

Wie schnell ist was?

Was nutzt ein Internetzugang mit 50 MBit/s, wenn nur wenige Server im Internet die Daten so schnell liefern können? Wie schnell ist eigentlich eine USB-Festplatte? Lesen Sie, was Ihren PC wirklich bremst.

Der DSL-Zugang ist 16 MBit/s schnell und die Festplatte ist 100 MByte/s flott. com! erklärt, wie schnell die Komponenten eines PCs wirklich arbeiten und wo die Flaschenhalse zu finden sind.

Der folgende Artikel begleitet ein Bit vom Internetzugang über das lokale Netzwerk bis zum Speichern auf einer externen Festplatte oder Drucken.

Sie erfahren zum Beispiel, wie schnell die verschiedenen Techniken für den Internetzugang wirklich sind, und welche Techniken Ihre Daten am schnellsten auf einer externen Festplatte ablegen (Bild A). Zudem zeigen wir, was MBit von MByte unterscheidet und wie sich die einzelnen Geschwindigkeitsangaben vergleichen lassen.

Internet

Die Zugänge ins Internet werden immer schneller: ADSL-Verbindungen erreichen Geschwindigkeiten bis zu 16 MBit/s. Internet über das TV-Kabel ist bis zu 30 MBit/s schnell (Bild B).

Diese Maximalwerte erzielt in der Praxis jedoch kaum ein Anwender.

ISDN

ISDN steht für Integrated Services Digital Network. Bei ISDN lassen sich Daten in Sende- und in Empfangsrichtung mit Datenraten von 64.000 Bit/s be-

Kompakt

- *Jede Komponente im PC hat eine andere Geschwindigkeit.*
- *Der Artikel stellt diese Geschwindigkeiten in Relation zueinander. Das zeigt, wo die jeweiligen PC-Bremsen wirklich stecken.*

ziehungsweise 8000 Byte/s übertragen. Wenn man die beiden verfügbaren Telefonkanäle bündelt, lässt sich eine Datenrate von 128.000 Bit/s beziehungsweise 16.000 Byte/s erreichen.

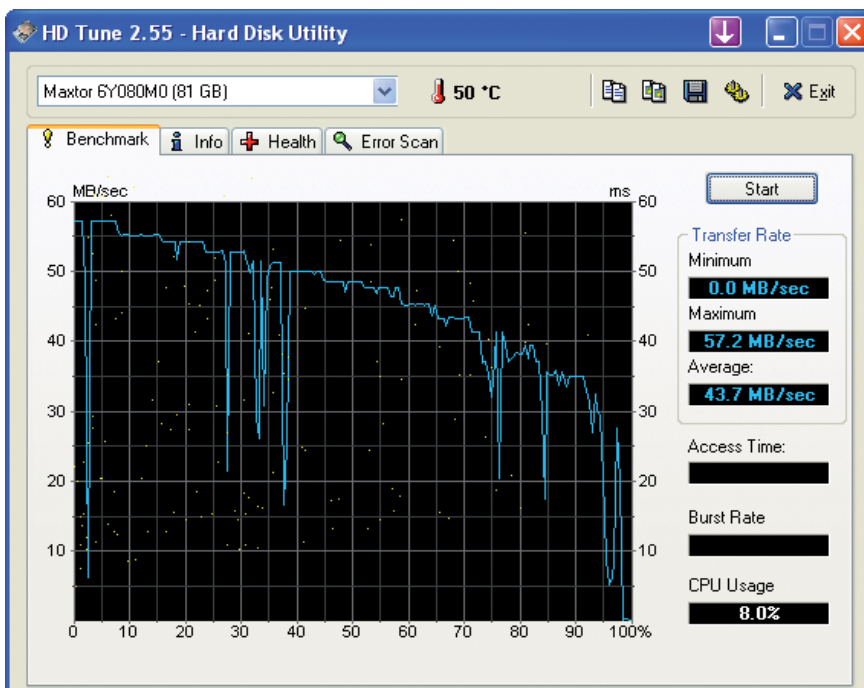
Gegenüber neueren und schnelleren

Zugangstechniken wie DSL hat ISDN einen Vorteil: ISDN steht nahezu flächendeckend zur Verfügung. Da fast alle Server im Internet die Daten so schnell liefern können und der ISDN-Anschluss relativ unempfindlich gegenüber äußeren Störeinflüssen ist, lassen sich die maximalen Datenraten von ISDN meist problemlos erreichen.

ADSL

ADSL steht für Asymmetric Digital Subscriber Line und ist die derzeit häufigste Anschlussart bei schnellen Internetzugängen. Der zunehmend eingesetzte Standard ADSL2+ ermöglicht Datenraten von bis zu 25 MBit/s beim Download, also dem Laden von Daten aus dem Internet, und 3,5 MBit/s beim Upload, dem Laden von Daten ins Internet. In Deutschland werden Anschlüsse aus technischen Gründen mit bis zu 16 MBit/s und 1 MBit/s angeboten, was 2 MByte/s und 128 KByte/s entspricht. Einzelne Anbieter ermöglichen eine Download-Geschwindigkeit von bis zu 18 MBit/s.

Welche Geschwindigkeit jedoch tatsächlich zur Verfügung steht, ist von mehreren Faktoren abhängig: So sind vor allem die Leitungslänge und der Durchmesser des Kupferkabels zur Ver-



HD Tune 2.55: Mit Tools wie HD Tune (kostenlos, www.hdtune.com) messen Sie, wie schnell die Laufwerke in Ihrem Rechner arbeiten. So ermitteln Sie Flaschenhalse auf Ihrem PC (Bild A)

mittlungsstelle entscheidend, woraus sich die Leitungsdämpfung errechnet. Grundsätzlich gilt: Je weiter ein Telefonanschluss von der Vermittlungsstelle entfernt ist, desto niedriger ist die verfügbare Datenrate.

Ein Beispiel: Die Deutsche Telekom geht bei einem Leitungsquerschnitt von 0,5 mm von einer Dämpfung von 8,3 db pro Kilometer Leitungslänge aus. Da der Anbieter DSL-Anschlüsse mit 16 MBit/s nur bis zu einer Leitungsdämpfung von 18 db schaltet, darf der Telefonanschluss nur gut 2 km von der Vermittlungsstelle entfernt sein.

Doch auch wenn Ihnen der DSL-Anbieter einen schnellen Anschluss mit 16 MBit/s anbietet, lässt sich die Geschwindigkeit nicht immer ausnutzen: So können viele Server im Internet die Daten nicht schnell genug liefern.

Wenn Sie die tatsächliche Geschwindigkeit Ihres ADSL-Anschlusses ermitteln möchten, nutzen Sie einen Internetdienst zur Geschwindigkeitsmessung, etwa www.speedmeter.de (Bild C).



Online-Geschwindigkeitstest: Dienste wie www.speedmeter.de messen das DSL-Tempo (Bild C)

Beachten Sie jedoch, dass das Ergebnis eines solchen Tests von vielen Faktoren abhängig ist, wie Betriebssystemeinstellungen und WLAN-Verbindung. Daher bieten solche Tests nur einen groben Näherungswert.

VDSL

VDSL steht für Very High Speed Digital Subscriber Line und ermöglicht wesentlich höhere Datenübertragungsraten als ADSL. Das derzeit in Deutschland angebotene VDSL ermöglicht Geschwindigkeiten von bis zu 50 MBit/s beim Download und 10 MBit/s beim Upload. Dies entspricht 6,25 MByte/s und 1,25 MByte/s.

Für VDSL gilt ebenso wie für ADSL: Je weiter der Kunde von der Vermittlungsstelle entfernt wohnt, desto langsamer ist die Datenübertragungsraten. Da VDSL zudem nur eine deutlich geringere Leitungslänge unterstützt, steht diese Technik nur zur Verfügung, wenn der Telefonanschluss innerhalb von rund 1 km um den Hauptverteiler liegt.

Kabelinternet

Als Kabelinternet bezeichnet man einen Internetanschluss über den Kabelanschluss für das Fernsehsignal. Für die Datenübertragung werden einige Fre-

quenzbereiche der Fernsehkanäle verwendet. Je nach Technik stehen Datenraten von bis zu 100 MBit/s zur Verfügung. In Deutschland werden derzeit Anschlüsse mit bis zu 32 MBit/s in Empfangs- und 2 MBit/s in Senderichtung angeboten. Das entspricht 4 MByte/s und 256 KByte/s.

Das Kabelnetz ist wie eine Baumstruktur aufgebaut. Ein Kabel von der Kopfstelle verzweigt sich mehrfach und bedient bis zu mehrere Hundert Haushalte. So stehen die Internetdaten aller angeschlossenen Kabelinternet-Nutzer an allen Anschlüssen zur Verfügung. Eine Verschlüsselung gewährleistet, dass die Daten von fremden Nutzern nicht eingesehen werden können.

Alle an einem Baum angeschlossenen Nutzer müssen sich die maximal verfügbare Datenrate teilen. Falls also viele Nachbarn ebenfalls Kabelinternet nutzen, kann es passieren, dass die Datenrate sinkt. Zudem können viele Internet-Server die hohen Datenraten oftmals nicht bedienen.

LAN

Viele Anwender besitzen einen DSL-Router mit Unterstützung für schnurlose Netzwerke. Damit sind Daten- ▶

Inhalt	
Wie schnell ist was?	
Internet	
ISDN	S. 94
ADSL	S. 94
VDSL	S. 95
Kabelinternet	S. 95
LAN	
Ethernet	S. 96
WLAN	S. 96
Interne Laufwerke	
IDE	S. 97
SATA	S. 97
Externe Anschlüsse	
eSATA	S. 98
Firewire	S. 98
USB	S. 99
Parallele Schnittstelle	S. 99
Wireless USB	S. 99
Steckplätze	
AGP	S. 100
PCI	S. 100
PCI Express	S. 100
Mainboard	
Chipsatz	S. 100
Front Side Bus und Arbeitsspeicher	S. 100
Geschwindigkeiten von PC-Komponenten:	
Maßeinheiten	S. 98
Wichtige Begriffe: Geschwindigkeiten	S. 99

raten von mehreren Hundert MBit pro Sekunde möglich. Aber nur theoretisch: In der Praxis funken WLANs deutlich langsamer (Bild D).

Ethernet

Ethernet ist ein Standard zur kabelgebundenen Vernetzung von PCs. Die derzeit gebräuchlichsten Techniken sind Fast Ethernet mit bis zu 100 MBit/s und Gigabit-Ethernet mit 1000 MBit/s. In der Praxis liegen die Datenraten aufgrund des nötigen Overheads rund 20 bis 30 Prozent unter diesen Werten. Die effektiven Bandbreiten erreichen bei Fast Ethernet rund 70 MBit/s oder 9 MByte/s und rund 700 MBit/s oder 88 MByte/s bei Gigabit-Ethernet.

WLAN

Fast jeder DSL-Router unterstützt mittlerweile die drahtlose Anbindung von PCs über ein Funknetz, Wireless LAN oder WLAN genannt. Der derzeit am häufigsten verwendete Standard ist 802.11g mit theoretisch bis zu 54 MBit/s oder 6,75 MByte/s Datenübertragungsrate. Dieser Standard ist kompatibel zum älteren Standard 802.11b mit bis zu 11 MBit/s. Der noch nicht offiziell verabschiedete, aber bereits von vielen Geräten unterstützte Standard 802.11n ermöglicht theoretisch Datenraten von bis zu 248 MBit/s oder 31 MByte/s.

Diese Datenraten lassen sich jedoch nur unter Laborbedingungen erreichen. Sie liegen in der Praxis bei 802.11g bei rund 20 MBit/s und bei 802.11n bei rund 75 MBit/s.

Funknetze sind sehr störepfindlich. WLANs nach 802.11b, g und n senden mit einer Frequenz von 2,4 GHz. Auf dieser Frequenz arbeiten auch viele andere Geräte wie DECT-Telefone und Mikrowellengeräte. Zudem schwächen Wände das Funksignal und Glasflächen reflektieren es. Vor allem Gipswände haben ihre Tücken: Das darin verbaute Drahtgitter wirkt wie ein Käfig und blockiert die Funksignale. Gipswände speichern außerdem die Feuchtigkeit des Raumes und schwächen damit die Signale zusätzlich.

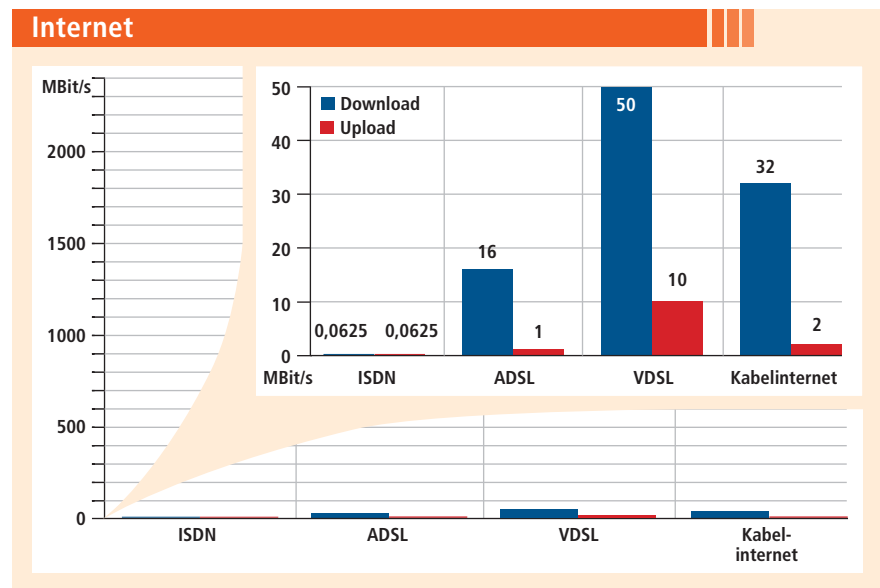
Bei Funknetzen gilt darüber hinaus wie bei DSL-Verbindungen: Je größer die Strecke, die die Verbindung überbrückt, desto geringer ist die erreichbare Datenrate. Die von den WLAN-Herstellern angegebenen Reichweiten von meist 300 Metern im Freien und 70 Metern in geschlossenen Räumen lassen sich in der Praxis kaum erreichen.

Zudem verringern auch bei Funknetzen ein Overhead und die unbedingt notwendige Verschlüsselung die verfügbare Bandbreite.

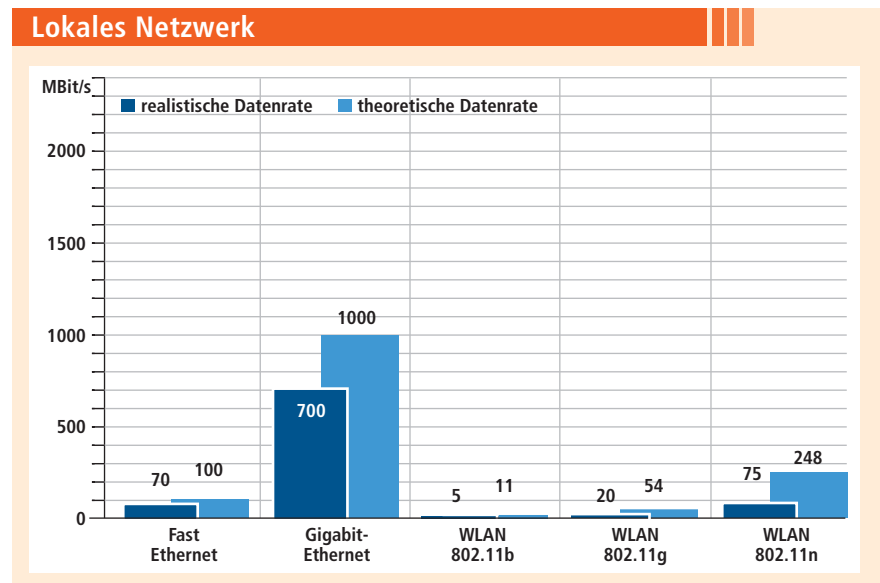
Interne Laufwerke

Für den Datenaustausch zwischen den Komponenten innerhalb des Computers, zum Beispiel dem Chipsatz und den Laufwerken wie Festplatten, kommen derzeit hauptsächlich die beiden Datenbusse IDE sowie das schnellere SATA zum Einsatz (Bild E).

Ein Datenbus kann – anders als ein Anschluss, bei dem ein Gerät mit einem anderen verbunden ist – über ein Kabel mehrere Geräte ansprechen.



Internet: Derzeit erreichen Internetzugänge theoretisch Geschwindigkeiten von bis zu 50 MBit/s (Bild B)



Lokales Netzwerk: In der Praxis lassen sich die theoretischen Datenraten nicht erreichen (Bild D)

IDE

IDE steht für Integrated Device Electronics und bezeichnet eine Schnittstelle zwischen dem Mainboard und internen Laufwerken wie Festplatten und optischen Laufwerken. Das dabei verwendete Softwareprotokoll heißt ATAPI. Daher spricht man oft auch von ATA-Anschlüssen. Viele ältere und noch im Betrieb befindliche Computer nutzen diesen Datenbus. Dabei kommt fast ausnahmslos Enhanced IDE (EIDE) zum Einsatz. Die häufig verwendete

Bezeichnung PATA steht für Parallel ATA, da dabei die Daten parallel übertragen werden.

Der aktuelle PATA-Standard Ultra-DMA-133, auch als ATA/133 bezeichnet, überträgt Daten über ein 80-adriges Kabel zwischen den Komponenten mit bis zu 133 MByte/s. In der Praxis sind die Datenraten niedriger: Moderne IDE-Festplatten unterstützen Datenraten von rund 80 MByte/s. Zu Engpässen kann es kommen, wenn zwei schnelle Festplatten am selben Kabel hängen.

Auf aktuellen PCs hat der serielle Datenbus SATA den Standard IDE abgelöst (Bild F).

SATA

SATA steht für Serial Advanced Technology Attachment und bezeichnet einen Datenbus für den Austausch von Daten zwischen Mainboard-Komponenten und angeschlossenen internen Laufwerken wie Festplatten. Anders als beim früheren PATA-Standard werden bei SATA die Daten nicht mehr parallel über mehrere Datenleitungen übertragen, sondern Bit für Bit über jeweils eine Datenleitung pro Richtung. So gehen durch kurzzeitige Störungen weniger Daten verloren, was höhere Datenraten ermöglicht. Der erste SATA-Standard 1.5 überträgt Daten mit bis zu 150 MByte/s. SATA 2 überträgt Daten mit bis zu 300 MByte/s.

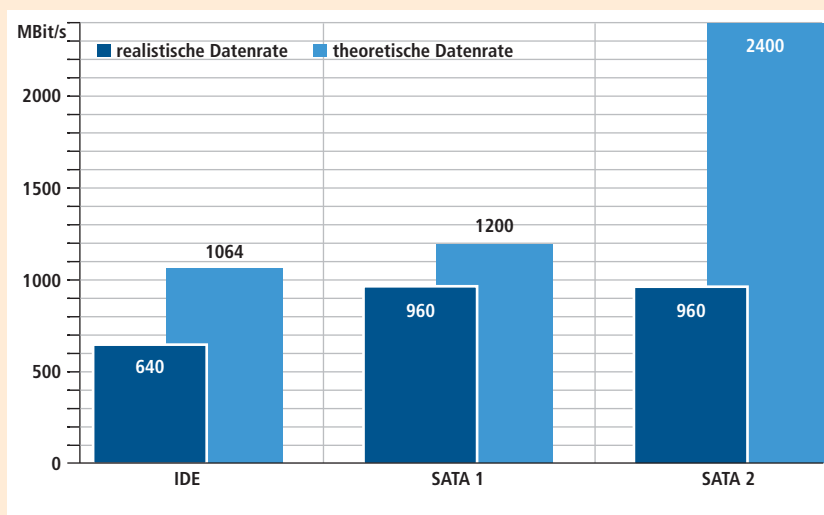
In der Praxis nutzen jedoch selbst aktuelle Festplatten diese Datenraten nicht aus. So liegen die Transferraten beim Lesen bei knapp 130 MByte/s. Beim Schreiben liegen die Datenraten bei rund 120 MByte/s. Auch aktuelle Solid State Disks (SSD) arbeiten nicht schneller. Optische Laufwerke wie DVD-Brenner sind derzeit ohnehin noch so gut wie nicht mit SATA-2-Anschlüssen erhältlich.

Die SATA-Standards sind abwärtskompatibel, so dass sich ein Laufwerk mit einem SATA-1-Anschluss an einem SATA-2-Mainboard betreiben lässt. Der im Sommer 2008 eingeführte und bereits verfügbare Standard SATA 3 ermöglicht theoretisch eine Datenrate von bis zu 600 MByte/s. In der Praxis spielt dieser Standard noch keine Rolle.

Externe Anschlüsse

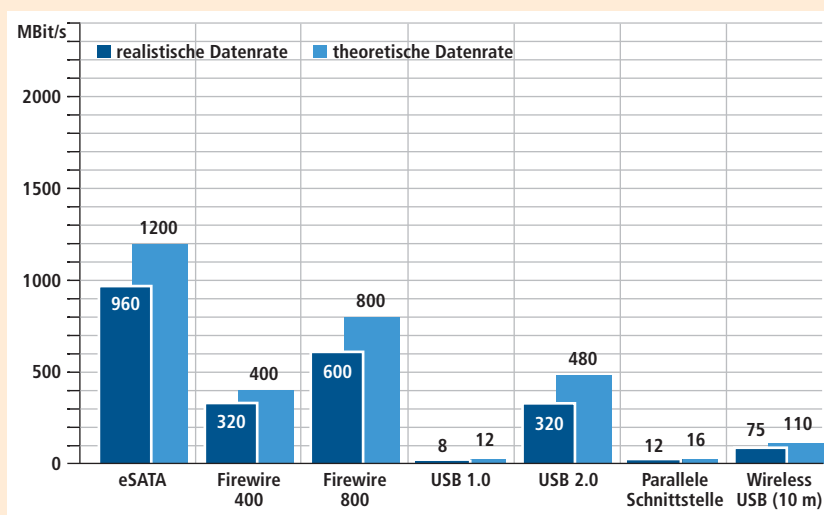
Externe Geräte wie Festplatten lassen sich über eine ganze Reihe von Anschlüssen mit dem Rechner verbinden. Neben kabelgebundenen Anschlüssen wie USB, Firewire und eSATA steht auch die Funktechnik Wireless USB zur Verfügung (Bild G). Die Geschwindigkeiten sind dabei sehr unterschiedlich. ▶

Interne Laufwerke



Interne Laufwerke: Aktuelle Festplatten können die Geschwindigkeiten von SATA nicht ausnutzen (Bild E)

Externe Anschlüsse



Externe Anschlüsse: eSATA und Firewire 800 ermöglichen recht hohe Datenübertragungsraten (Bild G)

Geschwindigkeiten von PC-Komponenten: Maßeinheiten

MBit/s, MByte/s oder MHz: Das sind die Maßeinheiten für Geschwindigkeiten von PC-Komponenten.

Ein Bit ist die kleinste Dateneinheit. Die nächstgrößere Einheit ist ein Byte, das aus 8 Bit besteht. Zur Schreibung größerer Geschwindigkeiten und Speichergößen verwendet man der besseren Übersicht halber die bekannten Vorsilben für Maßeinheiten, also Kilo, Mega und Giga: 1024 Byte entsprechen 1 KByte, 1024 KByte sind 1 MByte, und 1024 MByte sind 1 GByte.

Üblicherweise steht jedoch die Vorsilbe Kilo für exakt 1000, während 1 KByte im Binärsystem 2^{10} Byte entspricht, also 1024 Byte. Um den Unterschied zu kennzeichnen, wurden die Vorsilbenbezeichnungen um die Buchstaben „bi“ für binär ergänzt. So lauten die offiziellen Bezeichnungen Kibibyte statt KByte, Mebibyte statt MByte und Gibibyte statt GByte. In der Praxis haben sich diese Schreibweisen jedoch nicht durchgesetzt.

Bit und Byte: Ein Byte besteht aus 8 Bit. Um zum Beispiel MByte in MBit umzurechnen, multipliziert man den Wert mit 8. Umgekehrt teilt man MBit durch 8 und erhält den Wert in MByte. Ein Beispiel: 54 MBit entsprechen durch 8 geteilt 6,75 MByte. Entsprechend erfolgt die Umrechnung etwa zwischen GBit und GByte.

MByte, MBit und x-fach: Nahezu jede PC-Komponente verwendet für die Geschwindigkeit und Kapazität eigene Einheiten. Kapazitäten

von Speichern wie Festplatten oder Arbeitsspeicher gibt man in Byte an. Für Geschwindigkeiten von Netzwerkverbindungen und DSL-Anschlüssen benutzt man die Einheit Bit pro Sekunde (Bit/s). Geschwindigkeiten von Laufwerken werden in Byte pro Sekunde angegeben. Bei optischen Laufwerken wie DVD-Brennern gibt man das Tempo als Vielfaches von 150 KByte/s an.

Die folgende Tabelle zeigt, für welche Komponenten im PC welche Maßeinheiten verwendet werden.

Gerät	Maßeinheit	Aktuelle Höchstgeschwindigkeit
Prozessoren	Taktrate in MHz	4 x 3200 MHz (Quad-Core)
Arbeitsspeicher	Taktrate in MHz	2000 MHz
Festplatten	Datenrate in MByte/s	bis zu 130 MByte/s
DVD-Brenner	x-Faches von 150 KByte/s	22-fach, also 3,2 MByte/s
Netzwerk	Bit/s	Gigabit-Ethernet mit 1024 MBit/s
WLAN	MBit/s	802.11n mit 248 MBit/s
Internetzugänge	MBit/s	ADSL mit 16 MBit/s, VDSL mit 50 MBit/s

eSATA

External Serial ATA, kurz eSATA, ist ein externer Anschluss für SATA-Festplatten an den Computer. SATA wurde ursprünglich nur für den internen Anschluss von Geräten entwickelt. Bei eSATA sind Kabel und Stecker zusätzlich gegen elektromagnetische Störeinflüsse abgeschirmt.

Da eSATA gleichzeitig mit SATA 2 standardisiert wurde, gilt auch dafür die maximale Datenübertragungsrate von bis zu 300 MByte/s. In der Praxis lassen sich zwar auch bei eSATA wie bei der internen Variante nur rund 80 Prozent der theoretischen Datenrate nutzen, der eigentliche Flaschenhals liegt jedoch bei den Festplatten selbst: Deren Mechanik lässt derzeit nur Datenraten von bis zu 120 MByte/s zu.

Firewire

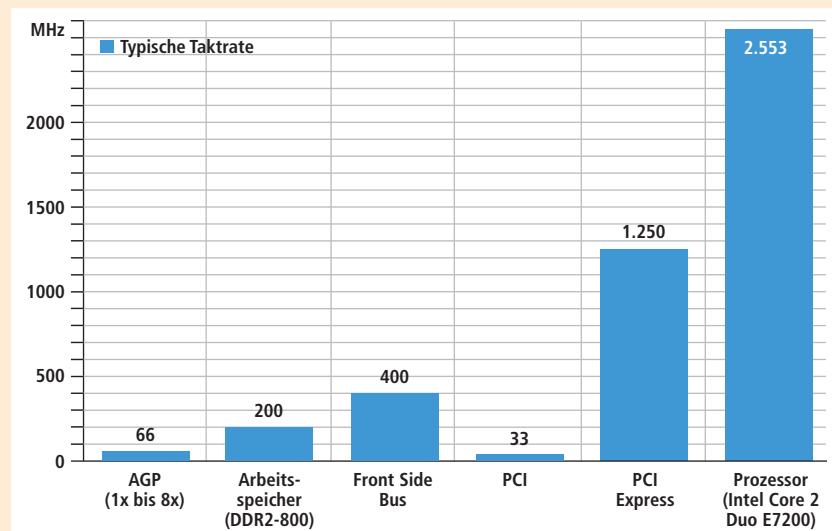
Firewire, auch IEEE 1394 genannt, ist eine Schnittstelle für den Anschluss von externen Geräten an den PC. Es existieren mehrere Standards. Die Zahl gibt die jeweilige theoretische Höchstgeschwindigkeit in MBit/s an. So unter-

stützt Firewire 400 (IEEE 1394a) eine Übertragungsrate von bis zu 400 MBit/s. Firewire 800 (IEEE 1394b) ermöglicht bis zu 800 MBit/s.

In der Praxis liegen auch bei Firewire aufgrund von Protokoll-Overhead die tatsächlichen Datenraten darunter. So

erreicht ein Firewire-400-Anschluss anstatt der maximalen 50 MByte/s in der Praxis nur knapp 40 MByte/s. Daher eignet sich Firewire 400 nicht für den Anschluss schneller externer Festplatten, die derzeit mehr als die doppelte Geschwindigkeit erreichen.

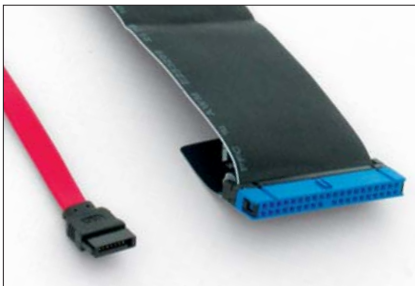
Mainboard



Mainboard: Die einzelnen Komponenten arbeiten mit sehr unterschiedlichen Taktraten (Bild J)

Ähnlich sieht es bei Firewire 800 aus: Von den theoretisch möglichen 100 MByte/s stehen in der Praxis nur rund 75 MByte/s zur Verfügung.

Im Oktober 2008 wurde der erweiterte Standard Firewire S3200 beziehungsweise IEEE 1394-2008 verabschiedet. Dieser Standard soll theoretisch Übertragungsraten von bis zu 3,2 GBit/s ermöglichen. Bislang unterstützen jedoch weder Anschlüsse noch externe Geräte diesen Standard.



IDE und SATA: IDE nutzt ein 40- oder 80-poliges Flachkabel, SATA nutzt ein 8-poliges Kabel (Bild F)

USB

USB steht für Universal Serial Bus und bezeichnet ein Bussystem für den Anschluss externer Geräte an den PC. An die Schnittstelle lassen sich zum Beispiel USB-Sticks oder Drucker anschließen. Aber auch Tastaturen und Mäuse werden mittlerweile hauptsächlich über USB angeschlossen.

USB 1.1 überträgt Daten theoretisch mit bis zu 12 MBit/s oder 1,5 MByte/s. Der aktuelle Standard USB 2.0 überträgt Daten mit bis zu 480 MBit/s oder 60 MByte/s. Beide Standards unterstützen zudem einen so genannten Low-Speed-Modus mit 1,5 MBit/s. Dieser kommt bei Geräten zum Einsatz, die nur wenige Daten übertragen, zum Beispiel Tastaturen.

Der tatsächliche Datendurchsatz liegt auch bei USB durch ein Protokoll-Overhead darunter: Bei aktuellen PCs lassen sich in der Praxis mit USB 2.0 Datenraten von rund 320 MBit/s beziehungsweise 40 MByte/s erreichen. Der kommende Standard USB 3.0 soll Geschwindigkeiten von bis zu 5 GBit/s unterstützen.

Wenn in den technischen Daten eines Geräts, etwa eines USB-Sticks, „USB 2.0“ steht, bedeutet das nicht automatisch, dass der Stick mit hohen Geschwindigkeiten von bis zu 480 MBit/s arbeitet. Es sagt lediglich aus, dass das Gerät den USB-2.0-Standard unterstützt. Die volle Geschwindigkeit liefern nur Geräte, die das Logo „Certified USB Hi-Speed“ besitzen (Bild H).

Parallele Schnittstelle

Viele ältere Computer besitzen noch eine parallele Schnittstelle, auch Centronics-Anschluss genannt. Die Schnittstelle wird hauptsächlich für den Anschluss von Druckern und Scannern eingesetzt. Die maximale Übertragungsgeschwindigkeit liegt bei 2 MByte/s. Diese Geschwindigkeit lässt sich in der Praxis, wie bei nahezu allen Standards, nicht erreichen und liegt bei rund 1,5 MByte/s.

Mittlerweile ist jeder Drucker und Scanner deutlich schneller als diese Schnittstelle, so dass sie unnötig ausgebremst werden. Aus diesem Grund hat sich der Anschluss dieser Geräte über USB durchgesetzt.



Certified USB Hi-Speed: Geräte mit diesem Logo nutzen das volle Tempo von USB 2.0 (Bild H)

Wireless USB

Wireless USB ist eine drahtlose Erweiterung für den USB-Bus. Die offizielle Bezeichnung dieses Standards lautet Certified Wireless USB, kurz CWUSB.

Der Standard unterstützt bis zu einer Entfernung von 3 Metern theoretische Datenraten von bis zu 480 MBit/s, was der maximalen Geschwindigkeit von USB 2.0 entspricht. Bei bis zu 10 Meter Entfernung beträgt die Datenrate laut Spezifikation bis zu 110 MBit/s.

Diese Werte sind jedoch in der Praxis unrealistisch: So liegen die tatsächlichen Datenraten bei 10 Meter Entfernung bei rund 70 MBit/s. Wie bei Funknetzen sinken dabei die Datenraten, je länger die Verbindungsstrecke ist. ▶

Wichtige Begriffe: Geschwindigkeiten

ATAPI: Advanced Technology Attachment with Packet Interface. Softwareprotokoll zur Datenübertragung über den IDE-Datenbus.

Chipsatz: Chips, die den Datentransfer zwischen den einzelnen Komponenten auf dem Mainboard und zu den extern angeschlossenen Geräten steuern.

Bus: Als Datenbus oder Bus bezeichnet man ein Leitungssystem sowie die zugehörigen Steuerungskomponenten für den Datenaustausch zwischen den Hardware-Komponenten.

Kopfstelle: Anlage für den Empfang von TV- und Rundfunksendern zur Weiterverbreitung an die Nutzer. Bei Kabelnetzen werden die Signale der Sender in der Kopfstelle meist per Satellit empfangen und anschließend in das Kabelnetz eingespeist.

Direct Media Interface: Verbindet auf Intel-Mainboards die North- und Southbridge des Chipsatzes. Die Schnittstelle unterstützt eine Datenrate von 1 GByte/s pro Richtung.

Leitungsdämpfung: Minderung eines elektrischen Signals im Verlauf der Übertragungsstrecke. Als Richtwert gilt bei DSL in Kupferleitungen eine Dämpfung von 10 db pro km.

Overhead: Verwaltungsdaten, die zur Übermittlung von Daten notwendig sind. Sie verringern die verfügbare effektive Datenrate.

Solid State Disk (SSD): Speicher, der Daten auf Flash-Chips ablegt statt auf rotierenden Magnetscheiben. Eine SSD wird wie eine normale Festplatte angesprochen. Vorteile: Unempfindlichkeit gegenüber äußeren Einflüssen wie Stößen und kurze Zugriffszeit.

Steckplätze

Über Steckplätze lässt sich der Computer zum Beispiel mit TV-Karten erweitern. Aktuelle PCs besitzen Steckplätze für den PCI- oder PCI-Express-Bus. Zusätzlich findet sich auf älteren PCs ein AGP-Steckplatz für die Grafikkarte.

AGP

Der Accelerated Graphics Port (AGP) ist ein Steckplatz auf dem Mainboard. Er verbindet die Grafikkarte mit dem Chipsatz. Technisch basiert der AGP-Anschluss auf dem PCI-Bus, der für schnelle Grafikkarten zu langsam ist.

Es existieren mehrere AGP-Standards, die jeweils mit 66 MHz getaktet sind: AGP 1.0 überträgt pro Takt 32 Bit Daten, woraus sich eine theoretische Übertragungsrate von 266 MByte/s ergibt. AGP 2.0 oder AGP 4x erreichen 1066 MByte/s, indem pro Takt zwei beziehungsweise vier Datenpakete übertragen werden. AGP 3.0 oder AGP 8x überträgt pro Takt acht Datenpakete und erreicht so bis zu 2133 MByte/s bei einem effektiven Takt von 533 MHz.

Da sich die Geschwindigkeit von AGP aus technischen Gründen nicht mehr steigern lässt, findet der An-



Mainboard-Chipsatz: Dieser besteht meist aus den beiden Chips North- und Southbridge (Bild K)

Die am weitesten verbreitete PCI-Version 2.0 arbeitet mit einem Takt von 33 MHz und überträgt dabei pro Takt bis zu 32 Bit oder 4 Bytes. Da ein Takt 30 ns dauert, ergibt dies eine maximale Datenrate von 133 MByte/s.

Darüber hinaus existieren weitere PCI-Varianten wie die Version 2.1, die mit einem Takt von 66 MHz arbeitet und dadurch Datenraten von bis zu 266 MByte/s ermöglicht.

Der PCI-Bus wurde größtenteils durch PCI Express ersetzt. Dennoch verfügen viele Mainboards weiterhin über PCI-Steckplätze, um ältere Erweiterungskarten verwenden zu können.

PCI Express

PCI Express ist die Abkürzung von Peripheral Component Interconnect Express, kurz PCIe. Das Bus-System ist der Nachfolger des PCI-Busses und ersetzt auch den AGP-Steckplatz.

Die Datenübertragung erfolgt bei PCIe über Punkt-zu-Punkt-Verbindungen, Lanes genannt. Verwendet man eine Lane, bezeichnet man dies als PCIe x1. Die Koppelung mehrere Lanes erhöht die maximale Datentransferrate. Vier gekoppelte Lanes bezeichnet man als PCIe x4. Aktuelle Mainboards besitzen in der Regel mehrere PCIe-x1- oder -x4-Steckplätze sowie einen PCIe-x16-Steckplatz für die Grafikkarte (Bild I).

PCIe arbeitet mit einer Taktrate von 1,25 GHz. Daraus errechnet sich eine Datenrate von 250 MByte/s pro Lane und Richtung. In der Praxis lassen sich davon bis zu 240 MByte/s erreichen.

Mainboard

Das Mainboard ist die zentrale Schnittstelle des PCs. Sie verbindet alle Komponenten und koordiniert deren Datenaustausch. Die Geschwindigkeiten der Komponenten gibt man in MHz an (Bild J).

Chipsatz

Die wichtigste Komponente auf dem Mainboard ist der Chipsatz. Er besteht aus den zwei Bausteinen Northbridge und Southbridge (Bild K). Die Bezeichnung der Chips stammt von Intel und geht auf die Anordnung der Chips auf dem Mainboard zurück. Die Northbridge steuert den Datentransfer zwischen Prozessor, Arbeitsspeicher und Grafikkarte. Die Southbridge regelt den Datentransfer zu Komponenten mit geringerem Datenaufkommen wie interne Laufwerke und externe Anschlüsse.

Auf Mainboards mit aktuellen Intel-Chipsätzen ersetzt der Memory Controller Hub (MCH) die Northbridge und der I/O Controller Hub (ICH) die Southbridge. Die beiden Chips MCH und ICH sind über das Direct Media Interface (DMI) miteinander verbunden, das eine Datenrate von 1 GByte/s pro Richtung unterstützt.

Front Side Bus und Arbeitsspeicher

Der Front Side Bus (FSB) verbindet die CPU mit der Northbridge. Bei aktuellen Systemen wie Intels Core-CPU's arbeitet der FSB im Quadruple-Data-Rate-Verfahren. Das bedeutet, dass der Bus pro Taktsignal vier Datenpakete überträgt. Dabei arbeitet der FSB etwa bei Intels Core-CPU's mit Taktraten von 100 bis 400 MHz, aufgrund der vier Pakete oft als FSB400 bis FSB1600 bezeichnet.

Der Front Side Bus gibt den Takt aller angeschlossenen Komponenten vor, der sich mit Teilern und Multiplikatoren verändern lässt. So entspricht der CPU-Takt dem Takt des FSB multipliziert mit dem CPU-Multiplikator.



Arbeitsspeicher: Schnelle Chips takten mit bis zu 2000 MHz (Bild L)

schluss auf aktuellen PCs keine Verwendung mehr. Stattdessen kommen mittlerweile Grafikkarten für den PCIe-Steckplatz zum Einsatz.

PCI

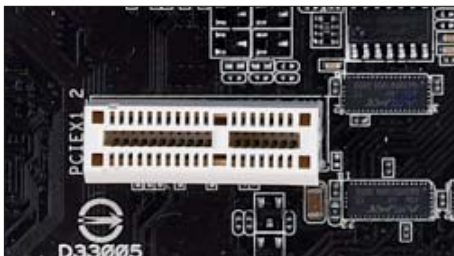
PCI steht für Peripheral Component Interconnect und ist ein Bus-Standard für die Verbindung von Erweiterungskarten mit dem Chipsatz.

Um Performanceverluste zu vermeiden, sollte der Arbeitsspeicher mit derselben Taktrate arbeiten wie der FSB. Darauf weisen Typenbezeichnungen der Speicherbausteine wie DDR2-800 hin (Bild 1).

Die theoretische Transferrate von Arbeitsspeicher berechnet man mit folgender Formel:

$$\begin{aligned} \text{Transferrate in MByte/s} = & \\ & (\text{Takt des Arbeitsspeichers in MHz} \\ & \times \text{Bit pro Übertragung} \\ & \times \text{Anzahl der Taktflanken}) \\ & : 8 \text{ Bit} \end{aligned}$$

Wenn zum Beispiel der FSB real mit 200 MHz getaktet ist (FSB800) und



PCI Express: Einen Steckplatz vom Typ PCIe-x1 erkennt man daran, dass er sehr kurz ist (Bild 1)

ein DDR2-800-Speicher zum Einsatz kommt, der jeweils 64 Bit bei vier Taktflanken überträgt, ergibt sich daraus folgende Berechnung:

$$\begin{aligned} (200 \text{ MHz} \times 64 \text{ Bit} \times 4) : 8 \text{ Bit} \\ = 6400 \text{ MByte/s} \end{aligned}$$

In neuen PC-Systemen ist es möglich, den Arbeitsspeicher mit einem anderen Takt als den FSB laufen zu lassen. Dies nennt man ein asynchrones System. ■

Konstantin Pfliegl
internet@com-magazin.de

Weitere Infos

- <http://unit-converter.org/de/datenmenge/MB.html>
Online-Tool, das Daten in verschiedene Einheiten umrechnet
- www.thomas-jahnke.de/technik/umrechnungen/RechnerBits.htm
Umfangreiche Informationen zu Bits und Bytes