

Hardware-Komponenten

Bussysteme

Einführung in das Konzept von Bussystemen

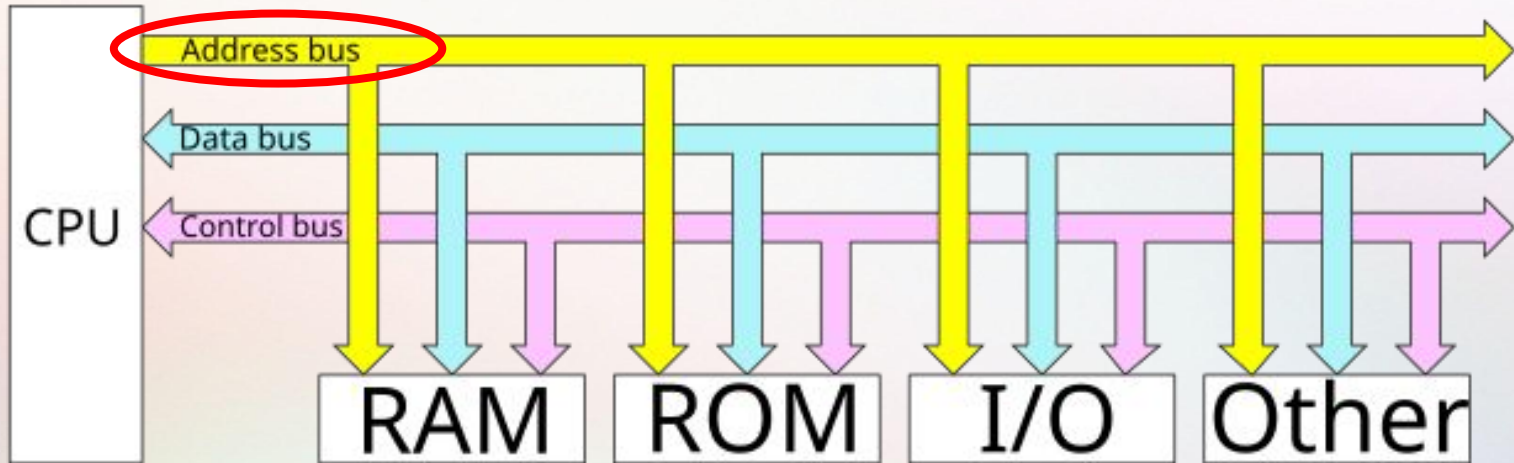
- In einem Computersystem verbinden Busse die verschiedenen Hardwarekomponenten miteinander und ermöglichen den Austausch von Daten, Adressen und Steuerinformationen.
- Sie bilden das Rückgrat der Kommunikation zwischen Prozessor, Speicher, Ein- und Ausgabegeräten sowie anderen Peripheriegeräten.



Historischer Hintergrund der Bussysteme

- In frühen Computersystemen wurden wenige, einfache Bussen verwendet, um grundlegende Signale zu transportieren.
- Mit wachsender Komplexität moderner Systeme entstand eine Vielzahl spezialisierter Bussen für unterschiedliche Aufgaben, wodurch die Effizienz und Leistung stark gesteigert werden konnte.

Der Adressbus als Wegweiser im System

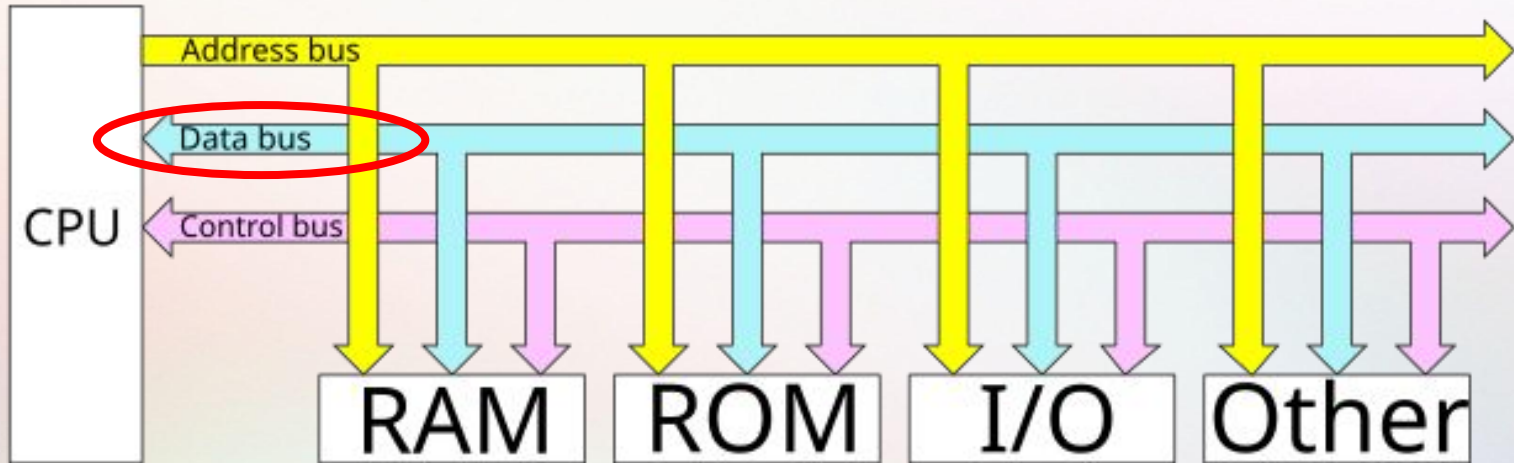


Quelle: Wikimedia Commons

Der Adressbus als Wegweiser im System

- Der Adressbus bestimmt, wohin gesendete Daten gelangen sollen.
- Er überträgt die Speicheradressen oder die Adressen von Ein- und Ausgabegeräten, an/von denen Daten gesendet oder abgerufen werden.
- Anders als beim Datenbus ist der Adressbus meist unidirektional, da die Adresse in der Regel nur vom Prozessor ausgegeben wird.

Grundlagen des Datenbusses

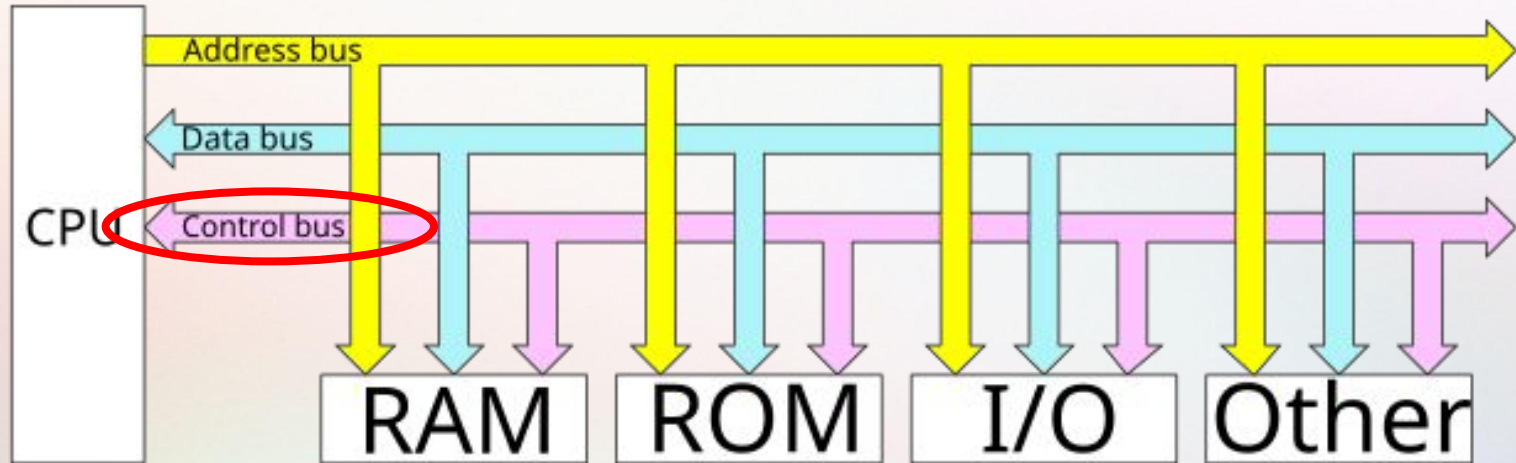


Quelle: Wikimedia Commons

Grundlagen des Datenbusses

- Der Datenbus dient dem Transport der eigentlichen Nutzdaten zwischen Komponenten. Er ist in der Regel bidirektional ausgelegt, sodass Prozessor und Speicher beispielsweise abwechselnd Daten senden und empfangen können.
- Die Breite des Datenbusses, also die Anzahl der parallelen Leitungen, beeinflusst direkt die Übertragungsgeschwindigkeit.

Funktion des Steuerbusses



Quelle: Wikimedia Commons



CloudCommand

Funktion des Steuerbusses

- Der Steuerbus übermittelt Kontrollsignale, die den Ablauf von Lese- und Schreiboperationen, Interrupt-Anforderungen oder Speicherzugriffen regeln.
- Er stellt sicher, dass die Komponenten zur richtigen Zeit wissen, ob sie Daten senden, empfangen, halten oder verwerfen sollen.

Der Systembus als Vereinigung von Daten-, Adress- und Steuerbus

- In traditionellen Architekturen spricht man häufig von einem „Systembus“, in dem alle drei Busarten, Daten-, Adress- und Steuerbus, zusammengefasst sind.
- Dieser Ansatz ist einfach, aber weniger flexibel, sodass moderne Systeme oft aufgeteilte oder spezialisierte Bussysteme nutzen.

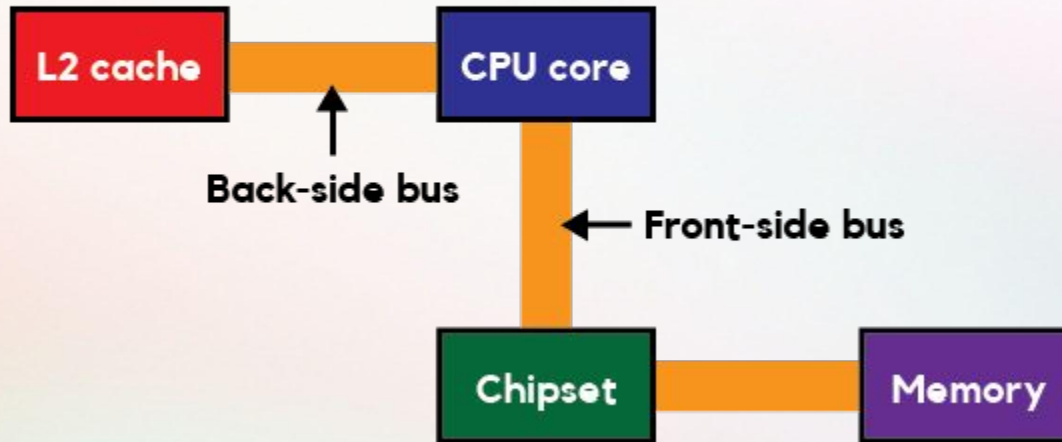
Front-Side-Bus und seine Bedeutung

- In älteren PC-Architekturen war der sogenannte Front-Side-Bus der zentrale Kommunikationskanal zwischen Prozessor, Hauptspeicher und Chipsatz.
- Seine Geschwindigkeit bestimmte maßgeblich die Gesamtleistung des Systems.
- Mit fortschreitender Entwicklung von CPU-Architekturen wurden neue Konzepte eingeführt, um diesen Flaschenhals zu umgehen.

Back-Side-Bus für Cache-Kommunikation

- Einige Systeme nutzten einen separaten Back-Side-Bus, um den Prozessor mit seinem Level-2-Cache zu verbinden.
- Diese Maßnahme entlastete den Front-Side-Bus und beschleunigte den Datenzugriff auf häufig benötigte Informationen, was die Gesamtleistung steigerte.

Back-Side-Bus für Cache-Kommunikation

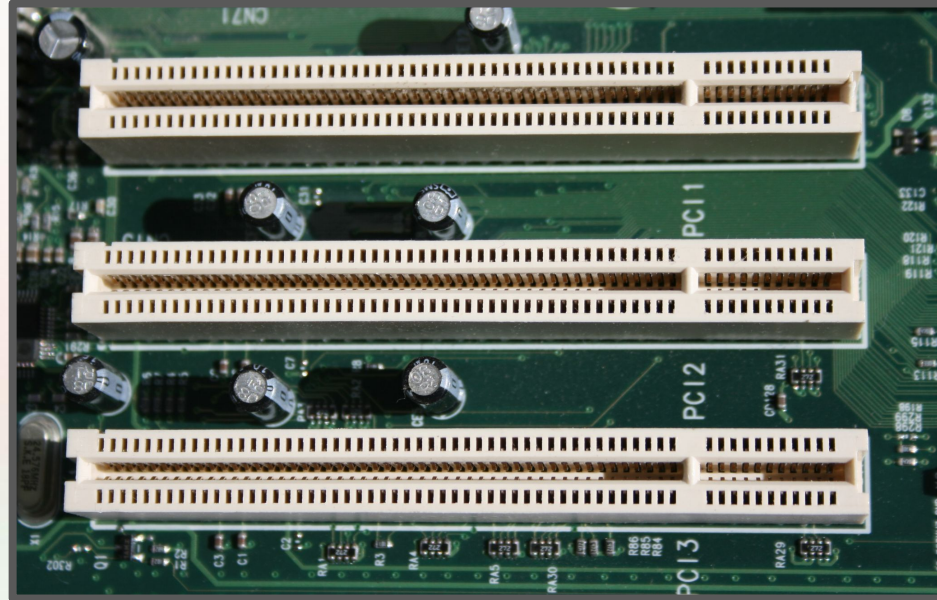


Quelle: techslang.com

Der Peripheral Component Interconnect (PCI)-Bus

- Der Peripheral Component Interconnect (PCI)-Bus. PCI ist ein Standard, um Erweiterungskarten wie Netzwerk- oder Soundkarten anzuschließen.
- Dieser Bus ermöglicht es Peripheriegeräten, Daten mit dem Prozessor und dem Arbeitsspeicher auszutauschen.
- PCI wurde im Laufe der Zeit weiterentwickelt, um höhere Bandbreiten und schnellere Datenraten zu bieten.

Der Peripheral Component Interconnect (PCI)-Bus



Quelle: Wikimedia Commons

PCI Express als moderner Nachfolger des PCI-Bus

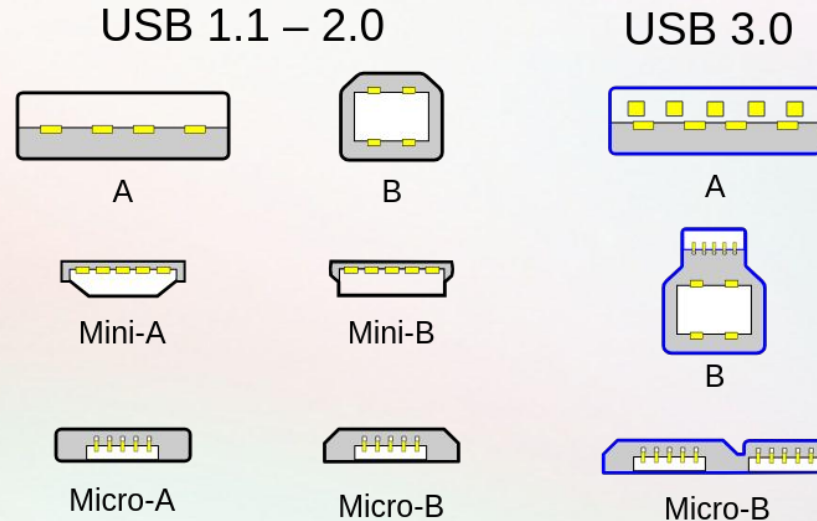
- PCIe nutzt serielle Punkt-zu-Punkt-Verbindungen statt des parallelen Bustyps und bietet dadurch deutlich höhere Datenübertragungsraten, Skalierbarkeit sowie Flexibilität.
- Jede angeschlossene Komponente erhält ihren eigenen Datenpfad, was Engpässe reduziert.

[illegible]

Der Universal Serial Bus (USB) als Beispiel für externe Bussysteme

- USB dient als allgegenwärtige Schnittstelle, um externe Geräte wie Tastaturen, Mäuse, Drucker oder Massenspeicher unkompliziert und hot-plug-fähig an einen Rechner anzuschließen.
- Trotz seines Namens ist USB eher ein serieller Punkt-zu-Punkt-Standard als ein klassischer Bus.

Der Universal Serial Bus (USB) als Beispiel für externe Bussysteme

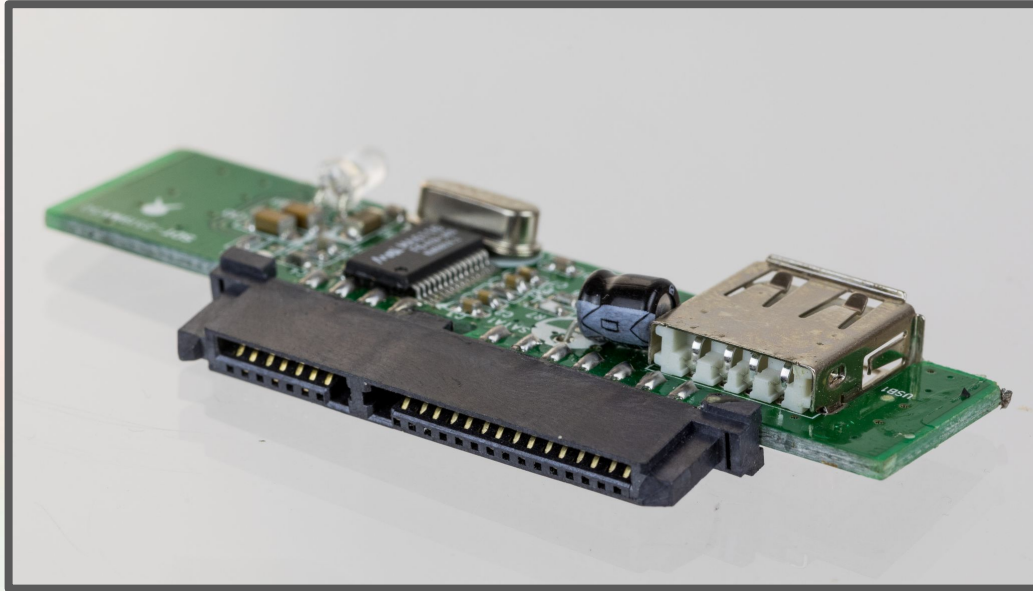


Quelle: Wikimedia Commons

Serial ATA (SATA) als Bussystem für Massenspeicher

- SATA verbindet Festplatten und SSDs mit dem Mainboard, um Daten im Gigabit-Bereich zu übertragen.
- Durch die serielle Übertragung ersetzte SATA das ältere Parallel ATA (PATA), welches langsamer und weniger flexibel war.

Serial ATA (SATA) als Bussystem für Massenspeicher



Quelle: Wikimedia Commons

Interne Bussysteme für Speichermodule, etwa DDR-Speicherbusse

- Diese sind auf den schnellen Austausch von Daten zwischen RAM und Prozessor spezialisiert.
- Ihre Taktfrequenz, Busbreite und Latenzzeiten beeinflussen maßgeblich die Gesamtleistung des Arbeitsspeichers und damit des gesamten Systems.



Interne Bussysteme für Speichermodule, etwa DDR-Speicherbusse



Quelle: Wikimedia Commons

Moderne SoC-Architekturen (System-on-a-Chip) und ihre internen Busstrukturen

- Bei Smartphones, Tablets oder spezialisierten Embedded-Systemen sind Prozessor, Speicher und verschiedene Funktionsblöcke auf einem einzigen Chip vereint.
- Interne Bussysteme müssen hier besonders effizient und energiesparend sein.

Fehlerkontrolle und Busarbitrierung

- Im Zusammenspiel zahlreicher Komponenten ist es wichtig, dass der Zugriff auf den Bus geordnet und störungsfrei verläuft.
- Busarbitrierung regelt, welche Komponente wann senden darf, während Fehlersignale oder Paritätsbits zur Sicherung der Datenintegrität beitragen.

Skalierbarkeit und Zukunftsperspektiven von Bussystemen

- Mit wachsender Anzahl von Kernen, steigenden Datenmengen und immer höherer Bandbreitenanforderung werden Bussysteme weiterentwickelt.
- Neue Standards, verbesserte Signalverarbeitung und optische Übertragungstechniken versprechen weitere Leistungssprünge.

Zusammenspiel verschiedener Bussysteme in einem modernen PC

- Ein typischer Rechner nutzt heute viele verschiedene Busse parallel:
 - schnelle interne Verbindungen für Speicher und Prozessor,
 - spezielle Leitungen für Grafikkarten und M.2-SSDs
 - sowie externe Anschlüsse für Peripheriegeräte.
- Dies führt zu hochgradig vernetzten Systemarchitekturen.