

Schneller, weiter, kabelloser – Neues aus der PC-Welt

Rings um unsere Computer verändert sich derzeit wieder einmal so einiges – nicht nur die Prozessoren erreichen noch vor Jahren für unmöglich gehaltene Verarbeitungsgeschwindigkeiten, auch die Peripherie verändert sich in rasantem Tempo. Wir wollen einige bereits eingeführte und kommende Technologien vorstellen.

PCI-Express – der Erbe von AGP und PCI

Das PCI-Bussystem, wie wir es seit Beginn der 90er Jahre kennen, war damals schnell, sogar sehr schnell. Mit 33 MHz Takt und 133 MByte/s Bandbreite sowie 32 Bit Busbreite genügte es immerhin über 10 Jahre lang den Anforderungen der PC-Nutzer. Allerdings muss man bedenken, dass diese Bandbreite nur auf einem parallel arbeitenden Bus zur Verfügung steht und unter allen Peripheriebausteinen des Rechners aufgeteilt werden muss. Allein die Sound-Option „frisst“ enorm Bandbreite, dann kommen da noch Komponenten wie LAN, USB, IDE und vor allem Grafik. Besonders im Zuge der Entwicklung von Computerspielen, 3D-CAD-Programmen und der Videoverarbeitung auf dem PC tat sich bald der erste PCI-Engpass auf – der Datentransport zur Grafikkarte wurde zum

Flaschenhals. Deshalb wurde für die Grafikkarte der AGP-Standard entwickelt, ein vom PCI-Bus unabhängiger Grafik-Port, der direkt mit dem Chipsatz des Motherboards kommuniziert (Abbildung 1). Moderne AGP-8x-Karten erreichen darüber immerhin beeindruckende Bandbreiten von 2,133 GBit/s.

Doch auch mit dieser Entlastung des PCI-Busses war PCI mit schnellen Netzwerkverbindungen, Sound, Festplatten und USB bald ausgereizt. Besondere Probleme hatten hier Server-Systeme mit Raid-Festplattenspeichern, da hier sehr sehr schnell sehr hohe Datenmengen in beide Richtungen zu bewegen sind. Die hier praktizierte Taktübertragung auf einer zusätzlichen Busleitung bereitete zudem vielfältige Probleme, eines davon war immer wieder, dass sich verschiedene PCI-Karten „nicht vertragen“ und die Konfiguration manchmal sehr schwierig ist.

Dazu kam die Entwicklung der 64-Bit-

Prozessorgeneration, bereits der reine Platzbedarf für eine entsprechende 64-Bit-Busstruktur würde zu Problemen führen. Ergo musste die PCI-SIG, zu der Firmen wie Intel, AMD, Microsoft, HP und IBM gehören, eine neue Bus-Generation entwickeln, die vor allem schneller, aber auch problemloser einzusetzen war als PCI. Heraus kam „Third Generation I/O“ (3GIO), später PCI-Express genannt.

Seriell statt parallel

Gegenüber den früheren Parallel-Standards ISA und PCI ging man hier einen neuen Weg – die Daten werden nicht mehr parallel, sondern seriell über den Bus geschickt, so, wie es beispielsweise beim inzwischen etablierten SATA-Standard für den Anschluss von Festplatten geschieht. Damit muss man nicht mehr Rücksicht auf die exakte Synchronisation der Bits auf einem 32 Bit breiten Bus nehmen, sondern die Daten werden seriell mit einem Takt von

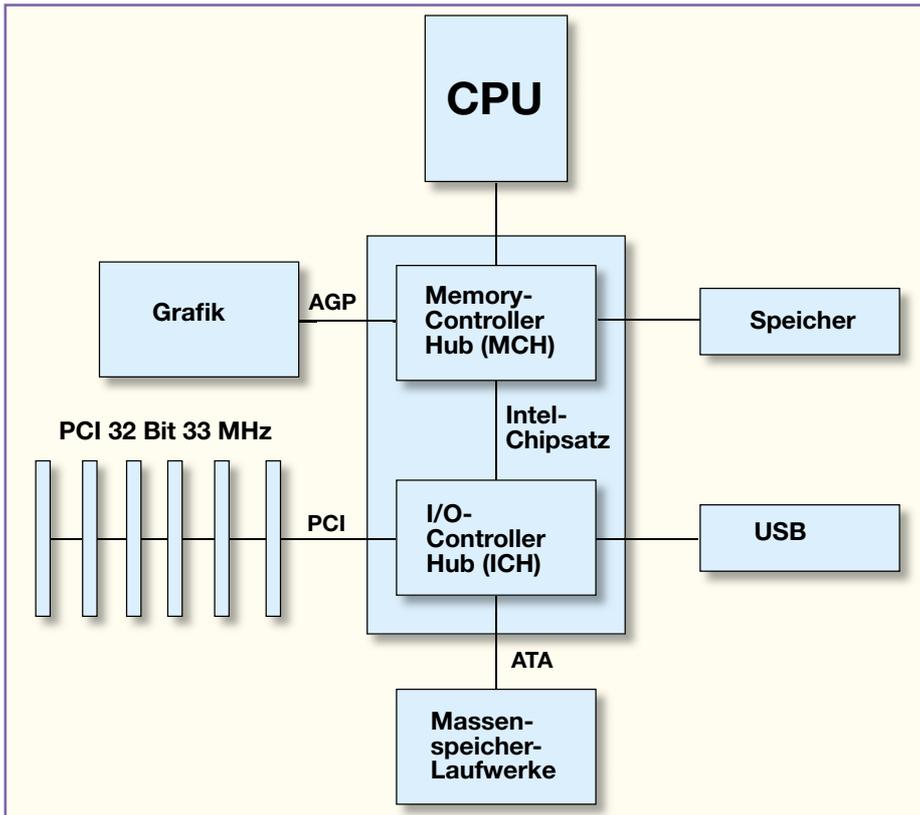
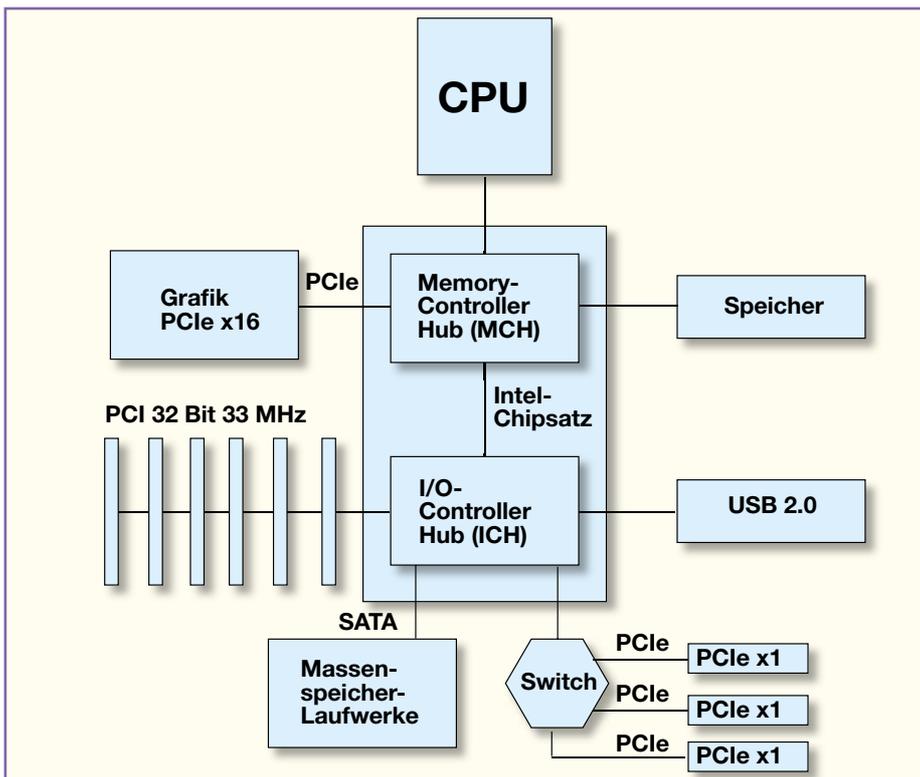
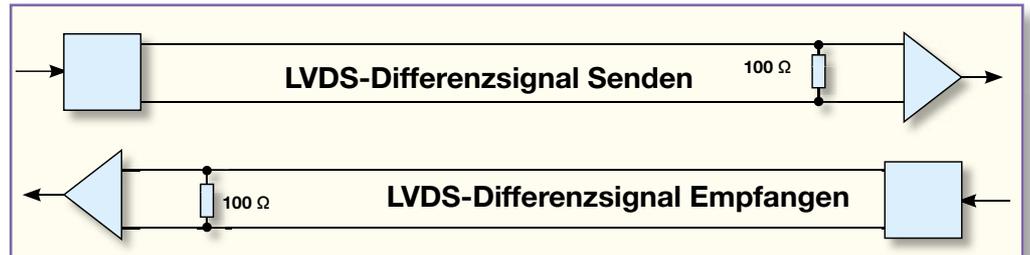


Bild 1:
Der Aufbau eines
PCI-Systems.

2,5 GHz übertragen. Heraus kommt dabei eine Datenrate von 250 MByte/s je Richtung. Der Host des PC-Chipsatzes nimmt also zu jedem per PCI-Express angeschlossenen Gerät eine direkte Punkt-zu-Punkt-Verbindung auf, schnelle Switches sorgen für die hierarchieabhängige Anbindung von Peripheriekomponenten. Die Datenübertragung erfolgt nach dem LVDS-Prinzip (störsichere Signalübertragung über

Bild 2:
Eine Lane besteht aus zwei Leitungspaaren, jeweils mit den zugehörigen Treibern für jede Richtung und einem Leitungsabschluss.



sehr geringe Differenzspannungen) über so genannte Lanes (Straßen), die jeweils aus einem Leitungspaar für Senden und Empfangen bestehen (Abbildung 2). Über dieses werden die Daten byteweise in Paketen zu je 10 Bit übertragen. Die beiden zusätzlichen Bits dienen der Synchronisierung der Datenübertragung. Resultat ist eine sehr schnelle Datenübertragung in jede Richtung. Koppelt man mehrere dieser Lanes (Skalierung), ist mit PCI-Ex-

Bild 3: Der Aufbau eines PCI-Express-Systems.

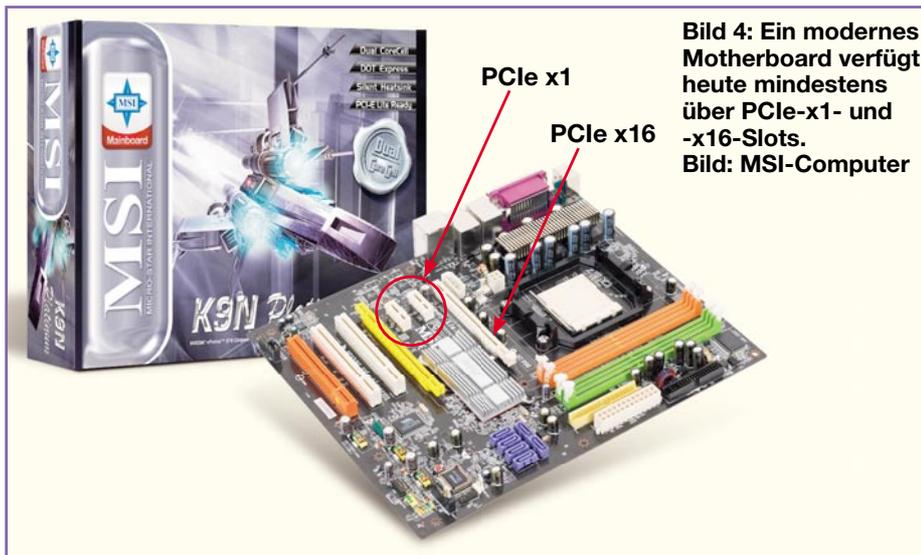


Bild 4: Ein modernes Motherboard verfügt heute mindestens über PCIe-x1- und -x16-Slots.
Bild: MSI-Computer

press eine Datenrate von 4 GByte/s (bei 16 Lanes, in jede Richtung!) erreichbar – und dies ist noch nicht das Ende der Fahnenstange! Theoretisch sind bis zu 32 Lanes von der PCI-SIG konzipiert. Abbildung 3 zeigt die Architektur der für PCI-Express (auch PCIe/PCI-E genannt) entwickelten Chip-Systeme.

Man erkennt hier auch, dass der bisherige PCI ebenfalls vorhanden ist – so gelingt der Übergang von PCI zu PCI-Express einfacher, zumal es noch nicht so viele PCI-Express-Komponenten gibt, namentlich bei den preiswerten Grafikkarten. Entsprechend trägt ein modernes Motherboard (Abbildung 4) neben den neuen PCI-Express-Slots auch noch diverse PCI-Slots.

PCI-Express für Normalverbraucher

Im Consumerbereich findet man hauptsächlich PCIe-x1- und -x16-Slots. Erstere sind für „normale“ PCI-Komponenten wie Netzwerk oder externe Geräte bestimmt, Letztere aufgrund des enormen Datendurchsatzes von 4 GByte/s für PCIe-Grafikkarten (PEG-Slot), die hier übrigens immerhin mit bis zu 75 W direkt über den Bus, also ohne direkten Netzteilanschluss der Karte, versorgt werden können. Sind entsprechende Steckplätze vorhanden, sind auch mehrere Grafikkarten auf einem Board betreibbar. Alle Slot-Typen sind abwärtskompatibel, man kann also durchaus eine x1-Karte in einen x16-Slot stecken. Und

im Gegensatz zu PCI-Karten beeinflussen sich hier langsame und schnelle PCI-Express-Komponenten nicht.

Wer übrigens seinen Computer mit einem neuen PCI-Express-Board aufrüsten möchte, aber seine teuer erworbene, schnelle AGP-Grafikkarte vorerst behalten will, für den gibt es AGP-zu-PCIe-Adapter. Neuentwicklungen leistungsfähiger Grafikkarten bauen jedoch ausschließlich auf PCIe-Chipsätzen auf. Die Marktführer ATI und Nvidia stellen hierzu eine beeindruckende Palette von hochwertigen Grafikkarten zur Verfügung.

Tabelle 1 zeigt die Pin-Belegung des x1-Slots. Hier fällt Pin 17 (B) auf – Hotplug detect. Ja, PCI-Express ist Hotplug-fähig, eine wichtige Forderung der PCI-SIG, deren Mitglieder ja alle auch stark im Serverbereich engagiert sind und hier seit langem die Forderung nach verbesserter Servicefreundlichkeit im laufenden Betrieb auf dem Tisch lag. Die Komponenten sind also wie USB auch im laufenden Betrieb abtrenn- oder ansteckbar, ohne das System zu stören.

Voll kompatibel und universell

Ein weiterer Vorteil des neuen Systems ist die Software-Kompatibilität zu PCI – auf der Softwareseite muss nichts verändert werden, die Programme nutzen PCIe genauso wie PCI.

PCI-Express ist so konzipiert, dass es auf verschiedenen Anwendungsplattformen – also Desktop-Rechnern, Notebooks und Servern, PCs oder Macs – anwendbar und so

Tabelle 1: Die Pin-Belegung des PCI-Express-x1-Slots

Pin	Seite B		Seite A	
	Name	Beschreibung	Name	Beschreibung
1	+12 V	12-V-Power	PRSENT#1	Hotplug presence detect
2	+12 V	12-V-Power	+12 V	12-V-Power
3	RSVD	Reserved	+12 V	12-V-Power
4	GND	Ground	GND	Ground
5	SMCLK	SMBus clock	JTAG2	TCK
6	SMDAT	SMBus data	JTAG3	TDI
7	GND	Ground	JTAG4	TDO
8	+3,3 V	3,3-V-Power	JTAG5	TMS
9	JTAG1	+TRST#	+3,3 V	3,3-V-Power
10	3,3 V aux	3,3-V-Power	+3,3 V	3,3-V-Power
11	WAKE#	Link Reactivation	PWRGD	Power Good
12	RSVD	Reserved	GND	Ground
13	GND	Ground	REFCLK+	Reference Clock Differential pair
14	HSOp(0)	Transmitter Lane 0, Differential pair	REFCLK-	
15	HSOn(0)		GND	Ground
16	GND	Ground	HSIp(0)	Receiver Lane 0 Differential pair
17	PRSENT#2	Hotplug detect	HSIn(0)	
18	GND	Ground		GND

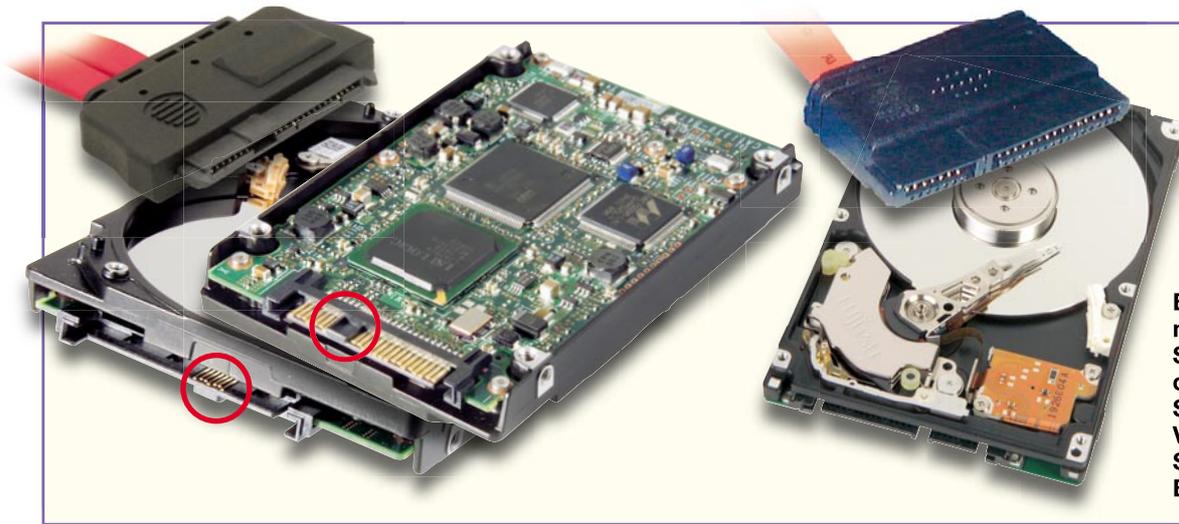


Bild 5: Hier erkennt man gut die SAS-Schnittstelle mit ihrem doppelseitig belegten Steg, rechts zum Vergleich die SATA-Schnittstelle.
Bild: Fujitsu/Seagate

sehr universell einsetzbar ist. Dazu kommt eine neue PCMCIA-Steckplatz-Architektur. Auch hier steht nun eine PCI-Express-Schnittstelle für den Anschluss mobiler Komponenten zur Verfügung.

Fazit: AGP ist tot und PCI auf dem Rückzug. Gegen den neuen PCI-Express-Standard haben beide keine echte Chance mehr, will man moderne und vor allem schnelle Hardware nach Industriestandard einsetzen.

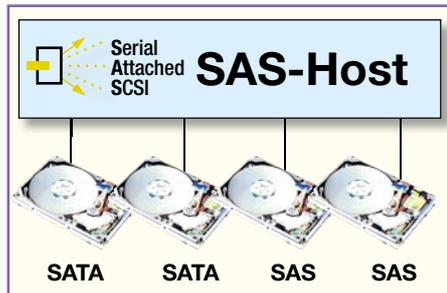


Bild 6: An einem SAS-Host kann man SATA- und SAS-Geräte gemischt betreiben.

Aus SCSI wird SAS

Auch beim Anschluss von Massenspeichern wie Festplatten kamen die Entwickler bei immer größeren Busbreiten in Not. Bei einer Datenübertragungsrate von 320 MBit/s stießen selbst die schnellsten SCSI-Systeme an physikalische Grenzen der parallelen Busarchitektur, die zudem ohnehin nur im Halb-Duplex-Betrieb arbeiten kann, also jeweils in der Richtung umgeschaltet werden muss.

Auch hier erkannte man das LVDS-Prinzip mit seinen geringen Signalpegeln und Spannungshüben als Lösungsmöglichkeit. Die Datenübertragung erfolgt wie bei PCI-Express über serielle Lane-Strukturen und geschaltete Punkt-zu-Punkt-Verbindungen. Dass dabei sehr schnelle Datenübertragungsraten zustande kommen, wissen wir ja schon. Bereits die inzwischen allgemein

genutzte Nachfolge des parallelen ATA-Bus-Systems, SATA, arbeitet mit diesem Verfahren und realisiert Übertragungsraten bis 1,5 GBit/s, allerdings immer noch im Halb-Duplex-Verfahren.

SCSI galt hingegen in der PC-Welt schon immer als elitärer Standard, der mit höchster Performance, der Erweiterung auf bis zu 16 Geräte am Bus und einem umfangreichen Befehlssatz glänzte. Sein serieller Nachfolger ist SAS. SAS baut auf der seriellen Technik von SATA auf, verwendet also die üblichen, einfach zu handhabenden und auch mechanisch einfach aufgebauten Anschlusskabel, arbeitet wie SATA als Punkt-zu-Punkt-Verbindung, umgeht aber die umständliche, SCSI-typische Handhabung wie ID-Vergabe, Terminierung usw. Und SAS beherrscht den kompletten SCSI-Kommandosatz mit 256 Kommandos, der z. B.

Festplatten veranlasst, Lese- und Schreibvorgänge intelligent zu verwalten und so das gesamte Transferverhalten schneller zu machen. Für den Anwender heißt dies auch, dass er SCSI-Systeme softwareseitig nicht umzustellen braucht – es wird lediglich die Hardware ersetzt.

Bis 12 GBit/s angepeilt

Da hierzu noch der Voll-Duplex-Betrieb des LVDS-Verfahrens kommt, erreichen SAS-Systeme derzeit Datenraten von 3 GBit/s, angepeilt sind bis zu 12 GBit/s. Da auch hier wie bei PCI-Express die einzelnen Verbindungen zwischen Host und Gerät separat arbeiten, steht kein Gerät dem anderen im Weg – ideal für Raid-Systeme mit ihren extrem hohen Transferraten.

Auch dieses System ist Hotplug-fähig. Und man muss nicht gleich komplett um-

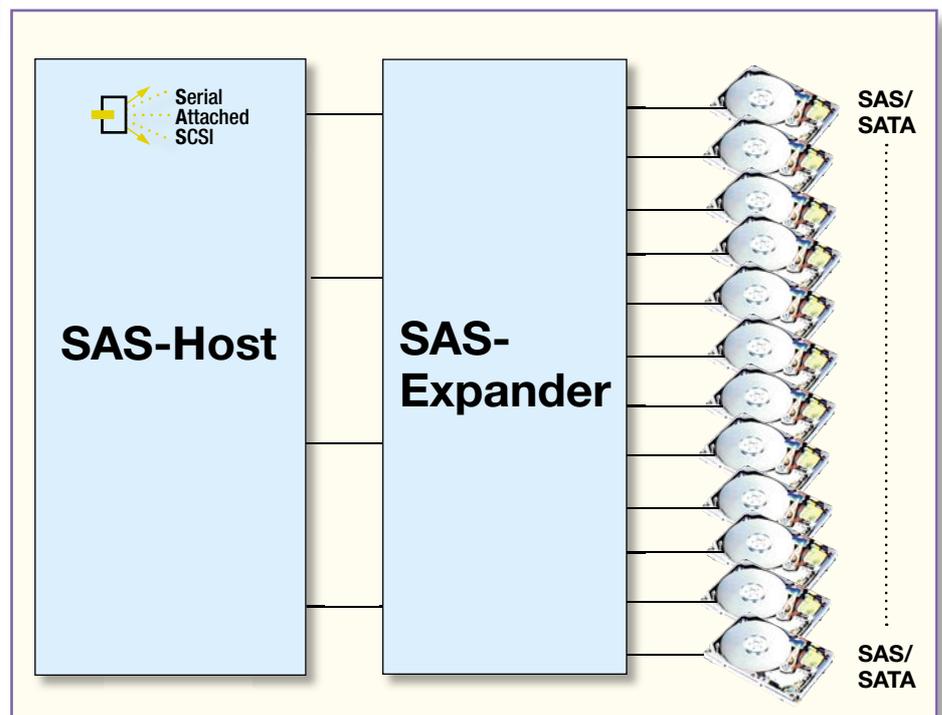


Bild 7: Ein SAS-Host-System ist mit Expandern auf bis zu 16.384 Geräte ausbaubar.

steigen – SAS-Festplatten sind durch ihre typische Doppelschnittstelle (Abbildung 5) im Mischbetrieb mit SATA-Festplatten einsetzbar, ein spezielles Tunneling-Protokoll macht dies möglich. Das heißt, sowohl SATA-Festplatten als auch SAS-Festplatten sind gemeinsam an einem SAS-Host betreibbar (Abbildung 6). Dabei werden die schnellen und teureren (SCSI war ja auch immer teurer als IDE/ATA) SAS-Festplatten für zeitkritische Prozesse mit geringstmöglichen Zugriffszeiten eingesetzt, während die preiswerten und langsameren SATA-Platten das „Tagesgeschäft“ wie z. B. Backups erledigen.

Skalierbar bis auf 16.384 Geräte

Für Server- und Raid-Systeme sind die SAS-Festplatten auch wegen der erreichbaren höheren Kabellängen (SATA: max. 1 m) von nominal 8 m und der Skalierung über Expander (ähnlich dem Switch bei PCI-Express) auf bis zu 16.384 Verbindungen (128 Geräteports x 128 Geräte, siehe Abbildung 7) faktisch die Norm der kommenden Jahre für den Systemadministrator und anspruchsvolle Privatanwender. Wie bei PCI-Express lässt sich via Expander die erreichbare Bandbreite faktisch skalieren. Dann ist aber, im Gegensatz zu vielen heute erhältlichen SAS-Hostkarten für PCI, ein PCI-Express-Host erforderlich.

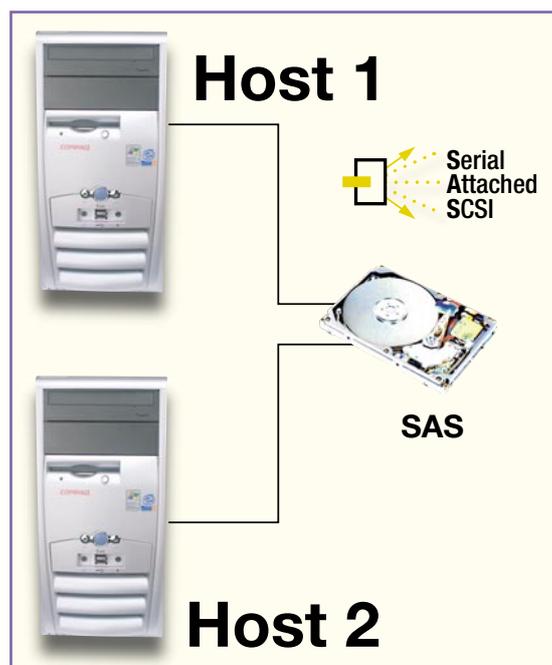
Und ganz im Gegensatz zu den parallelen Vorfahren erlaubt die Doppelschnittstelle von SAS auch den gleichzeitigen Betrieb der Festplatte an zwei Hosts (Abbildung 8) – damit können zwei verschiedene Systeme auf nur einer Platte arbeiten!

Der private Anwender wird SAS wohl vor allem dann einsetzen, wenn er schon immer für schnelle Anwendungen SCSI genutzt hat. Und im modernen Multimedia-Geschäft sind die schnellen SAS-Platten einfach das aktuelle Mittel der Wahl. Die neueste Generation von SAS ist übrigens das so genannte Mini-SAS („iSAS“), das mit noch kompakteren Steckern und einer Datentransferrate von 6 GBit/s daherkommt, seine Markteinführung aber erst 2007 erreichen wird.

USB ohne Kabel – WUSB

Dass selbst die so praktischen USB-Kabel im Alltag lästig werden können, sobald man mehrere davon hat, hat sicher schon jeder erfahren müssen. Bluetooth und WLAN schaffen hier für viele Einsatzzwecke per bequemer Funkverbindung Abhilfe, stoßen jedoch trotz Verschlüsselungsalgorithmen auf ihren bereits dicht belegten Frequenzbereichen auf Begrenzungen, vor allem in der Datentransferrate. Das „USB Implementers Forum“ hat nun einen Standard anwendungsreif gemacht, der es ermöglicht, den schnellen USB 2.0 „in die

Bild 8: SAS erlaubt die gemeinsame Nutzung einer Festplatte an zwei Rechnern.



Luft“ zu bringen, d. h., bis zu 480 MBit/s drahtlos über bis zu 3 m zu übertragen – WUSB. Bei einer eingeschränkten Datenrate von bis zu 110 MBit/s sind sogar bis 10 m überbrückbar.

Die Übertragung erfolgt dabei im Frequenzbereich zwischen 3,1 und 10,6 GHz (Breitband-Kurzstreckenfunk – UWB), der in den meisten Ländern lizenzfrei ist. 3 m klingt nach nicht besonders viel, löst aber wohl weitgehend die meisten Aufgaben, die bisher USB-Kabeln vorbehalten waren – natürlich außer der bequemen Spannungsversorgung via USB. Aber schon sind erste Chipsätze avisiert, die sogar bis zu 40 m Reichweite bei einem Datendurchsatz von mehr als 880 MBit/s realisieren sollen.

Der zugehörige Standard zu diesem System heißt IEEE 802.15.3a, die ersten marktreifen Geräte sind für Ende 2006 avisiert, übrigens nicht zu verwechseln mit den derzeit vielfach angebotenen WUSB-Übertragungsgeräten mit dem Zusatz „G“. Die sind nichts anderes als WLAN und „schaffen“ die üblichen WLAN-Raten von bis zu 54 MBit/s.

Zu den Geräten hin verhalten sich die zunächst meist wie USB-Sticks aussehenden WUSB-Sender/Empfänger wie normale USB-2.0-Geräte, sie sind also zum bisherigen drahtgebundenen System voll kompatibel.

Das heißt, auch hier gelten die üblichen USB-Konventionen mit bis zu 127 simultan betreibbaren Geräten an einem Host, der Punkt-zu-Punkt-Verbindung, einfacher Handhabung, Plug-&-Play-Funktionalität usw.

Und natürlich merkt man auch auf der Softwareseite nichts von der Funkstrecke, da der Host im Rechner den WUSB-Stick wie ein normales USB-Gerät behandelt.

Lediglich ein Treiber wie für jedes USB-Gerät wird benötigt. Der soll im neuen Microsoft-Betriebssystem „VISTA“ bereits implementiert sein.

Neue Geräte mit integriertem WUSB

So kann man mit WUSB ausgerüstete Festplatten genauso per Funk erreichen wie Digitalkameras, Drucker, Scanner, MP3- und Videoplayer usw.

Die Industrie plant, mit dem Einstieg in das neue Medium z. B. Digitalkameras oder Fotodrucker gleich mit einer integrierten WUSB-Schnittstelle auszurüsten, so dass man hier nichts mehr zusätzlich anstecken muss.

Mit der erreichbaren hohen Datenrate ist es also auch kein Problem mehr, etwa Videodaten über einige Meter zu übertragen – das Datenkabel zum Beamer könnte dann also in Zukunft entfallen. Und auch andere Anwendungsbereiche sind denkbar.

Der Wermutstropfen zu dieser schönen neuen Technik ist für uns in Deutschland allerdings auch schon gefunden – wann wir diese Technik trotz aller Ankündigungen real nutzen können, steht noch in den Sternen.

Derzeit prüft die Bundesnetzagentur die Freigabe der benötigten Frequenzbereiche, da die bei uns bereits von allerlei Diensten, einschließlich Polizei und Militär, genutzt werden.

Die beteiligte Industrie wie Intel, Philips, Realtek, Seagate und andere ist dennoch optimistisch, dass es nach dem Weihnachtsverkauf in den USA Anfang 2007 auch bei uns losgehen wird – dann ziehen allerdings auch die vielfach durch das kabelgebundene USB eliminierten Netzteile zu den USB-Geräten wieder ein ...