiner 1-2%.
- Geringes Gewicht und Volumen: Schaltnetzteile sparen mehr als 60% an Gewicht und Volumen gegenüber einfachen Netzteilen.
- Hoher Wirkungsgrad: Bei Schaltnetzteilen liegt der Wirkungsgrad bei mehr als 90%.



Verwendung der Spannungen eines PC-Netzteils	Stromversorgung ATX (20/24-polig) - Stecker und Belegung
+ 3,3 V SATA-Laufwerkselektronik Prozessor, Chipsatz Arbeitsspeicher Grafikkarten	
+ 5 V Laufwerkselektronik Prozessor (AT-kompatibel) Arbeitsspeicher (AT-kompatibel) Chipsatz Erweiterungskarten	+3,3 VDC 13 1 -12 VDC 14 2 Masse 15 3 PS_ON 16 4 Masse 17 5 Masse 18 6 Masse 19 7 -5 VDC 20 8 +5 VDC 21 9 +5 VDC 22 10 +5 VDC 23 11 Masse 24 12
+ 12 V Laufwerkmotoren Lüfter Erweiterungskarten	+3,3 VDC +3,3 VDC Masse +5 VDC Masse +5 VDC Masse Power OK +5 VSB +12 V1DC +12 V1DC +3,3 VDC
- 5 V Erweiterungskarten (ISA)	
- 12 V Erweiterungskarten (ISA, PCI)	

ATX-Netzteile liefern keinen Strom wenn sie nicht mit dem Mainboard verbunden sind. Wird jedoch der Pin 16 (PS_ON) mit Masse (z. B. Pin 15) verbunden, dann kann auch das Netzteil eingeschaltet werden (Grundlast im 5V-Kreis muss vorhanden sein).



Kabel sind oft nicht mehr fest mit Netzteil verbunden, sondern über ein Stecker-/Buchsensystem (**Kabelmanagement**).

PFC - Power-Factor-Correction / Leistungsfaktorkorrektur

Die Leistungsfaktorkorrektur (PFC) ist ein Mittel um den negativen Effekten auf das Stromversorgungsnetz durch die unsymmetrische und nicht sinusförmige Stromentnahme durch Schaltnetzteile entgegenzuwirken.

Wirkungsgrad

Der Wirkungsgrad gibt das Verhältnis von zugeführter und abgegebener Leistung in Prozent an.

Je höher der Wirkungsgrad, desto ökonomischer arbeitet das Schaltnetzteil.

Je höher der Wirkungsgrad, desto teurer das Schaltnetzteil.

Energy Star 4.0 und 80-plus-Spezifikation

	80 PLUS	80 PLUS BRONZE	80 PLUS SILVER	80 PLUS GOLD	80 PLUS PLATINUM
Leistungsfaktor	0,90	0,90	0,90	0,90	0,95
Wirkungsgrad bei 20% Last (Idle)	80%	82%	85%	87%	90%
Wirkungsgrad bei 50% Last (schwache Last)	80%	85%	88%	90%	92%
Wirkungsgrad bei 100% (volle Last)	80%	82%	85%	87%	89%

Combined Power



Erklären Sie die Angabe „Combined Power“!

Wie viel Watt braucht mein PC-Netzteil?

<http://www.tomshardware.de/Netzteil-richtige-Dimensionierung-Verbrauch-80,testberichte-240745.html>

330-Watt-Netzteile für einen minimalistisch ausgestatteten Office-PC.

650- und 800-Watt-Netzteile für einen Gamer-PC.



Z590 GAMING X AX

Z590 GAMING X

User's Manual

Rev. 1001

12ME-Z59GX-1001R

Z590 GAMING X AX



Z590 GAMING X



For more product details, please visit GIGABYTE's website.



To reduce the impacts on global warming, the packaging materials of this product are recyclable and reusable. GIGABYTE works with you to protect the environment.

Copyright

© 2021 GIGA-BYTE TECHNOLOGY CO., LTD. All rights reserved.

The trademarks mentioned in this manual are legally registered to their respective owners.

Disclaimer

Information in this manual is protected by copyright laws and is the property of GIGABYTE. Changes to the specifications and features in this manual may be made by GIGABYTE without prior notice. No part of this manual may be reproduced, copied, translated, transmitted, or published in any form or by any means without GIGABYTE's prior written permission.

- In order to assist in the use of this product, carefully read the User's Manual.
- For product-related information, check on our website at: <https://www.gigabyte.com>

Identifying Your Motherboard Revision

The revision number on your motherboard looks like this: "REV: X.X." For example, "REV: 1.0" means the revision of the motherboard is 1.0. Check your motherboard revision before updating motherboard BIOS, drivers, or when looking for technical information.

Example:

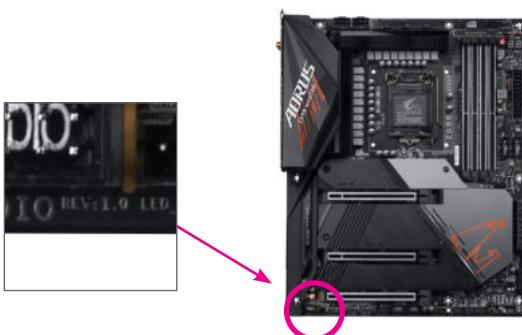
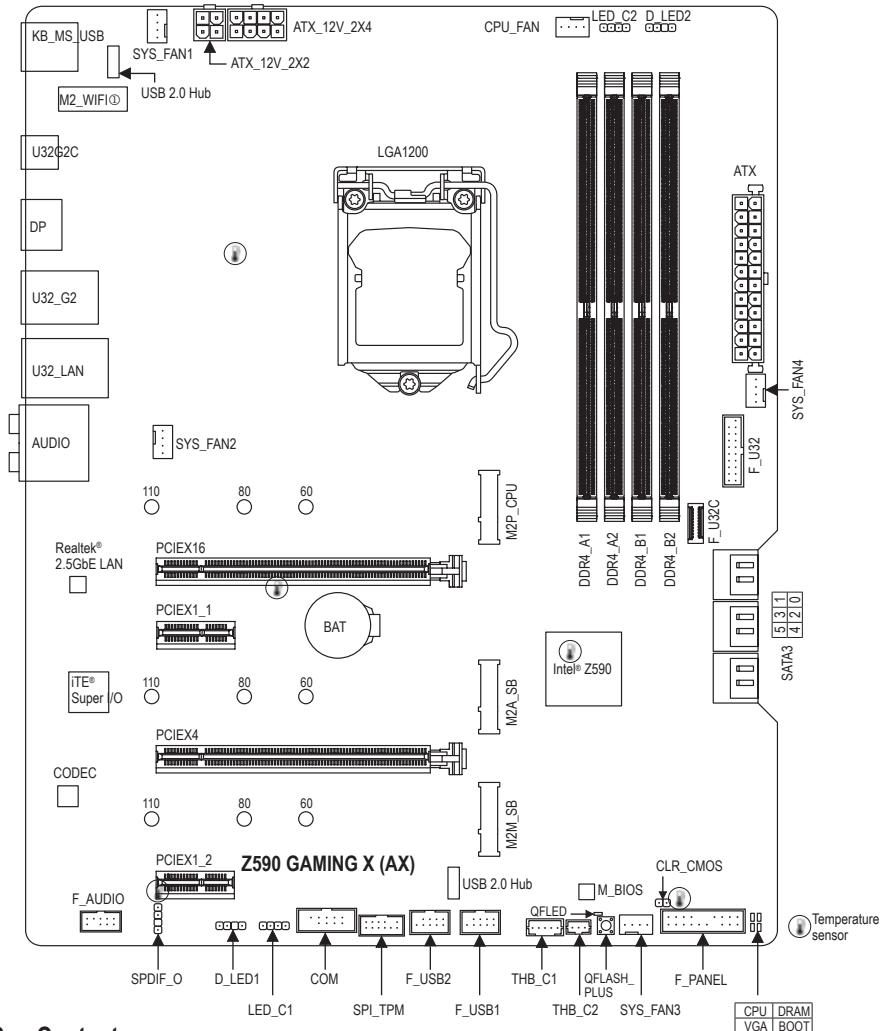


Table of Contents

Z590 GAMING X AX/Z590 GAMING X Motherboard Layout	4
Chapter 1 Hardware Installation	5
1-1 Installation Precautions.....	5
1-2 Product Specifications.....	6
1-3 Installing the CPU	10
1-4 Installing the Memory	10
1-5 Installing an Expansion Card	11
1-6 Back Panel Connectors.....	11
1-7 Internal Connectors.....	13
Chapter 2 BIOS Setup	24
2-1 Startup Screen.....	24
2-2 The Main Menu	25
2-3 Smart Fan 6	26
2-4 Favorites (F11).....	27
2-5 Tweaker.....	28
2-6 Settings	34
2-7 System Info.....	39
2-8 Boot.....	40
2-9 Save & Exit.....	43
Chapter 3 Appendix	44
3-1 Configuring a RAID Set.....	44
3-2 Installing Intel® Optane™ Memory and Storage Management	45
3-3 Drivers Installation.....	47
Regulatory Notices.....	48
Contact Us	52

Z590 GAMING X AX/Z590 GAMING X Motherboard Layout



Box Contents

- Z590 GAMING X AX or Z590 GAMING X motherboard
- Motherboard driver disc
- User's Manual
- Two SATA cables
- * The box contents above are for reference only and the actual items shall depend on the product package you obtain. The box contents are subject to change without notice.

① Only for the Z590 GAMING X AX.

1-2 Product Specifications

 CPU	<ul style="list-style-type: none">◆ LGA1200 package:<ul style="list-style-type: none">- 11th Generation Intel® Core™ i9 processors/Intel® Core™ i7 processors/Intel® Core™ i5 processors- 10th Generation Intel® Core™ i9 processors/Intel® Core™ i7 processors/Intel® Core™ i5 processors/Intel® Core™ i3 processors/Intel® Pentium® processors/Intel® Celeron® processors(Go to GIGABYTE's website for the latest CPU support list.)◆ L3 cache varies with CPU
 Chipset	<ul style="list-style-type: none">◆ Intel® Z590 Express Chipset
 Memory	<ul style="list-style-type: none">◆ 11th Generation Intel® Core™ i9/i7/i5 processors:<ul style="list-style-type: none">- Support for DDR4 3200/3000/2933/2666/2400/2133 MHz memory modules◆ 10th Generation Intel® Core™ i9/i7 processors:<ul style="list-style-type: none">- Support for DDR4 2933/2666/2400/2133 MHz memory modules◆ 10th Generation Intel® Core™ i5/i3/Pentium®/Celeron® processors:<ul style="list-style-type: none">- Support for DDR4 2666/2400/2133 MHz memory modules◆ 4 x DDR4 DIMM sockets supporting up to 128 GB (32 GB single DIMM capacity) of system memory◆ Dual channel memory architecture◆ Support for ECC Un-buffered DIMM 1Rx8/2Rx8 memory modules (operate in non-ECC mode)◆ Support for non-ECC Un-buffered DIMM 1Rx8/2Rx8/1Rx16 memory modules◆ Support for Extreme Memory Profile (XMP) memory modules(Go to GIGABYTE's website for the latest supported memory speeds and memory modules.)
 Onboard Graphics	<ul style="list-style-type: none">◆ Integrated Graphics Processor-Intel® HD Graphics support:<ul style="list-style-type: none">- 1 x DisplayPort, supporting a maximum resolution of 4096x2304@60 Hz<ul style="list-style-type: none">* Support for DisplayPort 1.2 version and HDCP 2.3(Graphics specifications may vary depending on CPU support.)
 Audio	<ul style="list-style-type: none">◆ Realtek® audio codec◆ High Definition Audio◆ 2/4/5.1/7.1-channel◆ Support for S/PDIF Out
 LAN	<ul style="list-style-type: none">◆ Realtek® 2.5GbE LAN chip (2.5 Gbit/1 Gbit/100 Mbit)
 Wireless Communication Module①	<ul style="list-style-type: none">◆ Intel® Wi-Fi 6 AX201<ul style="list-style-type: none">- WIFI a, b, g, n, ac with wave 2 features, ax, supporting 2.4/5 GHz Dual-Band- BLUETOOTH 5- Support for 11ax 160MHz wireless standard and up to 2.4 Gbps data rate<ul style="list-style-type: none">* Actual data rate may vary depending on environment and equipment.

① Only for the Z590 GAMING X AX.

	Expansion Slots	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 1 x PCI Express x16 slot, running at x16 (PCIEX16) <ul style="list-style-type: none"> * For optimum performance, if only one PCI Express graphics card is to be installed, be sure to install it in the PCIEX16 slot. (The PCIEX16 slot conforms to PCI Express 4.0 standard.) ^(Note) ◆ 1 x PCI Express x16 slot, running at x4 (PCIEX4) ◆ 2 x PCI Express x1 slots <p>(The PCIEX4 and PCI Express x1 slots conform to PCI Express 3.0 standard.)</p>
	Multi-Graphics Technology	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Support for AMD Quad-GPU CrossFire™ and 2-Way AMD CrossFire™ technologies
	Storage Interface	<ul style="list-style-type: none"> ◆ CPU: <ul style="list-style-type: none"> - 1 x M.2 connector (Socket 3, M key, type 2260/2280/22110 PCIe 4.0 x4/x2 SSD support) (M2P_CPU) ^(Note) ◆ Chipset: <ul style="list-style-type: none"> - 2 x M.2 connectors (Socket 3, M key, type 2260/2280/22110 SATA and PCIe 3.0 x4/x2 SSD support) (M2A_SB) (M2M_SB) - 6 x SATA 6Gb/s connectors ◆ Support for RAID 0, RAID 1, RAID 5, and RAID 10 <ul style="list-style-type: none"> * Refer to "1-7 Internal Connectors," for the installation notices for the M.2 and SATA connectors. ◆ Intel® Optane™ Memory Ready
	USB	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Chipset: <ul style="list-style-type: none"> - 1 x USB Type-C® port on the back panel, with USB 3.2 Gen 2 support - 1 x USB Type-C® port with USB 3.2 Gen 1 support, available through the internal USB header - 1 x USB 3.2 Gen 2 Type-A port (red) on the back panel - 7 x USB 3.2 Gen 1 ports (5 ports on the back panel, 2 ports available through the internal USB header) ◆ Chipset+2 USB 2.0 Hubs: <ul style="list-style-type: none"> - 6 x USB 2.0/1.1 ports (2 ports on the back panel, 4 ports available through the internal USB headers)
	Internal Connectors	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 1 x 24-pin ATX main power connector ◆ 1 x 8-pin ATX 12V power connector ◆ 1 x 4-pin ATX 12V power connector ◆ 1 x CPU fan header ◆ 4 x system fan headers ◆ 2 x addressable LED strip headers ◆ 2 x RGB LED strip headers ◆ 6 x SATA 6Gb/s connectors ◆ 3 x M.2 Socket 3 connectors ◆ 1 x front panel header ◆ 1 x front panel audio header ◆ 1 x S/PDIF Out header ◆ 1 x USB Type-C® header, with USB 3.2 Gen 1 support ◆ 1 x USB 3.2 Gen 1 header ◆ 2 x USB 2.0/1.1 headers

(Note) Supported by 11th Generation processors only.

 Internal Connectors	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 1 x Trusted Platform Module header (For the GC-TPM2.0 SPI/GC-TPM2.0 SPI 2.0 module only) ◆ 2 x Thunderbolt™ add-in card connectors ◆ 1 x serial port header ◆ 1 x Clear CMOS jumper ◆ 1 x Q-Flash Plus button
 Back Panel Connectors	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 1 x PS/2 keyboard/mouse port ◆ 2 x SMA antenna connectors (2T2R)① ◆ 1 x USB Type-C® port, with USB 3.2 Gen 2 support ◆ 1 x DisplayPort ◆ 1 x USB 3.2 Gen 2 Type-A port (red) ◆ 5 x USB 3.2 Gen 1 ports ◆ 2 x USB 2.0/1.1 ports ◆ 1 x RJ-45 port ◆ 6 x audio jacks
 I/O Controller	<ul style="list-style-type: none"> ◆ iTE® I/O Controller Chip
 Hardware Monitor	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Voltage detection ◆ Temperature detection ◆ Fan speed detection ◆ Fan fail warning ◆ Fan speed control <ul style="list-style-type: none"> * Whether the fan speed control function is supported will depend on the cooler you install.
 BIOS	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 1 x 256 Mbit flash ◆ Use of licensed AMI UEFI BIOS ◆ PnP 1.0a, DMI 2.7, WfM 2.0, SM BIOS 2.7, ACPI 5.0
 Unique Features	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Support for APP Center <ul style="list-style-type: none"> * Available applications in APP Center may vary by motherboard model. Supported functions of each application may also vary depending on motherboard specifications. - @BIOS - EasyTune - Fast Boot - Game Boost - ON/OFF Charge - RGB Fusion - Smart Backup - System Information Viewer ◆ Support for Q-Flash Plus ◆ Support for Q-Flash ◆ Support for Xpress Install

① Only for the Z590 GAMING X AX.

 Bundled Software	<ul style="list-style-type: none">◆ Norton® Internet Security (OEM version)◆ Realtek® 8125 Gaming LAN Bandwidth Control Utility
 Operating System	<ul style="list-style-type: none">◆ Support for Windows 10 64-bit
 Form Factor	<ul style="list-style-type: none">◆ ATX Form Factor; 30.5cm x 24.4cm

* GIGABYTE reserves the right to make any changes to the product specifications and product-related information without prior notice.

Z590 GAMING X AX



Z590 GAMING X



Please visit GIGABYTE's website for support lists of CPU, memory modules, SSDs, and M.2 devices.



Please visit the **Support\Utility List** page on GIGABYTE's website to download the latest version of apps.

1-3 Installing the CPU

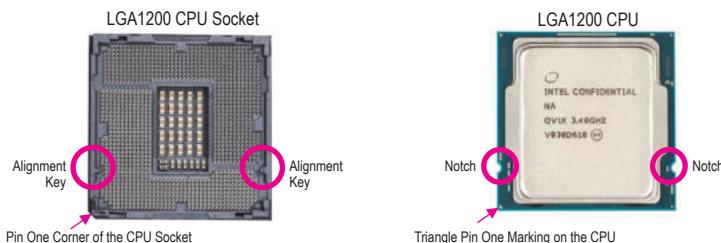


Read the following guidelines before you begin to install the CPU:

- Make sure that the motherboard supports the CPU.
(Go to GIGABYTE's website for the latest CPU support list.)
- Always turn off the computer and unplug the power cord from the power outlet before installing the CPU to prevent hardware damage.
- Locate the pin one of the CPU. The CPU cannot be inserted if oriented incorrectly. (Or you may locate the notches on both sides of the CPU and alignment keys on the CPU socket.)
- Apply an even and thin layer of thermal grease on the surface of the CPU.
- Do not turn on the computer if the CPU cooler is not installed, otherwise overheating and damage of the CPU may occur.
- Set the CPU host frequency in accordance with the CPU specifications. It is not recommended that the system bus frequency be set beyond hardware specifications since it does not meet the standard requirements for the peripherals. If you wish to set the frequency beyond the standard specifications, please do so according to your hardware specifications including the CPU, graphics card, memory, hard drive, etc.

Installing the CPU

Locate the alignment keys on the motherboard CPU socket and the notches on the CPU.



Do not remove the CPU socket cover before inserting the CPU. It may pop off from the load plate automatically during the process of re-engaging the lever after you insert the CPU.

1-4 Installing the Memory



Read the following guidelines before you begin to install the memory:

- Make sure that the motherboard supports the memory. It is recommended that memory of the same capacity, brand, speed, and chips be used.
(Go to GIGABYTE's website for the latest supported memory speeds and memory modules.)
- Always turn off the computer and unplug the power cord from the power outlet before installing the memory to prevent hardware damage.
- Memory modules have a foolproof design. A memory module can be installed in only one direction. If you are unable to insert the memory, switch the direction.

Dual Channel Memory Configuration

This motherboard provides four memory sockets and supports Dual Channel Technology. After the memory is installed, the BIOS will automatically detect the specifications and capacity of the memory. Enabling Dual Channel memory mode will double the original memory bandwidth.

The four memory sockets are divided into two channels and each channel has two memory sockets as following:

- Channel A: DDR4_A1, DDR4_A2
- Channel B: DDR4_B1, DDR4_B2



Please visit GIGABYTE's website for details on hardware installation.

►Recommended Dual Channel Memory Configuration:

	DDR4_A1	DDR4_A2	DDR4_B1	DDR4_B2
2 Modules	--	DS/SS	--	DS/SS
4 Modules	DS/SS	DS/SS	DS/SS	DS/SS

(SS=Single-Sided, DS=Double-Sided, "--"=No Memory)

Due to CPU limitations, read the following guidelines before installing the memory in Dual Channel mode.

1. Dual Channel mode cannot be enabled if only one memory module is installed.
2. When enabling Dual Channel mode with two or four memory modules, it is recommended that memory of the same capacity, brand, speed, and chips be used.

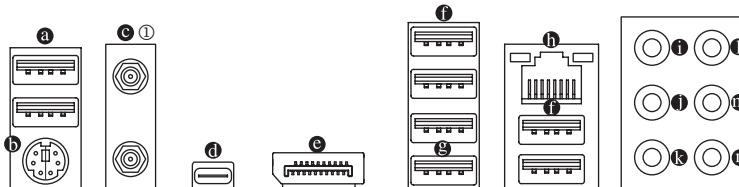
1-5 Installing an Expansion Card



Read the following guidelines before you begin to install an expansion card:

- Make sure the motherboard supports the expansion card. Carefully read the manual that came with your expansion card.
- Always turn off the computer and unplug the power cord from the power outlet before installing an expansion card to prevent hardware damage.

1-6 Back Panel Connectors



a USB 2.0/1.1 Port

The USB port supports the USB 2.0/1.1 specification. Use this port for USB devices.

b PS/2 Keyboard/Mouse Port

Use this port to connect a PS/2 mouse or keyboard.

c SMA Antenna Connectors (2T2R)①

Use this connector to connect an antenna.

Tighten the antennas to the antenna connectors and then aim the antennas correctly for better signal reception.

d USB Type-C® Port

The reversible USB port supports the USB 3.2 Gen 2 specification and is compatible to the USB 3.2 Gen 1 and USB 2.0 specification. Use this port for USB devices.

e DisplayPort

DisplayPort delivers high quality digital imaging and audio, supporting bi-directional audio transmission. DisplayPort can support the HDCP 2.3 content protection mechanism. You can use this port to connect your DisplayPort-supported monitor. Note: The DisplayPort Technology can support a maximum resolution of 4096x2304@60 Hz but the actual resolutions supported depend on the monitor being used.

After installing the DisplayPort device, make sure to set the default sound playback device to DisplayPort. (The item name may differ depending on your operating system.)

-
- When removing the cable connected to a back panel connector, first remove the cable from your device and then remove it from the motherboard.
 - When removing the cable, pull it straight out from the connector. Do not rock it side to side to prevent an electrical short inside the cable connector.

① Only for the Z590 GAMING X AX.

i USB 3.2 Gen 1 Port

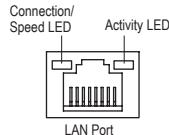
The USB 3.2 Gen 1 port supports the USB 3.2 Gen 1 specification and is compatible to the USB 2.0 specification. Use this port for USB devices.

g USB 3.2 Gen 2 Type-A Port (Red) (Q-Flash Plus Port)

The USB 3.2 Gen 2 port supports the USB 3.2 Gen 2 specification and is compatible to the USB 3.2 Gen 1 and USB 2.0 specification. Use this port for USB devices. Before using Q-Flash Plus ^(Note), make sure to insert the USB flash drive into this port first.

h RJ-45 LAN Port

The Gigabit Ethernet LAN port provides Internet connection at up to 2.5 Gbps data rate. The following describes the states of the LAN port LEDs.



Connection/Speed LED:	
State	Description
Orange	2.5 Gbps data rate
Green	1 Gbps data rate
Off	100 Mbps data rate

Activity LED:	
State	Description
Blinking	Data transmission or receiving is occurring
Off	No data transmission or receiving is occurring

i Center/Subwoofer Speaker Out (Orange)

Use this audio jack to connect center/subwoofer speakers.

l Rear Speaker Out (Black)

Use this audio jack to connect rear speakers.

k Side Speaker Out (Gray)

Use this audio jack to connect side speakers.

l Line In (Blue)

The line in jack. Use this audio jack for line in devices such as an optical drive, walkman, etc.

m Line Out/Front Speaker Out (Green)

The line out jack.

n Mic In (Pink)

The Mic in jack.

Audio Jack Configurations:

Jack	Headphone/ 2-channel	4-channel	5.1-channel	7.1-channel
i Center/Subwoofer Speaker Out			✓	✓
l Rear Speaker Out		✓	✓	✓
k Side Speaker Out				✓
l Line In				
m Line Out/Front Speaker Out	✓	✓	✓	✓
n Mic In				



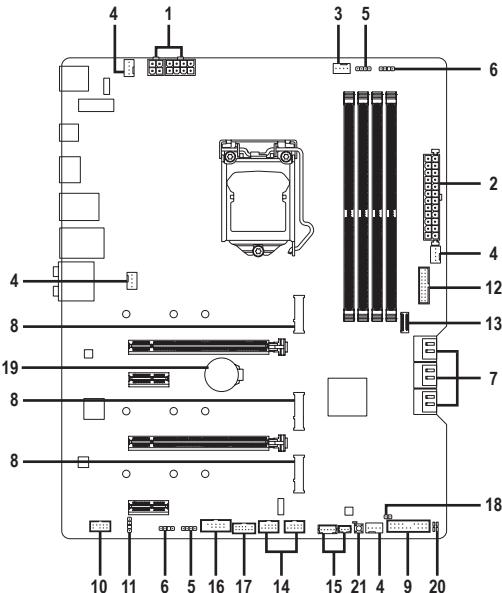
You can change the functionality of an audio jack using the audio software.

(Note) To enable the Q-Flash Plus function please visit the "Unique Features" webpage of GIGABYTE's website.



Please visit GIGABYTE's website for details on configuring the audio software.

1-7 Internal Connectors



1)	ATX_12V_2X2/ATX_12V_2X4	12)	F_U32
2)	ATX	13)	F_U32C
3)	CPU_FAN	14)	F_USB1/F_USB2
4)	SYS_FAN1/2/3/4	15)	THB_C1/THB_C2
5)	LED_C1/LED_C2	16)	COM
6)	D_LED1/D_LED2	17)	SPI TPM
7)	SATA3 0/1/2/3/4/5	18)	CLR_CMOS
8)	M2P_CPU/M2A_SB/M2M_SB	19)	BAT
9)	F_PANEL	20)	CPU/DRAM/VGA/BOOT
10)	F_AUDIO	21)	QFLASH_PLUS
11)	SPDIF_O		



Read the following guidelines before connecting external devices:

- First make sure your devices are compliant with the connectors you wish to connect.
- Before installing the devices, be sure to turn off the devices and your computer. Unplug the power cord from the power outlet to prevent damage to the devices.
- After installing the device and before turning on the computer, make sure the device cable has been securely attached to the connector on the motherboard.

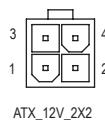
1/2) ATX_12V_2X2/ATX_12V_2X4/ATX (2x2, 2x4, 12V Power Connectors and 2x12 Main Power Connector)

With the use of the power connector, the power supply can supply enough stable power to all the components on the motherboard. Before connecting the power connector, first make sure the power supply is turned off and all devices are properly installed. The power connector possesses a foolproof design. Connect the power supply cable to the power connector in the correct orientation.

The 12V power connector mainly supplies power to the CPU. If the 12V power connector is not connected, the computer will not start.

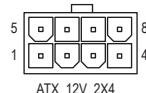


To meet expansion requirements, it is recommended that a power supply that can withstand high power consumption be used (500W or greater). If a power supply is used that does not provide the required power, the result can lead to an unstable or unbootable system.



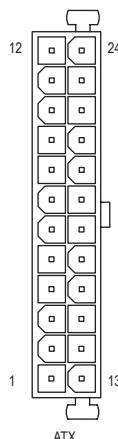
ATX_12V_2X2:

Pin No.	Definition
1	GND
2	GND
3	+12V
4	+12V



ATX_12V_2X4:

Pin No.	Definition	Pin No.	Definition
1	GND (Only for 2x4-pin 12V)	5	+12V (Only for 2x4-pin 12V)
2	GND (Only for 2x4-pin 12V)	6	+12V (Only for 2x4-pin 12V)
3	GND	7	+12V
4	GND	8	+12V



ATX:

Pin No.	Definition	Pin No.	Definition
1	3.3V	13	3.3V
2	3.3V	14	-12V
3	GND	15	GND
4	+5V	16	PS_ON (soft On/Off)
5	GND	17	GND
6	+5V	18	GND
7	GND	19	GND
8	Power Good	20	NC
9	5VSB (stand by +5V)	21	+5V
10	+12V	22	+5V
11	+12V (Only for 2x12-pin ATX)	23	+5V (Only for 2x12-pin ATX)
12	3.3V (Only for 2x12-pin ATX)	24	GND (Only for 2x12-pin ATX)

8) M2P_CPU^(Note)/M2A_SB/M2M_SB (M.2 Socket 3 Connectors)

The M.2 connectors support M.2 SATA SSDs or M.2 PCIe SSDs and support RAID configuration. Please note that an M.2 PCIe SSD cannot be used to create a RAID set either with an M.2 SATA SSD or a SATA hard drive. Refer to Chapter 3, "Configuring a RAID Set," for instructions on configuring a RAID array.



Follow the steps below to correctly install an M.2 SSD in the M.2 connector.

Step 1:

Locate the M.2 connector where you will install the M.2 SSD, use a screwdriver to unfasten the screw on the heatsink and then remove the heatsink. (Only the M2P_CPU and M2A_SB connectors has the heatsink)

Step 2:

Locate the proper mounting hole based on the length of your M.2 SSD drive. If needed, move the standoff to the desired mounting hole. Insert the M.2 SSD into the M.2 connector at an angle.

Step 3:

Press the M.2 SSD down and then use the included screw to secure it in the connector. Replace the heatsink and secure it to the original hole. Remove the protective film from the bottom of the heatsink before replacing the heatsink.

(Note) Supported by 11th Generation processors only. Be sure to use Intel® SSDs if you want to set up a RAID configuration on the M2A_CPU connector.