



# USB - die Schnittstelle für „Alles“?

***USB hat sich in sehr kurzer Zeit als neuer Schnittstellenstandard etabliert, kaum ein Hardware-Hersteller, der etwas auf sich hält, kommt daran vorbei - auch der Nutzer nicht. Wir stellen aus Nutzersicht die Schnittstelle vor, zeigen Randbedingungen auf und diskutieren die Gerätetechnik rings um USB.***

## A new star is born...

...verkündete vor einigen Jahren eine Allianz aus renommierten Computer-, Telekommunikations- und Softwareunternehmen, als da wären: Compaq, Digital, IBM, Microsoft, NEC und Northern Telecom.

Man wollte dem zunehmenden Schnittstellenwirrwarr an unseren Personalcomputern ein Ende bereiten. Wohl, um dem Traum des leichter auch an Computerlaien verkaufbaren Computers à la Apple ein Stück näher zu kommen, denn das Nebeneinander von verschiedenen Schnittstellenstandards an einem Computer machte es auch den Hard- und Softwareherstellern

zunehmend schwerer, ihre Produkte an den Mann zu bringen. Dazu kam, daß zusätzlich SCSI als schnelle, nicht ganz einfach zu handhabende Datentransferschnittstelle einen Siegeszug auch bei den IBM-Kompatiblen begann und das Chaos weiter vergrößerte. Ebenso versuchten Hardwarehersteller sich gegenseitig auszubremsen, indem Sie Schnittstellen in ihren Konfigurationen plötzlich leicht, aber für die Konkurrenz merklich modifizierten. Und schließlich mußten die Rechner billiger produzierbar werden, da zählt jeder Cent an Material.

So schafften es die großen Konkurrenten (und PC-/Softwarehersteller, ausgenommen zunächst Apple) dann tatsächlich Mitte der neunziger Jahre, mit allmähli-

chem Markteinsatz ab Ende 1996, sich an einen Tisch zu setzen und USB zu definieren - einen universellen Schnittstellenstandard für jegliche Peripherie von der Tastatur bis hin zum Drucker, Scanner, Modem oder externen Massenspeicher.

Der Gedanke ist faszinierend, wenn auch nicht ganz neu, denn Apple hat es mit seinem ADB-Bus schon immer vorgemacht - mehrere Geräte an einem seriellen Bus quasi parallel zu betreiben.

So hat man mit USB (Universal Serial Bus) eine Schnittstelle geschaffen, an der sowohl langsame als auch schnelle periphere Geräte „gleichzeitig“ (auf das Transferregime kommen wir noch) in großer Menge betreibbar sein sollen. Das Ganze ohne Konfigurationsprobleme (also echtes Plug and Play), „hot pluggable“ und mit der Leistungsfähigkeit eines seriellen Busses, der wenigstens zum Teil den SCSI- oder Parallel-Bus ersetzen sollte. Das Ziel war, sämtliche zum PC gehörende Peripherie über nur eine einzige, einheitliche Schnittstelle anschließen zu können.

Niedergelegt wurde der Standard in der sog. Basic PC 97, einer Art Bibel für Hard- und Softwareentwickler, die alle geltenden Standards festschreibt und ständig aktualisiert wird (derzeit gilt PC 99).

Ein Haupthindernis der massenhaften, schnellen Einführung war vor allem Microsofts Hinterherhinken mit seinem zu diesem Zeitpunkt schon etwas in die Jahre gekommenen Betriebssystem Windows 95, das erst ab der Revision 2.1 (OSR 2, USB Supplement ab 3/97, erkennbar an der Versions-Meldung „4.00.950B“ im Gerätemanager) USB berücksichtigte, wenn auch nur sehr mangelhaft (man muß sich die USB-Treiber recht mühsam selbst suchen, wie wir noch sehen werden). Schneller waren da die Board-Hersteller, zahlreiche Mainboards aus 1996 weisen zumindest schon eine Pfostenleiste für USB auf wie etwa die bekannte ASUS 97-Reihe.

So richtig in Schwung gekommen ist der USB-Markt erst mit dem Erscheinen von Windows 98, das endlich die uneingeschränkte USB-Unterstützung brachte. Seit ca. Mitte 1998 boomt dann auch der USB-Zubehör-Markt, denn die ersten PC-Produzenten, allen voran Compaq, IBM und Siemens, hatten die neue Schnittstelle mit an Bord ihrer Rechner. Seitdem wagen sich die Hardwarehersteller rasant vor, USB-Geräte erscheinen in großen Mengen auf dem Markt - es gibt quasi keine Neuentwicklungen mehr allein für den Parallel- oder Serial-Port (abgesehen von speziellen Anwendungen wie Meß- und Regeltechnik - wir reden hier vom Consumermarkt). Interessanterweise hat wieder mal Apple den Motor gespielt - mit dem sensationellen Erfolg des iMac und seiner Nachfolger in der Schnittstellen-Architektur, den

blauweißen G3-Macs, zog urplötzlich auch USB statt ADB und SCSI auf der Rückseite der Cupertino-Rechner ein. Die Folge war der Zwang für alle Apple-Zubehörhersteller zum sofortigen Umstieg auf USB per Anfang 1998 vom externen Disk-Drive bis zur Festplatte. Apple-CEO Steve Jobs war wieder mal schneller als Bill Gates - wie schon 1984 beim Gigantenkampf zwischen Microsoft und Apple in puncto grafischer Bedienoberfläche.

Wie es auch sei, USB ist inzwischen allgegenwärtig, wenn man heute ein externes Zubehörteil für seinen Rechner kauft, muß man nicht mehr darauf vertrauen, daß etwa der Drucker einen Parallelport hat. Statt dessen kann ein unscheinbarer vierpoliger Flachsteckverbinder das Gerät schmücken - der USB-Port.

### Was bloß ist USB?

Wie gesagt, USB ist für den mit Schnittstellenchaos gequälten Computerbenutzer der Ausweg aus dem Durcheinander von bis zu fünf verschiedenen Schnittstellen auf der Rechnerrückseite (einschließlich Tastatur- und Mausport). Theoretisch reicht heute unter Windows 98 oder Mac OS ein USB-Port, um alle peripheren Geräte von der Tastatur bis zum Scanner anzuschließen.

Technisch ist USB eine serielle Schnittstelle, über die per verdrehtem Zweidrahtkabel eine Datenübertragungsrate von bis zu 12 MBit/s übertragen werden kann. Das entspricht etwa dem Datendurchsatz eines modernen Parallel-EPP-Ports.

Für den ganz schnellen Datendurchsatz ist das zwar noch nicht die Welt, dafür bleibt uns ja noch SCSI und der Firewire-Standard IEEE 1394, wie ihn Apple etwa statt SCSI bereits schlagartig eingeführt hat.

Im übrigen sind die 12 MBit/s nicht das letzte Wort der USB-Connection, mit USB 2.0 sind schon bis zu 240 MBit/s avisiert. Vor allem aus Kostengründen gibt es derzeit zwei Geschwindigkeitsstandards über die zwei Adern: 1,5 MBit/s (Low-Modus) für langsame Peripherie wie Maus oder Tastatur (was deren Herstellungskosten senkt) und 12 MBit/s für schnellere Peripherie (High-Modus).

Neben den seriellen Datensignalen wird über eine weitere Ader eine Betriebsspannung von 5 V vom PC aus weitergegeben. So ist für zahlreiche, nicht so stromhungrige Anwendungen wie etwa Kameras, Modems usw. kurz fast alles, was sonst eines dieser lästigen und stromfressenden Steckernetzteile benötigte, das Problem der Stromversorgung gelöst. Damit sind die Geräte dann auch endlich zusammen mit dem PC ausgeschaltet und plündern nicht mehr heimlich die Stromkasse. Das I-Tüpfelchen setzen USB-spezifizierte

onskonforme Geräte durch ihren nach 3 ms Busaktivität automatisch eintretenden Schlafzustand, währenddessen diese nur max. 2,5 mA Strom aufnehmen.

Bis zu 127 externe Geräte lassen sich theoretisch an diesen schnellen seriellen Bus anschließen - für die meisten Anwender wohl ausreichend. Auch die Kabelverbindungen dürfen dabei recht lang sein - pro Segment sind 5 m erlaubt. SCSI-geplagte ZIP-Besitzer werden aufatmen und das zukünftige Gerät auch auf dem Tisch aufstellen können, wenn der Rechner unter dem Tisch steht. Da USB über entsprechende Hubs bis zu 7fach kaskadierbar ist, können hier sehr einfach wirklich per Plug & Play Verbindungsentfernungen bis zu 35 m erzielt werden. Mittlerweise bilden nahezu jede USB-Tastatur, zahlreiche

Monitore, Drucker, Scanner oder Modems einen solchen Hub, da viele Hersteller dem Gedanken folgen, daß gemäß der USB-Idee neben ihrem auch noch weitere Geräte am Bus Platz finden sollen.

Plug & Play meint hier übrigens tatsächlich das, was man erwartet: man kann Peripherie jederzeit an- oder abstecken, ohne daß dazu der Rechner abgeschaltet werden muß oder das Betriebssystem zum Absturz gebracht wird. In der Praxis gibt es schon hier und da Probleme mit diesem Prinzip. Im wesentlichen funktioniert es jedoch ganz gut - man kann ohne weiteres mal eben eine Digitalkamera statt des Scanners oder zusätzlich zu diesem anschließen, ohne daß das Betriebssystem „kippt“.

Lediglich bei der erstmaligen Installation ist ein Treiber in das System einzubin-

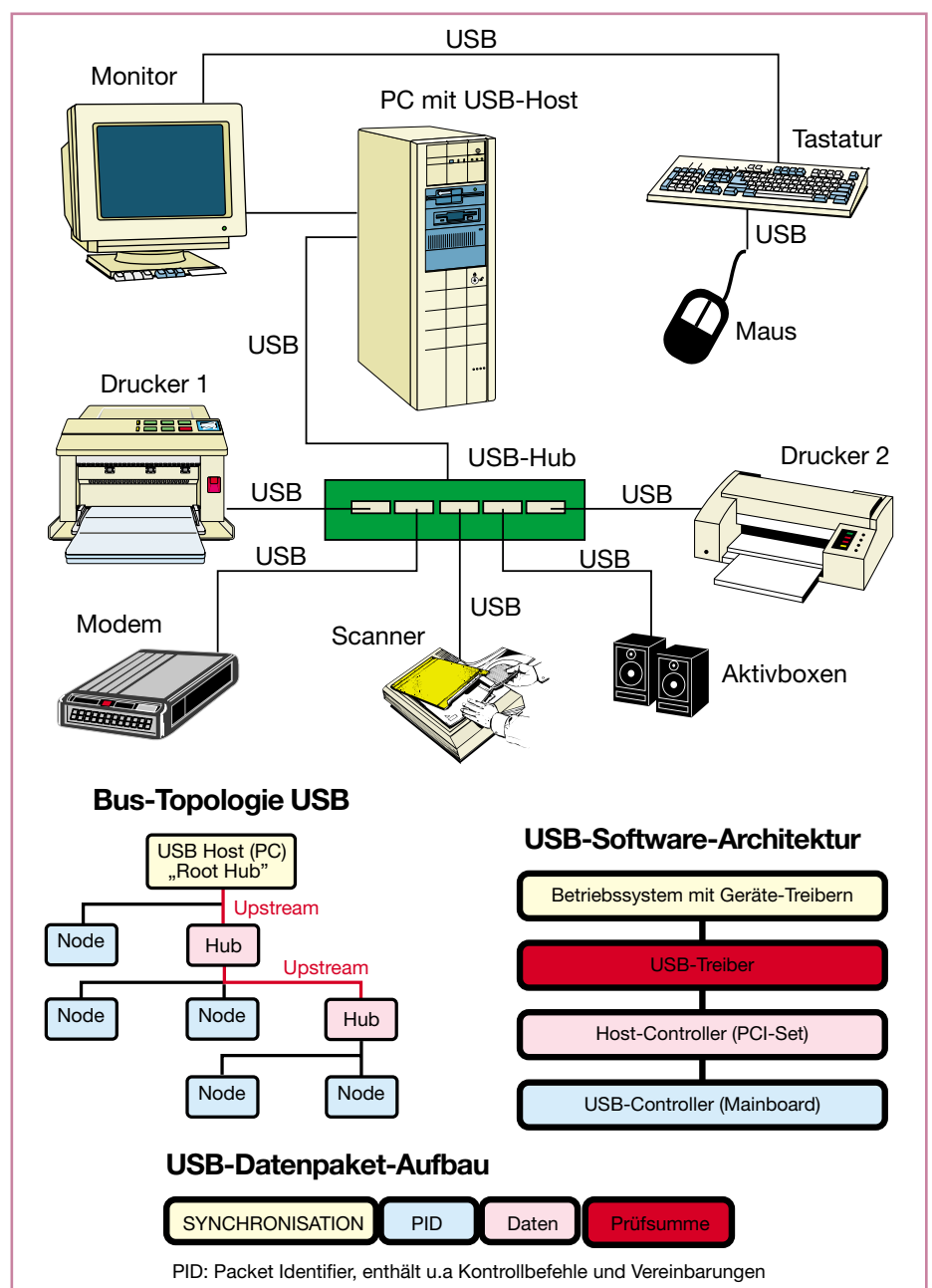
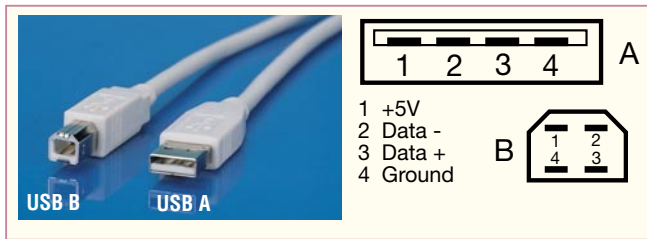


Bild 1: USB-Konfiguration nach USB 1.1-Standard mit Topologie, Transaktionsaufbau und Software-Architektur.



**Bild 2: Die Steckerbelegung der USB-Stecker, das Foto zeigt die beiden Typen A und B.**

den, später ist das Gerät bei Anschluß immer verfügbar, da USB das dynamische Laden von Treibern unterstützt. Windows 98 wie auch das Mac OS enthalten ohnehin eine ganze Anzahl von Standard-Treibern, so daß gängige Peripherie meist sogar ohne Installation einfach ansteckbar und benutzbar ist - bei laufendem Rechner!

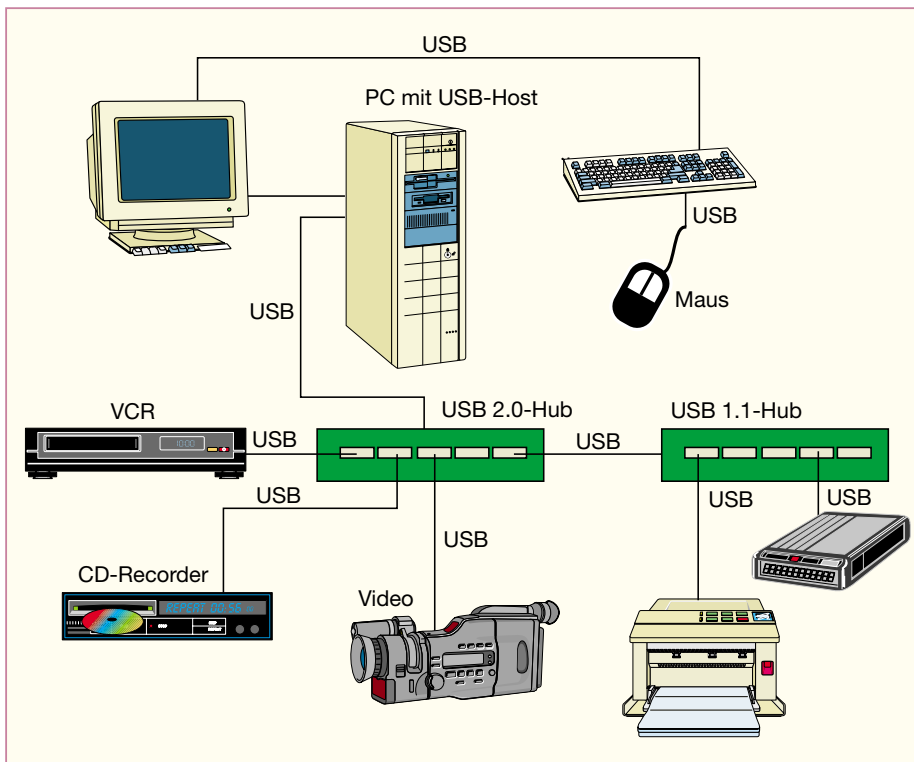
Damit sind die Möglichkeiten der einfachen Handhabung jedoch noch nicht ausgeschöpft. Ein einheitlicher Kabeltyp, dezent schlank, da nur vieradrig, mit einheitlichem Stecker - wo gab es so etwas schon mal vorher in der PC-Welt? Verwechslungsgefahr beim Stecken ist ausgeschlossen, dank verschiedener Kabelenden, den sog. Steckertypen A und B. Die Entwickler haben sich mit USB also etwas gedacht - endlich einfaches Verkabeln ohne Informatikkenntnisse, damit überläßt die Computerindustrie den HiFi-Herstellern den Kabelsalat!

Wie ein solches USB-System dann letztendlich aussieht, ist in Abbildung 1 zu sehen, das zugehörige Kabel mit den Steckerbelegungen in Abbildung 2. Im Kabel gibt es keinen Aderntausch, es ist 1:1 verdrahtet, keine Gefahr also wie etwa bei

bisherigen seriellen Kabeln. Der hohe Datendurchsatz von bis zu 12 MBit/s ist in der Tat beeindruckend, jedoch ist er unter praktischen Gesichtspunkten bei sehr vielen gleichzeitig angeschlossenen Geräten kaum zu erreichen, da die Übertragung paketweise erfolgt.

Jeder Teilnehmer im System muß also warten, bis der Bus frei wird, um sein nächstes Datenpaket absenden oder empfangen zu können. Man muß dazu aber schon sagen, daß USB in der Spezifikation bis 1.1 vorzugsweise für etwas „langsamere“ Peripherie entwickelt wurde. Für den schnellen Datendurchsatz etwa im Netz, schnelle Videoübertragung oder schnelle externe Datenträger ist Firewire (IEEE 1394) mit bis zu 400 MBit/s zunächst das Mittel der Wahl für die Zukunft. Schnell werden wir auch auf anderen Rechnern als bei Apple diesen Hochgeschwindigkeitsport finden.

Aber schon steht auch die USB-Connection in den Startlöchern: USB 2.0 wird Ende 1999 kommen und dann sind Datenraten bis 240 MBit/s angekündigt. Wer bereits USB 1.1-Peripherie mit den zugehörigen Hubs nutzt, kann dann das System



**Bild 3: Das USB 2.0-System bietet vor allem höhere Datenraten, so daß auch z. B. Video und Audio zeitnah übertragen werden können.**

ganz einfach, wie in Abbildung 3 gezeigt, auf ein 2.0-System aufstocken. Der USB 2.0-Hub bedient dann die Geräte mit hohen Datenübertragungsraten wie Audio- oder Videogeräte, der 1.1er Hub die relativ langsamen Geräte wie Drucker, Scanner etc.

### Einer nach dem anderen

Eine separate Taktübertragung für die Regelung des Datenstroms, wie etwa von RS 232 her bekannt, gibt es bei USB nicht. Der Takt wird aus einem Sync-Signal und der sog. NRZI-Codierung des Datenstroms intern generiert. Jedes USB-Gerät liefert ein eigenes Taktsignal, das sich je nach Datenbetrieb am USB-Bus nach max. 7 Bus-Takten mit dem Bus synchronisieren kann. Durch diesen Algorithmus ist der Datenverkehr auf dem Bus sehr „gerecht“ und quasiparallel geregelt. Der Host fragt den Bus nach USB-Geräten ab, die Daten übertragen wollen. „Melden“ sich diese, so wird ihnen auf dem Bus eine Bandbreite entsprechend dieser Meldung (die u. a. die zu übertragende Datenmenge enthält) für die Übertragung der Daten zur Verfügung gestellt. Nach der Übertragung dieser Datenmenge wird der Bus zunächst weiteren Geräten zur Verfügung gestellt. In dieser Zeit kann das erstere Gerät sein nächstes Datenpaket komplettieren und es dann übertragen, sobald der Bus dafür frei wird. Dies alles spielt sich natürlich sehr schnell ab, so daß zeitnahe Nutzungen im High-Modus kein Problem darstellen.

Für die unterschiedlichen Applikationsarten, sprich Datenarten, -raten und -mengen, gibt es vier Transferversionen, die sowohl die Geräte kontrollieren, das Interrupt-Polling (zyklische Geräteabfrage) von hardware-interruptfähigen Geräten regeln als auch verschiedene Datenstromarten je nach Applikation bedienen. Dies ist aufgrund der Anforderungen der verschiedenen Geräte nötig, da eine Lautsprecherbox mit ihrem zeitnahen, zusammenhängenden und umfangreichen Datenstrom nun einmal eine ganz andere Bandbreite beansprucht als etwa eine Tastatur.

Und natürlich gehören Fehlererkennungsalgorithmen für die fehlerfreie Datenübertragung zum USB-Protokoll.

Die USB-Schnittstelle des Rechners (Host) basiert auf der PCI/ISA-Bridge des Mainboard-Chipsatzes. Sie bedient in aller Regel zwei USB-Ports am Rechner selbst, so daß hier schon ein kleiner Hub zur Verfügung steht.

Auf jeden Fall müssen alle Hubs in der USB-Topologie beide Speedraten des derzeitigen 1.1-Standards beherrschen, um kompatibel zu sein, ein Merkmal, auf das man beim Kauf z. B. eines Monitors mit integriertem Hub achten sollte, will man kein Fiasko mit dem daran angeschlosse-



**Bild 4: Zum Nachrüsten: Slotblech mit 2 USB-Ports.**

nen ZIP erleben. Nur so ist auch der von der USB-Connection angestrebte Mischbetrieb von schnellen und langsamen Geräten an einem Bus möglich.

Sieht man sich dazu noch einmal Abbildung 1 an, so erkennt man deutlich die einzelnen Ebenen des Systems. Nur der Vollständigkeit halber sollen hier die Begriffe Upstream-Port für die Verbindung zwischen Hub und darüber liegender Ebene, Node für jedes am Bus angeschlossene Gerät und Point to Point für die Verbindung zwischen Gerät und Hub genannt werden. In der Praxis hat man recht selten mit diesen Begriffen zu tun, sollte sie für spezielle Konfigurationen aber kennen.

## USB praktisch

Wie gesagt, das USB-Technikangebot entwickelte sich mit dem Erscheinen von Windows 98 und den iMacs rasant. Inzwischen gibt es fast alles, was Peripherie heißt, mit USB-Anschluß, Tastatur- und Monitorhersteller erheben den integrierten USB-Hub zum Standard und man erhält kaum noch Mainboards ohne USB-Anschluß.

Zum Nachrüsten von Rechnern gibt es USB-Slotbleche (Abbildung 4) mit ein bis zwei USB-Ports. Will man einen vorhandenen Rechner damit nachrüsten, muß zunächst einmal als Grundvoraussetzung dessen Mainboard samt BIOS die USB-Option bieten.

Hat man ein Board aus der Zeit vor 1996,



**Bild 5: USB-Ethernet-Adapter für den einfachen Weg ins Netz.**

so stehen die Sterne schlecht für USB. Boards mit Prozessoren der 386er- und 486er- sowie der ersten Pentium-Generation aus dieser Zeit unterstützen kein USB. Kennzeichen sind die Intel-Chipsätze 430 FX und deren Pendant u. a. von SIS und VIA.

Bei 96er Boards sieht es schon besser aus - einige Board-Designer haben die USB-Charta ernst genommen und USB sofort integriert, z. B. bei Boards mit Intel-Chipsätzen ab 430 VX/HX/TX und ihren Pendanten der weiteren Hersteller.

Die allerersten ATX-Boards aus dieser „fernen“ Zeit enthalten die USB-Buchse schon serienmäßig, viele AT-Boards wenigstens als Pfostenleiste. Klarheit verschafft jedoch erst ein Blick ins BIOS des Boards. Findet man dort im PCI-Setup die USB-Option, hat man gewonnen - einfach „enablen“ und alles wird gut.

Boards ab 1997 mit neueren Chipsätzen, insbesondere die Slot1/Socket7-Boards unterstützen USB von Haus aus. Kommen sie im heute standardmäßigen ATX-Format daher, erkennt man sie sofort an den bisher ungenutzten flachen USB-Ports auf der Rückseite des Boards, ansonsten am Pfostenverbinder für USB auf dem Board.

Apple-Rechner kennen die Schnittstelle generell erst ab dem iMac und System 8x.

Das wohl größere Hindernis ist das installierte Betriebssystem des Windows-Rechners. Während Windows NT-Rechner bis heute den kürzeren ziehen (USB wird erst ab Windows 2000 möglich), sind die letzten Versionen von Windows 95 bereits USB-tauglich - man muß USB im System nur finden!

Zur Ehre von Microsoft muß allerdings gesagt werden, daß es die Redmonder natürlich ziemlich kalt erwischt hat. Windows 95 war kurz vor der Ablösung, das nächste Windows verzögerte sich von Jahr zu Jahr, man mußte also eine Revision nachschieben. Bei Microsoft gestaltet sich so etwas zum weltweiten Drama, während Apple-Nutzer dies zum eher seltenen Tagesgeschäft zählen. Wer einmal beide Systeme neu installieren mußte, weiß, warum. Das Verhältnis kann von 1 h (Apple) zu 2 Tagen (Windows) ausarten.

Hat man die Hürde Mainboard und BIOS umschiffen, sollte man einen Blick auf seine Betriebssystemversion im Systemmanager werfen. Steht dort mindestens 4.00.950 B, so hat man ein Windows, das USB-tauglich ist. Endet die Versionsnummer auf A, so ist eine Revision fällig. Microsoft bot dazu die sog. Service Releases 2.1 (Windows 95 B OSR) und 2.5 (Windows 95 C OSR) an, bevor Windows 98 mit seinem USB-Driver WDM als einheitliches I/O-Modul kam.

Der Treiber für Windows 95 B findet sich gut versteckt auf der Installations-CD



**Bild 6: Direkt ins System: USB-Audio-Adapter**

unter WIN95\Other\Updates\USB. Rufen Sie dort „USBSUPP.exe“ auf. Nun wird der Treiber installiert. Danach ist ein Neustart des Rechners erforderlich, gefolgt vom Programmaufruf „USBUPD2.exe“. Nach einem weiteren Neustart steht Ihnen dann der dynamische USB-Treiber zur Verfügung. Die Windows-Installation bzw. Windows-CD bietet bereits eine große Anzahl von Gerätetreibern, außerdem liegen vielen USB-Geräten noch Treiber bei.

Im übrigen - USB läuft (fast) nur unter Windows, DOS wird nicht unterstützt. Lediglich die Tastatur könnte, abhängig vom BIOS, aktiviert werden (Option „Legacy Support“ im BIOS muß vorhanden sein). USB-Mäuse werden generell nicht unterstützt. Für DOS sind also fast ausschließlich nur die herkömmlichen Tastaturen und Mäuse verwendbar, also noch nicht wegwerfen!

## Der Rest der Welt

USB ist schön und gut, aber da gibt es doch noch einige Probleme: Wie komme ich denn nun an das Telefonnetz, in das Ethernet, wie kann ich die vielfältigen Anschlußmöglichkeiten für Audio- und Videogeräte an USB nutzen?

Für nahezu alle dieser Fälle gibt es bereits Hardware-Lösungen vom USB-Ethernet-Adapter (Abbildung 5) über USB-Audio-Adapter (Abbildung 6) bis hin zu USB-Modems, USB-Lautsprechern, Webcams usw.

Auch Laptops/Notebooks ohne USB-Schnittstelle bleiben beim Thema USB nicht außen vor. Sie verfügen ja meist über einen PCMCIA-Slot, für den es inzwischen z. B. von Silicom Slotkarten mit 2 USB-Schnittstellen gibt.

So kann man schon positiv resümierend sagen, daß die Industrie es geschafft hat, mit USB endlich einen einheitlichen, leistungsfähigen und zukunftsfähigen Schnittstellenstandard zu etablieren, der bei Einsatz moderner Betriebssysteme den Nutzer nahezu völlig von Konfigurations- und Installationsarbeiten entlastet - eben Plug an Play, wie man es sich vorstellt. **ELV**