

UNIVERSAL AUDIO APOLLO

Windows-Kompatibilität und Kaskadierung



Lange war das Universal Audio Apollo eine exklusive Mac-Veranstaltung. Inzwischen wurden für das Audiointerface Windows-Treiber sowie weitere wichtige Funktionen nachgereicht, u. a. Mehrgeräte-Kaskadierung. Klingt gut, aber funktioniert's auch wirklich? Wir haben die Kombination aus Audiointerface und DSP-Lösung einem ausführlichen Praxistest unterzogen.

Apollo advanced

Universal Audio Apollo Windows-Kompatibilität und Kaskadierung

TEXT & FOTOS: DR. ANDREAS HAU

Seit der Vorstellung von Universal Audios Apollo-Interface (s. S&R 5.2012) warten Windows-User sehnsüchtig darauf, diese innovative Kombi aus hochauflösendem Audiointerface und leistungsfähigem DSP-Processing endlich auch benutzen zu können. Dass das Gerät bislang Mac-Usern vorbehalten war, hat indes seine Gründe. Als FireWire-800-Gerät hat Apollo es von vorn herein nicht ganz leicht auf der Windows-Plattform. FireWire war auf dem PC noch nie so verbreitet wie auf dem Mac. Windows-Laptops mit FireWire-Schnittstelle sind inzwischen aus dem Handel verschwunden. Und auch auf dem Desktop wird FireWire seltener. Offiziell unterstützt Universal Audio ohnehin keine On-Board-FireWire-Ports auf Windows-Rechnern – vermutlich weil es zu viele verschiedene Chipsätze gibt, die sich alle ein bisschen anders verhalten.

Universal Audio empfiehlt stattdessen PCIe-Schnittstellenkarten, und zwar genau zwei Modelle der Marken Syba bzw. Sonnet. Beide arbeiten mit dem bewährten Texas-Instruments-Chipsatz. Wie sich herausstellte, ist die günstigere Syba-Karte weniger empfehlenswert, da offenbar verschiedene Varianten im Handel sind, die nicht alle reibungslos mit dem Apollo funktionieren. Syba-Produkte sind aber in Deutschland ohnehin kaum zu finden. Bleibt für den Windows-User de facto nur die Sonnet Allegro FW800-E Karte (ca. 70 Euro). Diese PCIe-Karte ist sehr gut erhältlich, u. a. über Amazon, aber auch über Apple-Händler, denn sie ist auch auf der Mac-Plattform beliebt und wird immer dann empfohlen, wenn der Rechner um eine FireWire-800-Schnittstelle erweitert werden soll. Um es vorwegzunehmen: Wir haben auch alternative FireWire-Lösungen ausprobiert; dazu später mehr.

UND LOS

Für unseren Praxistest hat uns der deutsche Vertrieb S.E.A. freundlicherweise zwei Apollo-Quad-Interfaces sowie die oben genannte Sonnet Allegro FW800-E FireWire-Karte zur Verfügung gestellt. Die PCIe-Karte benötigt einen kurzen X1-Slot. Die meisten PC-Mainboards verfügen über drei bis vier davon, von daher sollte es kein Problem sein einen freien Slot zu finden. In unserem Testrechner (Intel Core i7 2700K @ 4 x 3,5 GHz, 16 GB RAM, Windows 7 Pro 64 Bit) erwies sich der Einbau als extrem einfach. Karte reinstecken, Rech-

ner hochfahren, fertig. Die Allegro-Karte arbeitet mit den Windows-eigenen Treibern und wird dementsprechend sofort erkannt. Universal Audio rät im Übrigen davon ab, alternative Treiber vom Karten- oder Chipsatzhersteller zu installieren.

Die neusten Apollo-Treiber sind in der UAD-2-Softwareversion 7.01 bereits enthalten. Da diese auf dem Testrechner aufgrund der verbauten UAD-2-Quad-Karte vorab installiert war, wurde das Apollo-Interface beim Anstöpseln an einen beliebigen der drei Ports der FW800-Karte sofort erkannt. Ein Neustart ist nicht notwendig – ich würde dennoch dazu raten; dazu mehr im Praxisteil.

Zu den Systemvoraussetzungen sei gesagt, dass Apollo ausschließlich für Windows 7 in der 64-Bit-Version mit Service Pack 1 freigegeben ist. 32-Bit und ältere Windows-Versionen werden nicht unterstützt; zu Windows 8 gibt Universal Audio keine Auskunft. Bislang raten führende Audio-PC-Ausstatter aber ohnehin noch von Windows 8 ab. Wer Wert auf Stabilität legt, sollte generell (auch auf dem Mac) brandneue Betriebssystemversionen meiden und abwarten, bis die Kinderkrankheiten ausgemerzt wurden.

WINDOWS-PRAXIS

Nach einem kurzen Moment, den Windows benötigt, um die entsprechenden Treiberdateien zu laden, erscheint der Software-Mixer »Console« mit Inserts für UAD-2-Plug-ins, die in Echtzeit auf dem internen DSPs berechnet werden. Zum Test stöpselte ich eine Stratocaster in den Instrumenteneingang und lade den

DIE BEIDEN WINDOWS-NEULINGE APOLLO UND MOTU DIGITAL PERFORMER 8 VERSTEHEN SICH BESTENS.

kürzlich auf die UAD-2-Plattform portierten Vintage Amp Room von Softube in den entsprechenden Kanal-Insert. Mal eben ein paar Powerchords durch den virtuellen Marshall jagen – yeah, das rockt! Und zwar nahezu latenzfrei.

Fürs Recording entscheidend ist vor allem aber auch die Kooperation mit dem Audiosequenzer. Getestet wurde mit Steinberg Cubase, Presonus Studio One und dem ganz frisch auf Windows portierten Digital Performer von MOTU. Die Niedriglatenz-Performance ermittelte ich anhand eines Sample-Pianos des jeweiligen Herstellers sowie dem bekanntermaßen CPU-hungrigen Softsynth-Boliden DIVA von U-He (Dreamsynth-Patch »Beauty Pad« mit aktiviertem Multiprocessing im Divine-Mode).

Mein erster Testkandidat war Cubase 7.04, 64 Bit. Prinzipiell lief das Apollo-Interface gar nicht schlecht, nur wurde Cubase beim Einstellen der Audiointerface-Settings extrem langsam. Ein Wechsel der Latenzeinstellung führte gar zum Absturz. Das schien erst einmal ernüchternd. Da bei Cubase 7 die Audio-Engine überarbeitet wurde (ASIO-Guard), startete ich einen weiteren Versuch unter Cubase 6.5. Hier lief das Interface wie am Schnürchen. Zurück in Cubase 7 deaktivierte ich ASIO-Guard – keine Verbesserung. Kopfkratzen. Als ich am nächsten Tag der Sache weiter auf den Grund gehen wollte, stellte ich fest, dass das Apollo nun unter Cubase 7 ebenso gut und absturzfrei lief wie tags zuvor nur unter Cubase 6.5. Daran änderte sich auch über den gesamten Testzeitraum von drei Wochen nichts mehr – die Pro-

++

Treiberstabilität

++

Kaskadierung funktioniert problemlos

++

neue Mixer-Funktionen (u. a. virtuelle Kanäle)

+

gute Performance

--

FireWire-Bandbreite für zwei Geräte etwas knapp



Apollo Hersteller/Vertrieb Universal Audio/S.E.A Vertrieb

UvP/Straßenpreis 2.441,- (Duo) bzw. 3.051,- (Quad) Euro / ca. 2.000,- bzw. 2.400,- Euro www.uaudio.com

bleme waren buchstäblich über Nacht verschwunden. Auch das Reaktivieren von ASIO-Guard erzeugte keinerlei Probleme. Ich vermute, dass die Apollo-Installation schlicht einen Neustart erfordert hätte, um komplett abzuschließen. Deshalb mein Rat: Nach dem ersten Inbetriebnahme des Apollo den Rechner neu starten, auch wenn der Installer dazu nicht auffordert.

Nun zur Performance. In der niedrigsten Latenzeinstellung von 32 Samples traten schon bei geringer Systemlast Knackser auf. Diese verschwanden bei 64 Samples weitgehend, aber nicht vollständig. Richtig rund und durchaus performant läuft das Apollo unter Cubase 7 und 6.5 ab 128 Samples. Das Mellow Grand Piano in Halion Sonic SE ließ sich auch mit massivem Haltepedaleinsatz

nicht mehr zu Aussetzern bewegen; das DIVA Beautypad blieb auch bei vollgriffigem Spiel ohne Knackser. 128 Samples entsprechen bei 44,1 kHz Abtastrate einer Ausgangslatenz von 5,35 ms. Das ist mehr als ausreichend für ein direktes Spielgefühl mit virtuellen Klang-erzeugern. Für Echtzeit-Processing von Audiosignalen, beispielsweise Gitarren mit NI Guitar Rig, kommt noch die Eingangslatenz hinzu, die im 128-Samples-Setting 5,19 ms beträgt. Das reicht noch so eben für ein direktes Spielgefühl. Aktiviert man die Input-Delay-Compensation für das UAD-Plug-in-Processing innerhalb des Console-Mixers, verlängert sich die Eingangslatenz auf 7,46 ms. Das ergibt in der Summe mit der unveränderten Ausgangslatenz eine Gesamtverzögerung von 12,81 ms – für sensible Natu-

ren ein bisschen viel. Andererseits gibt es ja nun virtuelle Gitarren- und Bassverstärker für die UAD-Plattform in Form von Softube Vintage Amp Room, Metal Amp Room und Bass Amp Room. Diese lassen sich, wie oben beschrieben, auch im Console Mixer insertieren und nahezu latenzfrei in Echtzeit spielen – unabhängig von den Latenzeinstellungen der DAW!

Unter Presonus Studio One 2.5 war die Performance der Apollo-Treiber ähnlich wie unter Cubase. Mit 64 Samples (3,9 ms Ausgangslatenz) kam es beim Spiel auf dem mitgelieferten Sample-Piano (Presence Studio Grand) noch vereinzelt zu Knacksern. Ab 128 Samples lief selbst der Softsynth-Bolide DIVA mit allen 16 Stimmen ohne Aussetzer. Studio One meldet identische Latenzwerte wie Cu-

UNTERM STRICH ARBEITETE ALSO UNTER WINDOWS WIRKLICH NUR DIE VON UNIVERSAL AUDIO EMPFOHLENE SONNET ALLEGRO FW800-E FEHLERFREI UND ZUVERLÄSSIG.

base: 5,35 ms Ausgangs- und 5,19 ms Eingangslatenz (bzw. 7,46 ms mit Input-Delay-Compensation im Short-Setting). Läuft also prima. Allerdings verweigerte Presonus Studio One 2.5 (64 Bit) den meisten UAD-Plugins die Kooperation. Übrig blieben nur eine Handvoll Plug-ins, und zwar bemerkenswerterweise nur solche, deren Code von Brainworx stammt. Ob derzeit jemand dem Problem arbeitet, ist unklar. Universal Audio führt Presonus Studio One nicht unter den »supported hosts« auf. Für den Nutzer ist das natürlich unbefriedigend.

Besser sieht's aus bei MOTU Digital Performer 8 (64 Bit). Zwar machte das interne Sample-Piano mit Fehlermeldungen und Knacksern auf sich aufmerksam, das scheinen aber eher Probleme dieses Klangerzeugers zu sein. Das stattdessen verwendete NI Kontakt Bösendorfer ließ sich knackfrei spielen – schon im 64-Samples-Setting! Sogar das leistungshungrige DIVA Beauty-Pad blieb knackfrei, solange man nicht mit beiden Pranken in die Tasten griff. Im 128-Samples-Setting gelang auch das. Die beiden Windows-Neulinge Apollo und Digital Performer 8 verstehen sich also bestens, tendenziell läuft die Kombi sogar einen Hauch performanter als Apollo mit Cubase bzw. Studio One. Vereinzelt monierte auch Digital Performer UAD-Plug-ins beim Scan der ersten Inbetriebnahme, doch ließen sich diese durch Einzel-Scans im Nachttest reaktivieren.

ENTER THE TWILIGHT ZONE

So mancher wird sich nun fragen, ob es denn unbedingt diese spezielle FW800-Karte von Sonnet sein muss? Wer mit dem Apollo liebäugelt, betreibt bis dato vielleicht ein älteres FireWire-Interfaces an einer anderen Karte, oder das Mainboard verfügt über einen On-Board-Firewire-Anschluss. Läuft das Apollo

vielleicht auch an FireWire-Ports, die Universal Audio offiziell nicht unterstützt?

Hierzulande weit verbreitet sind FireWire-Karten von Dawicontrol. In meinem eigenen Audio-PC sitzt eine solche mit Texas-Instruments-Chipsatz und FireWire-800-Ports. Etwas problematisch ist sie, insofern es sich um eine ältere PCI-Karte handelt. Auf neueren Mainboards der Sandy-Bridge- und Ivy-Bridge-Generation (d. h. für Intel Core i3/i5/i7-Prozessoren) gibt es eigentlich keinen PCI-Bus mehr. Die PCI-Slots, die auf vielen Mainboards dennoch zu finden sind, sind über einen Bridge-Chip an den PCIe-Slot »angeflanscht«. Für Echtzeitanwendungen wie Audio ist das nicht optimal. Dennoch verrichtet ein RME Fireface 800 an dieser Karte klaglos seinen Dienst, sogar mit guter Performance.

Auch das Apollo wird beim Anschluss an die Dawicontrol FW800-Karte sofort erkannt. Die Audiowiedergabe funktioniert, und die Performance ist auf den ersten Blick kaum schlechter als mit der Sonnet-PCIe-Karte. Das böse Erwachen kommt beim Laden eines Cubase-Projekts mit UAD-Plug-ins. Es erscheinen zahlreiche »FireWire Interrupt«-Fehlermeldungen. Als das Projekt endlich geladen ist, lässt es sich zwar abspielen, aber sämtliche UAD-Plug-ins sind deaktiviert. Auch in einem neuen Projekt ließ sich kein einziges UAD-Plug-in in der DAW aufrufen. Vermutlich ist die Systemlatenz der umständlichen FireWire-zu-PCI-zu-PCIe-Anbindung zu lang. Schade! Fazit: Ältere PCI-Karten scheiden für Apollo aus.

Als weitere Option verfügt mein Audio-rechner über eine On-Board-FW400-Schnittstelle. Universal Audio warnt ausdrücklich, sämtliche On-Board-FireWire-Ports auf Windows-Rechnern seien »unsupported«. Erschwerend kommt hinzu, dass auf meinem

Gigabyte-Mainboard ein FireWire-Chipsatz von VIA verbaut ist. Entsprechend war ich gefasst, einem Bluescreen ins Auge zu blicken, sobald ich das Apollo mit diesem »verbotenen« Port verbinde.

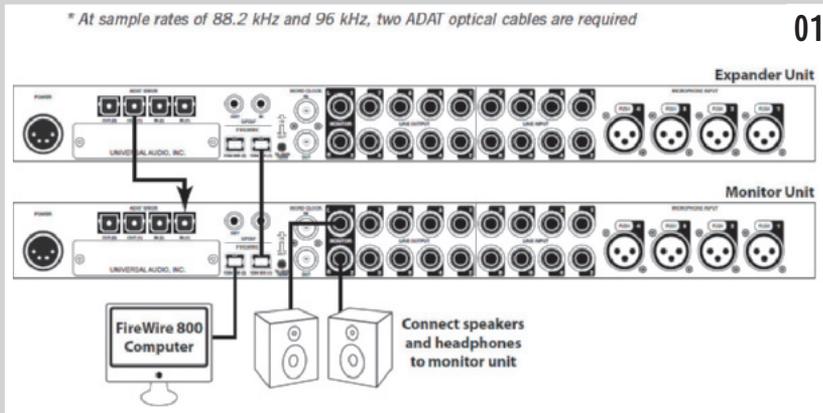
Nichts dergleichen! Das Apollo wurde sofort erkannt und der Console-Mixer erschien. Als ersten Test und zum Durchatmen stöpselte ich wieder meine Stratocaster in den Hi-Z-Eingang und lud Softube Metal Amp Room in den Insert – funktionierte prächtig. Immer noch kein Absturz. Nächste Haltestelle Cubase 7: Das Audiointerface funktioniert ... und sogar UAD-Plug-ins lassen sich aufrufen! Ganz erstaunlich war die Niedriglatenz-Performance des Apollo an diesem »bösen« On-Board-FW400-Anschluss: Unter Cubase ließ sich das Mellow Grand Piano schon im 64-Samples-Setting ohne Knackser spielen, und auch DIVA blieb ohne Aussetzer, bis etwa 10 – 12 Stimmen.

Tja, leider sollte es nicht dabei bleiben. In späteren Versuchen fror der Rechner mehrfach ein, lustigerweise meist bei einfachen Aufgaben wie dem Abspielen von Audiofiles in Winamp. Unterm Strich arbeitete also wirklich nur die von Universal Audio empfohlene Sonnet Allegro FW800-E fehlerfrei und zuverlässig. Dennoch ist mein Eindruck, dass umfassendere Kompatibilität und (noch) flottere Windows-Performance durchaus möglich wären, wenn Universal Audio noch ein wenig an den Treibern feilt.

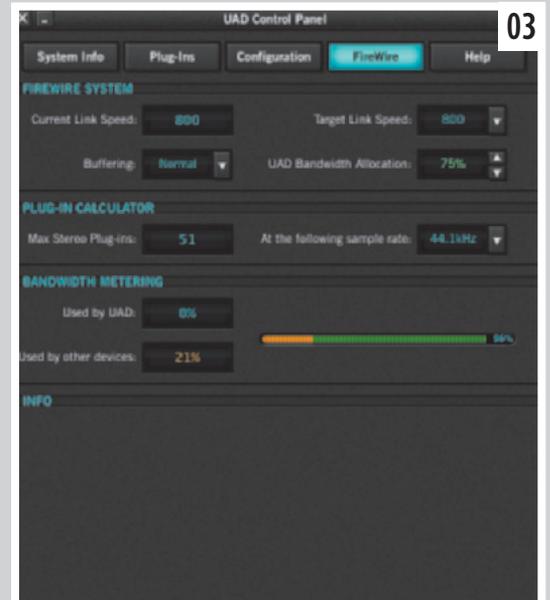
NIMM ZWEI

UAD Software 7.0 bringt für Apollo-Anwender einige neue Funktionen. So hat der Console-Mixer nun virtuelle Kanäle (4 x mono bzw. 2 x stereo) mit eigenen Kanalzügen inklusive Effekt-Inserts. Diese virtuellen Console-Kanäle können von der DAW als Ausgänge angesprochen werden, sodass es u. a. nun

Das vielleicht wichtigste Feature der neuen UAD-Software ist die Möglichkeit, zwei Apollos zu kaskadieren. Es muss sich allerdings um zwei Geräte gleichen Typs handeln, also entweder zwei »normale« Apollos (Dual und Quad können kombiniert werden) oder aber zwei der zur Musikmesse neu vorgestellten Apollo-16-Interfaces.



01



03



02

01 Zur Kaskadierung müssen die beiden Apollos per Daisy-Chaining am selben Port des Rechners hängen. Zusätzlich müssen sie über die ADAT-Schnittstellen verlinkt werden; für 88,2/96 kHz sind gar zwei Lichtleiterkabel erforderlich.

02 Bei Kaskadierung werden die Inputs der beiden Apollos hintereinander angezeigt. Um Platz zu sparen, empfiehlt es sich, von der Stereo-Link-Funktion Gebrauch zu machen (wie hier beim zweiten Apollo).

03 Auf dem FireWire-Bus wird's eng: Bei Verlinkung zweier Apollos bleibt bei 44,1 kHz noch Bandbreite für 51 Stereo-Plug-ins in der DAW (bei Windows nur 44 Instanzen). Je nach Plug-in könnten die acht Shark-DSPs zweier Apollo Quads aber über 100 Instanzen berechnen.

möglich ist, virtuelle Instrumente mit Echtzeit-UAD-Processing zu spielen. Darüber hinaus sind die virtuellen Console-Kanalzüge auch nützlich zum Anlegen individueller Kopfhörer mixes.

Bei der Kaskadierung zweier Apollo-Interfaces ist der Mischbetrieb eines Apollo Dual/Quad mit einem Apollo 16 nicht vorgesehen. Schade eigentlich, denn einige werden über die Erweiterung einer bereits erworbenen Apollo nachdenken. Auch ist es nicht möglich, drei oder mehr Geräte zu kaskadieren.

Andererseits sollte selbst ein mittelgroßes Studio mit zwei Apollo- bzw. Apollo-16-Einheiten ausreichend mit In- und Outputs verzahnt sein.

Kaskadieren ist sowohl mit FireWire- als auch mit Thunderbolt-Anbindung möglich. Letzteres erfordert aber die Thunderbolt-Option-Card (s. S&R 11.2012) in *beiden* Geräten, ist also ein teures Vergnügen (2 x ca. 500 Euro). Dafür lässt sich aber die geballte DSP-Power beider Apollo-Einheiten ungebremst ausschöpfen, während bei FireWire-Anbin-

dung die Bandbreite knapp werden kann. Wie oben erwähnt, ist Thunderbolt offiziell nur für Macs freigegeben. FireWire-Kaskadierung wird dagegen auch unter Windows unterstützt.

Da nur eins unserer Testgeräte die Thunderbolt-Option-Card installiert hatte, konnten wir die Kaskadierung nur via FireWire testen. Zur Verkoppelung müssen beide Apollo-Einheiten zweifach miteinander verlinkt werden: Zum einen müssen beide Einheiten per FireWire-800-Kabel verbunden werden und am

DA SICH BEIM KASKADIEREN BEIDE APOLLOS DIE BANDBREITE TEILEN MÜSSEN, DRÄNGELN SICH DIE DATEN AUF DEM FIREWIRE-BUS.

selben Rechner-Port hängen (Daisy-Chaining). Zum anderen wird der ADAT-Ausgang des zweiten Apollos mit dem ADAT-Eingang des ersten verbunden. Für höhere Samplingraten von 88,2 oder 96 kHz sind zwei Lichtleiterkabel erforderlich (das Apollo verfügt ja über doppelte ADAT-Ports); die höchsten Samplingraten von 176,4 und 192 kHz werden beim Kaskadieren nicht unterstützt.

Die Kaskadierung verdoppelt die Ausstattung nicht komplett. Die Master-Sektion mit dem regelbaren Lautsprecher-Ausgang ist nur auf dem ersten Gerät aktiv, die auf dem zweiten liegt brach. Auch der AUX-Weg 2 fällt weg. Außerdem sind durch die Kaskadierung die ADAT-Inputs des ersten und die ADAT-Outputs des zweiten Apollo belegt. D. h., es bleibt bei acht ADAT-Ein- und Ausgangskanälen.

Im Console-Mixer werden die Kanäle beider Apollos übrigens hintereinander angezeigt. Das macht es leicht, die Mixerkanäle der jeweiligen Hardware zuzuordnen, trotzdem wäre es wünschenswert, die Kanäle individuell umgruppieren zu können, damit beispielsweise alle acht Mikrofoneingänge nebeneinander liegen. In der Praxis empfiehlt es sich, von der Link-Funktion Gebrauch zu machen, die benachbarte Kanäle zu verkoppelt – alleine schon, um Platz zu sparen, denn bei so vielen Kanälen muss man selbst auf einem 24-Zoll-Display scrollen.

DOPPELSPIEL

Am eingebauten FW800-Port meines MacBook Pro 13 (Intel i5 2 x 2,4 GHz, 4 GB RAM) funktionierte der kaskadierte Betrieb zweier Apollo Quads auf Anhieb. Ebenso auf dem Windows-PC mit der von Universal Audio

empfohlenen Sonnet FW800-E-FireWire-Karte. Die Niedriglatenz-Performance war auf dem gleichen Niveau wie mit nur einem Apollo, wird also von der Kaskadierung nicht merklich beeinträchtigt.

Da sich beide Apollos die Bandbreite teilen müssen, drängeln sich die Daten auf dem FireWire-Bus. Für die Ein- und Ausgänge der beiden Audiointerfaces reicht die FW800-Bandbreite locker aus. Eng wird's dagegen, wenn viele UAD-Plug-ins in der DAW verwendet werden, denn jedes Plug-in erfordert ja gleich zwei Audio-Streams: einen vom Rechner zum Apollo, wo die DSPs die Berechnung vornehmen, und einen zweiten wieder zurück zur DAW. Während bei nur einem Apollo die FW800-Bandbreite in der Regel auch dafür ausreicht – jedenfalls solange man mit Abtastraten von 44,1 oder 48 kHz arbeitet –, wird's mit zwei Apollos allmählich eng. Das sollte man bedenken. Denn einerseits wird durch die größere Kanalzahl mehr FireWire-Bandbreite für die Ein- und Ausgänge aufgebraucht, gleichzeitig verdoppelt sich die DSP-Power, die man natürlich auch in der DAW nutzen möchte.

Kleines Rechenbeispiel: Abzüglich der für Ein- und Ausgänge und als Sicherheitsreserven reservierten Bandbreite bleibt bei 44,1 kHz unter Windows noch Kapazität für 44 Stereoinstanzen (der Mac-Treiber braucht weniger Reserve und schafft 51 Plug-ins). Dem gegenüber steht die geballte Power von insgesamt acht Shark-DSPs. Diese reicht für über weit über hundert Stereoinstanzen typischer Brot-und-Butter-Plug-ins wie dem 1176 LN, Cambridge EQ, ja sogar des SPL Transient Designers. Greift man nicht primär zu sehr leistungshungrigen Plug-ins wie der

Ampex ATR-102 Bandmaschine oder dem Manley Massive Passive, bleibt einiges an DSP-Leistung brach liegen. Es sei denn, man verbrät die übrige Leistung innerhalb der Console, denn dabei entsteht ja kein FireWire-Traffic.

FAZIT

Endlich kommen auch Windows-Anwender in den Genuss des Apollo-Interfaces. Die Treiber erweisen sich im Praxis-Test als ausgereift – wichtig ist aber, dass die von Universal Audio spezifizierte FireWire-Karte zum Einsatz kommt. Mit dieser lief das Apollo über den gesamten Testzeitraum stabil. Die Niedriglatenz-Performance unter Windows bleibt zwar etwas hinter den Konkurrenten RME und MOTU bzw. hinter den eigenen Mac-Treibern zurück, dennoch sind die erzielbaren Latenzen absolut praxistauglich.

Auch die Kaskadierung zweier Apollo-Einheiten läuft »rock solid«. Allerdings sollte man sich der Bandbreitenbeschränkung der betagten FireWire-Technologie bewusst sein. Mac-User sollten deshalb erwägen, in die Thunderbolt-Option zu investieren. Windows-Anwendern steht diese Möglichkeit derzeit nicht zur Verfügung, da Thunderbolt – offiziell – noch nicht unterstützt wird. Ohnehin steht in den Sternen, ob sich die technisch überlegene, aber teure Thunderbolt-Technologie im preisbewussten PC-Markt gegen USB 3.0 durchsetzen kann.

Für Windows-User mit hohem Kanalaufkommen möglicherweise interessanter als zwei kaskadierte Apollos dürfte das neue Apollo 16 sein, das dieser Tage in den Handel kommt – und demnächst hier getestet wird. Es bleibt spannend! ■