

# Das große Besteck

Dieter Kahlen  
Fotos: Dieter Kahlen

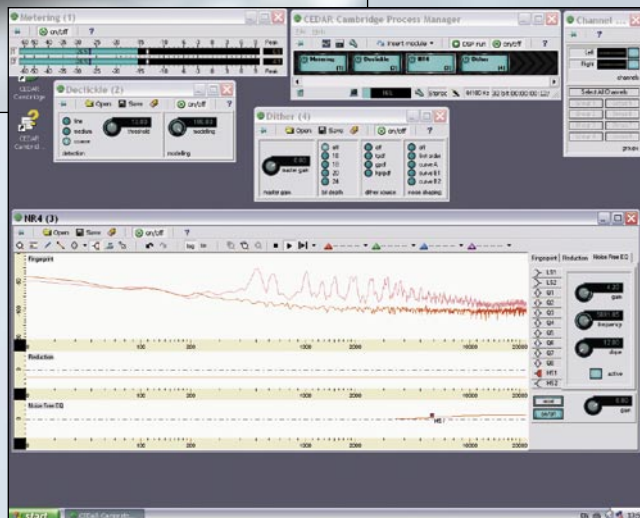
## Echtzeit-Audiorestaurierungssystem Cedar Cambridge

„Cambridge“ - das klingt zumindest für unsere Ohren ausgesprochen angenehm und zergeht förmlich auf der Zunge. Wie schön, wenn man einen solchen eleganten Produktnamen aus dem Köcher ziehen und gleichzeitig noch auf einen realen Bezug zur eigenen Firma verweisen kann. Schließlich hatte seinerzeit für Cedar alles in Cambridge angefangen, und noch heute ist die altherwürdige englische Universitätsstadt der Sitz des Unternehmens. Aber Cedar Cambridge gehörte sicherlich nicht nur aufgrund seines klangvollen Namens zu den interessantesten neuen Produkten während der Audio-Fachmessen im letzten Herbst. Schließlich hat Cedar als einer der Vorreiter der digitalen Audio-Restauration einen exzellenten Ruf zu verteidigen, und Cambridge markiert einen tiefgreifenden Generationswechsel innerhalb der Premium-Produktlinie des Herstellers. Immer wieder hat es Cedar in den vergange-



Diese Tatsache ist angesichts der inzwischen recht zahlreich im Markt vertretenen Mitbewerber aller Preis- und Leistungsklassen durchaus bemerkenswert. Schließlich gibt es heute auch schon brauchbare Restorations-Plug-Ins für ein paar hundert Euro, die übrigens nach der Beobachtung nicht nur betroffener Branchenkenner durchaus schon mal die Entwicklungsarbeit anderer Hersteller in sittsam variiertem Form ‚aufgreifen‘, um es einmal vornehm auszudrücken. Aber wenn nicht einige Anbieter für die wirklich innovativen Neuentwicklungen sorgen, gibt es irgendwann auch nichts mehr aufzugreifen - es ist deshalb nur logisch, dass sich Hersteller wie Cedar ihren Vorsprung auf der Entwicklungsseite auch so gut wie möglich bezahlen lassen.

Die Audio-Restauration, also das Befreien vorhandener Tonaufzeichnungen von Störkomponenten aller Art, gehört zu den vergleichsweise jungen Disziplinen innerhalb der professionellen Audiotechnik, die zwingend digitale Signalverarbeitungs-Technolo-

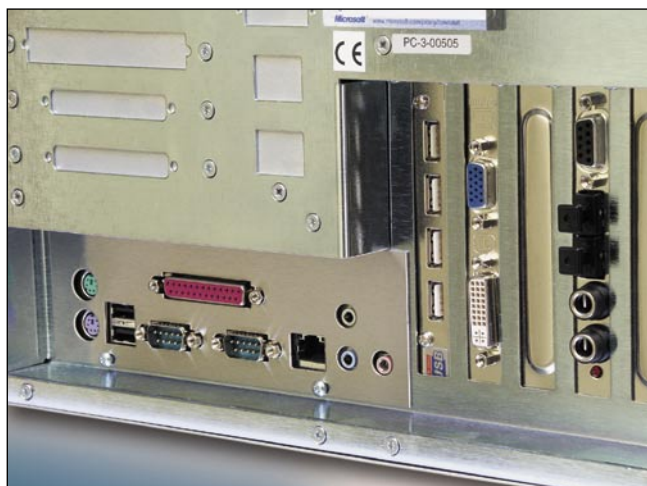


gien erfordern und erst auf ihrer Basis entstanden sind - wenn man von frühen Analogversuchen wie etwa dynamisch gesteuerten Tiefpassfiltern einmal absehen möchte. Mit wachsender Leistungsfähigkeit der dabei eingesetzten Prozesse werden auch die Einsatzgebiete für solche Verfahren immer vielfältiger. Ging es in den Anfangstagen noch vorrangig um die Aufbereitung analoger Masterbänder zwecks CD-Wiederveröffentlichung, so sind heute Aufgaben wie die Be-

nen Jahren verstanden, durch die Entwicklung neuartiger Werkzeuge im Bereich der Audio-Restauration ebenso wie durch deutliche Leistungssteigerungen bereits existierender Algorithmen seine Marktposition und damit letztendlich auch seine anspruchsvolle Preispolitik erfolgreich zu verteidigen.

arbeitung von O-Tönen in der Postproduktion, Forensik oder Tonarchive beispielsweise in Sendeanstalten hinzugekommen.

Cedar Cambridge wurde wie das Vorgängersystem ‚Cedar for Windows‘ als universelles und individuell konfigurierbares Modulsystem konzipiert, das sich durch den Kauf entsprechender Softwarekomponenten passgenau für alle genannten Aufgabengebiete einrichten lässt. Neben seinem ‚Flaggschiff‘ bietet Cedar auch verschiedene Stand-Alone-Pro-



zessoren sowie Softwaremodule für Audio-Workstations an, die sich auf jeweils eine Restaurations-Disziplin wie etwa Denoising oder Dialogbearbeitung konzentrieren.

Wie sein Vorgänger ist Cambridge ein dezidiertes PC-System für die Audio-Restaurierung unter Windows, das ausschließlich für die Echtzeit-Signalbearbeitung gedacht ist und darüber hinaus keinerlei DAW-Funktionalität für die Aufzeichnung oder anderweitige Bearbeitung von Audiosignalen beinhaltet. Im Unterschied zu ‚Cedar for Windows‘ werden die Algorithmen allerdings nicht mehr auf dezidierten DSP-Karten innerhalb des PCs gerechnet, sondern nativ auf der CPU. Zudem ist Cambridge grundsätzlich achtkanalig ausgelegt, so dass neben Stereo- auch Surroundbearbeitungen bis hin zu 7.1 möglich werden. Die entfallene Bindung an DSP-Bausteine hat außerdem eine weitaus höhere Flexibilität des Systems zur Folge. Bislang benötigte man pro Restaurations-Prozess und pro Stereosignal eine DSP-Karte; mit drei Karten waren also beispielsweise drei hintereinander in Echtzeit ablaufende Stereo-Prozesse möglich oder alternativ ein einzelner Prozess für 5.1-Surroundsignale. Diese Einschränkungen entfallen innerhalb von Cambridge völlig; hier kann die verfügbare Gesamtleistung frei zwischen Prozessen und Kanälen aufgeteilt werden. Da die DSP-Leistung zudem deutlich erhöht wurde, können mit Cambridge selbst beim parallelen Bearbeiten aller acht Kanäle noch drei oder vier Prozesse hintereinander ausgeführt werden. Grundsätzlich wurden alle bereits bekannten Algorithmen weiterentwickelt und dabei unter anderem auf 96 kHz-Standard gebracht. Neu hinzu gekommen sind globale Werkzeuge wie ein Metering-Fenster und ein Dither-Modul, aber

auch Algorithmen wie der NR-4, der den aktuellen Stand in Sachen Entrauschungs-Technologie bei Cedar repräsentiert, sowie die Module Declickle und Declip.

### Hardware

Wie das bisherige PC-System bei Cedar wird auch Cambridge ausschließlich als spielfertiges System geliefert und nicht als reine Softwarelösung für die eigene Installation. Der Hersteller liefert damit ein optimal konfiguriertes Produkt mit vorhersehbaren Systemeigenschaften und trägt gleichzeitig die Verantwortung für die einwandfreie Funktionsweise des Gesamtsystems; zudem schützt er auf

diese Weise seine Software vor Raubkopieren. Die so genannte TAC-Einheit (Timecode Automation Controller), ein zwingend zum System gehörendes 19"/1HE-Gerät mit Timecode-Schnittstelle und -Displays, das via USB an den Hauptrechner angeschlossen wird, übernimmt in diesem Zusammenhang die Aufgabe eines Hardware-Dongles, ohne den Cambridge sozusagen keinen Mucks von sich gibt - früher war diese Funktion von den im Rechner installierten DSP-Karten übernom-

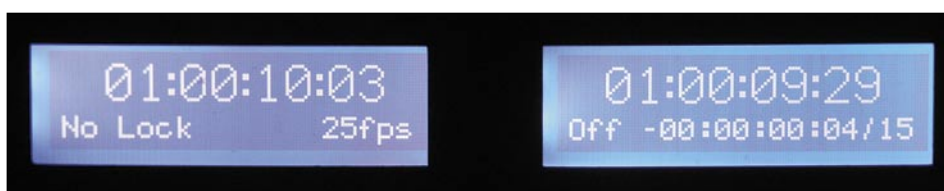


men worden. Die Timecode-Box liest eingehenden Zeitcode aus, zeigt ihn auf einem LC-Display an und übermittelt ihn als Zeitreferenz für die Snapshot-Automation an den Hauptrechner. Die Einheit besitzt keinerlei eigene Bedienelemente; alle Einstellungen wie beispielsweise Offsets werden über die Windows-Oberfläche des Hauptrechners vorgenommen. Alle gebräuchlichen Framerraten werden vom System unterstützt; ebenso kann die Zeitreferenz im Display und innerhalb der Windows-Anwendung wahlweise in verschiedenen Formaten wie SMPTE/EBU-Zeitcode, Millisekunden oder Samples dargestellt werden. Das System errechnet permanent die für die aktuelle Konfiguration benötigte Latenz zwischen Ein- und Ausgang und überträgt diesen Wert auf Wunsch als Offset für die Zeitcode-Anbindung, damit das System beispielsweise im Postproduktions-Einsatz stets lippen synchron bleibt.

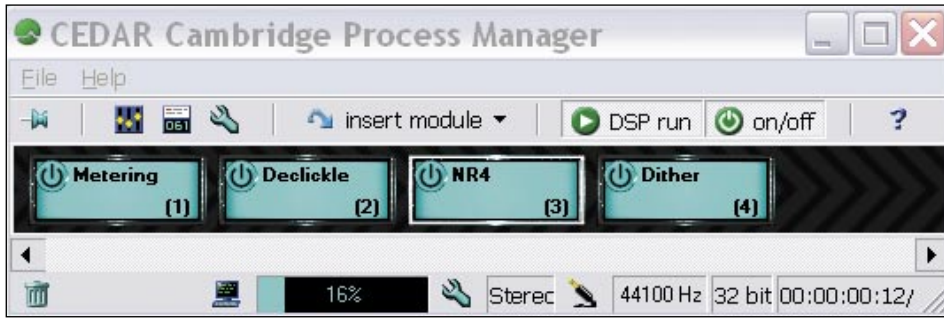
Zudem besteht die Möglichkeit, die errechnete Latenz immer auf ganzzahlige Frame-Werte aufzurunden, um den Synchronbetrieb mit Video weiter zu vereinfachen.

Als achtkanaliges Echtzeit-System wird Cambridge mit einer passenden Audiokarte geliefert, die vier digitale Ein- und Ausgänge im AES/EBU-Format bereitstellt. Unser Testsystem war allerdings aus zeitlichen Gründen noch mit einer anderen Karte bestückt, die lediglich eine AES-Schnittstelle beinhaltet.

Die nötigen Leistungsreserven für die Echtzeitbearbeitung von acht Audio-kanälen mit 96 kHz werden von einer Doppel-Pentium-4-Konfiguration bereitgestellt, die unter Windows 2000 oder XP Pro betrieben wird. Zur Serienausstattung des Systems zählt neben den heute üblichen Standard-Schnittstellen wie USB und LAN auch ein CD-Brenner von Plextor. Ein zusätzlicher Gehäuselüfter im Deckel sorgt für frische Luft



Die beiden Displays der Timecode-Einheit



im Rechner und leider auch für einen recht hohen Geräuschpegel im Studio; eine geräuschgedämpfte Installation des Systems ist also sicherlich eine gute Idee.

## Globale Funktionen

Nach dem Start der Cambridge-Anwendung erscheinen auf dem Windows-Desktop die zuletzt verwendeten Signalbearbeitungs-Module als autarke Fenster. Die zentrale Schaltstelle für die Konfiguration des Signalwegs und die Einrichtung globaler Systemparameter ist der für Cambridge neu entwickelte Process Manager. Seine Hauptaufgabe ist die Anordnung der für ein Projekt benötigten Bearbeitungsmodule im Signalweg des Echtzeit-Prozessors - ähnlich wie bei einem virtuellen Plug-In-Rack in einer DAW. Mit ‚Insert Module‘ können die auf dem System lizenzierten Prozesse nacheinander in den Signalweg eingefügt werden; die Reihenfolge der Module lässt sich dabei jederzeit durch Anfassen mit der Maus verändern. Ebenso kann ein Modul bereits hier im Process Manager durch einfaches Anklicken auf Bypass geschaltet werden; das entsprechende Feld erscheint dann abgedunkelt. Natürlich können gleiche Modultypen auch mehrfach in den Signalweg geholt werden. Für jedes geladene Modul wird auf der Oberfläche ein Fenster geöffnet, in dessen Kopfzeile eine in Klammern stehende Zahl angibt, welche Position der Prozess im Signalweg einnimmt. Überflüssig gewordene Module werden einfach mit Hilfe der Lösch- oder

durch Ziehen in den Papierkorb wieder aus dem Signalweg entfernt. Ein Statusbalken am unteren Rand des Process Managers zeigt zunächst die von der aktuellen Konfiguration benötigte Systemleistung an, und zwar als Balkendarstellung sowie als numerischer Prozentwert. Rechts daneben werden das gewählte Kanal-Setup sowie eingestellte Abtastrate, Auflösung und die aktuelle Zeitcode-Adresse angegeben. Mit On/Off lassen sich alle Prozesse gemeinsam an- oder abschalten; die Taste ‚DSP Run‘ schaltet demgegenüber den gesamten Audio-Signalweg des Systems ein oder aus. Das File-Menü gestattet das Ablegen kompletter ‚Workspaces‘ als Presets in einem Cedar-spezifischen Format, die neben den Einstellungen im Process Manager auch alle geöffneten Module mit ihren Parametern einschließen.

Grundlegende Systemeinstellungen werden im Setup-Fenster vorgenommen, das über ein kleines Schraubenschlüssel-Symbol aktiviert wird. Neben der Wahl des richtigen Audiokarten-Treibers und der gewünschten Abtastrate geht es hier vor allem um das Defi-

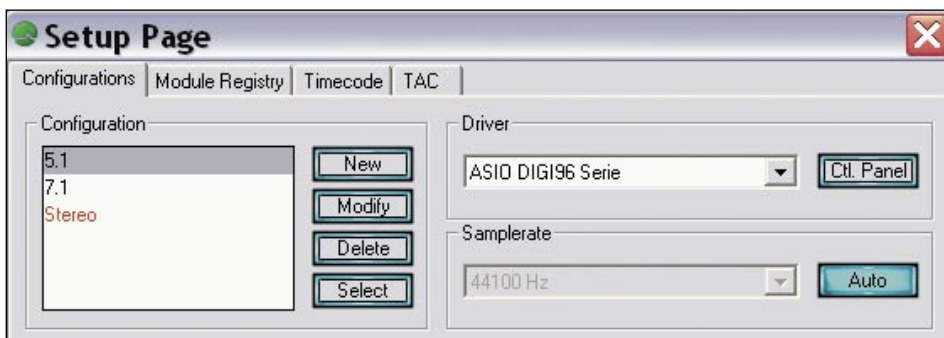
nieren und Laden bestimmter Kanalkonfigurationen. Beliebige solcher Konfigurationen können vom Anwender erstellt und benannt werden, etwa für den 5.1- und 7.1-Surroundbetrieb sowie einzelne und multiple Stereo-Bearbeitungen. Bestandteil jeder Konfiguration ist die Zuordnung der Ein- und Ausgänge der Audiokarte, die Benennung der verwendeten Kanäle sowie das Definieren von Gruppen. Letztere ermöglichen später einen schnellen Zugriff auf bestimmte Wege, wenn etwa lediglich für die drei Frontkanäle eines Surround-Signals ein Parameter editiert werden soll.



Channel Selector

Für diese Aufgabe ist der so genannte Channel Selector zuständig, ein wichtiger Bestandteil der neuentwickelten, mehrkanaligen Cambridge-Systemstruktur. Er unterstützt den Anwender schnell und einfach bei der Auswahl der zu bearbeitenden Kanäle. Nur wenn alle in der geladenen Konfiguration vorkommenden Wege in diesem Fenster angewählt sind, findet eine nachfolgende Parameter-Editierung in einem Modul auch auf allen Kanälen statt. Die dabei eingestellten Werte werden im Channel Selector separat für jeden Kanal numerisch angezeigt. Vorherige Offsets zwischen den Einstellungen einzelner Kanäle werden bei einer späteren gemeinsamen Regelung

übernommen. Hat man zuvor Gruppen definiert, so kann man nun durch Anwählen der entsprechenden Schaltfläche noch einfacher gezielt auf bestimmte Signalwege zugreifen, etwa auf die Front- oder Surround-Kanäle. Fasst man einen Drehregler an, so erscheint übrigens auf der Oberfläche eine mehrkanalige, kleine Faderdarstellung, die reflektiert, wieviele Kanäle von diesem Regler gerade editiert werden. Hat man das Prinzip des Channel Selectors einmal verstanden, so erweist er sich in der Praxis schnell als nützliches Hilfsmittel, um auch in komplexeren Konfigurationen die Übersicht zu behalten. Etwas nachteilig ist dabei lediglich, dass die Einstellwerte eines Parameters für die einzelnen Kanäle nicht ständig sichtbar sind, sondern zunächst durch Anwählen des Parameters ins Display des

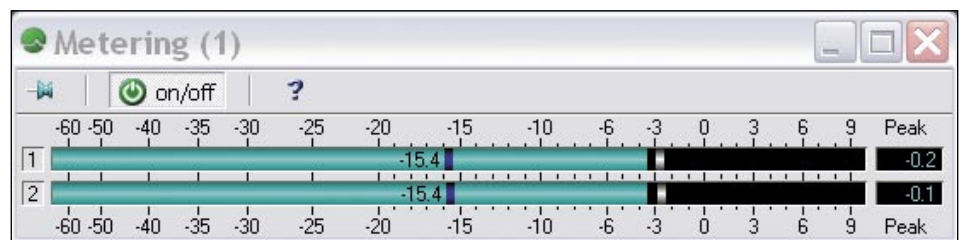




Channel Selectors geholt werden müssen. Die Alternative wäre allerdings die achtfache Ausführung jedes einzelnen Modulparameters als virtueller Drehgeber gewesen - eine schon aus Platzgründen wenig verlockende Option.

Neben der einfachen Preset-Speicherung gesamter Workspaces oder einzelner Modul-Setups bietet Cambridge auch die Möglichkeit einer zeitcodegesteuerten Snapshot-Automation aller Parameter. In der Praxis wird es häufig vorkommen, dass eine einmal gefundene Restaurations-Einstellung nicht über die gesamte Programmlänge unverändert stehen bleiben kann; vielmehr wird man im Regelfall für mehrere Programmteile unterschiedliche Setups definieren wollen. Hier ist der Event Manager eine schnelle und effektive Hilfe: Man erfasst lediglich für jeden der vorkommenden Programmteile einen Event mit den für diesen Teil optimierten Einstellungen, der nach dem Klicken auf ‚Insert‘ in der Liste des Event Managers erscheint. Nun ordnet man jedem Event die richtige Zeitcode-Adresse und eine passende Überblendzeit zu - fertig. Gegenüber einer unmittelbaren dynamischen Automation aller Parameter, wie sie beispielsweise DAW-Systeme bieten, scheint das von Cedar gewählte Verfahren in der Praxis deutlich schneller und übersichtlicher steuerbar zu sein. Schließlich geht es in der Restauration nur selten um das ‚Mitfahren‘ eines Parameters während der laufenden Modulation - viel häufiger wird man dagegen eine bestimmte Passage im Schleifenbetrieb so lange wiederholen, bis die optimale Einstellung gefunden ist. Soll es dann doch einmal ein dynamisch bewegter Parameter sein, so lässt sich dies über entsprechend lange Blendzeiten der Prefade-Option ebenfalls realisieren. Diese Funktion blendet zum angegebenen Zeitpunkt je-

den einzelnen Parameter vom alten in den neuen Event über. Wenn man einen Event angewählt hat und dann eine Einstellung im Setup verändert, kann man den Listeneintrag mit der Update-Taste jederzeit auf den neuen Zustand aktualisieren.



Ebenfalls neu eingeführt wurden zwei Module für die Pegelanzeige und das Dithering der bearbeiteten Audiosignale. Das Metering-Fenster arbeitet je nach Kanal-Konfiguration mit bis zu acht horizontalen Bargraphs, die gleichzeitig den RMS- und den Spitzenpegel sowie zwei Peak Hold-Werte (einer davon numerisch mit manuellem Reset, der andere grafisch mit einer Sekunde Reset-Zeit) darstellen können. Da die Pegelinstrumente an beliebiger Stelle im Signalweg angeordnet sein können (auch mehrfach!) und innerhalb des Systems aufgrund der verfügbaren Rechartiefe durchaus Pegel oberhalb von 0 dB auftreten können, ohne dass es zu internen Übersteuerungen kommt, reicht die Skalierung folgerichtig bis +9 dB. Natürlich muss man dafür Sorge tra-

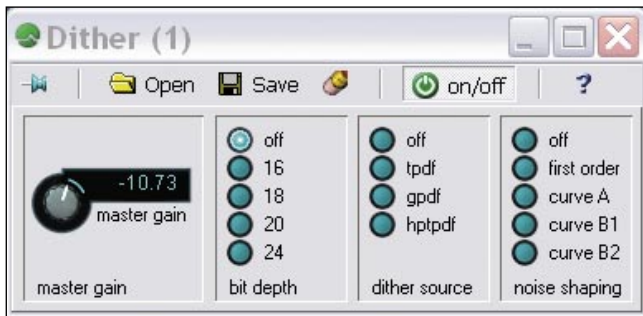
gen, dass das Signal am Ausgang 0 dBFS nicht überschreitet.

Am besten nutzt man für diesen Zweck das Dithering-Modul, das einen Master-Pegelsteller besitzt und das die Wortbreite mit Hilfe verschiedener Dithering- und Noiseshaping-Varianten auf einen Wert zwischen 16 und 24 Bit reduziert. Auch als einfacher Pegelsteller ist dieses Modul an beliebiger Stelle im Signalweg einsetzbar, beispielsweise beim Declicking übersteuerter Signale.

Der auf den ersten Blick vielleicht nicht sonderlich spektakulär aussehende Spektral-Analyzer, übrigens ebenso wie das Metering- und das Dither-Modul serienmäßiger Bestandteil jedes Cambridge-Systems, arbeitet mit einer außerordentlich hohen Auflösung von 0,02 Hz auf der Frequenzachse und erlaubt deshalb einen ausgesprochen präzisen Blick auf das Spektrum des Eingangs-

signals. Cedar vertritt die Auffassung, dass herkömmliche FFT-Designs für den Zweck der Audio-Restauration ganz besonders im unteren Frequenzbereich deutlich zu ungenau arbeiten. Wie bei allen übrigen Modulen mit grafischer Kurvendarstellung wird jeder Kanal zur leichteren Differenzierbarkeit in einer eigenen Farbe dargestellt. Besonders praktisch sind die vier modulübergreifenden Marker, die durch verschiedenfarbige Dreiecke dargestellt werden. Der Anwender kann sie an beliebiger Stelle im Frequenzspektrum positionieren, um beispielsweise besondere Problembereiche zu markieren. Die gesetzten Marker, deren Positionen auch als numerische Zahlenwerte dargestellt werden, erscheinen nun in gleicher Position in allen übrigen Modulen, in denen ei-





ne dezidierte Frequenzangabe Sinn macht. Man kann also bereits im Analyzer Positionen markieren, die später beispielsweise im Debuzz-Modul besonderer Aufmerksamkeit bedürfen.

Innerhalb der Analyzer-Fenster im System stehen dem Anwender noch verschiedene Spezialwerkzeuge zur Verfügung - beispielsweise ein Hilfsmittel zum Abmessen von Frequenzbereichen oder horizontale und vertikale Zoom-Funktionen mit der Möglichkeit, durch einfaches Anfassen der Lineale den gewünschten Bereich ins Sichtfenster zu rücken.

### Dehiss-3 und NR-4

Die unter Restaurations-Experten immer wieder kontrovers diskutierte Frage, ob ein Prozess möglichst ‚automatisch‘ arbeiten oder möglichst differenziert einstellbar sein sollte, beantwortet Cedar bei der Entfernung von Breitbandrauschen mit zwei separaten Modulen. Das bereits bekannte Dehiss-3 ist dabei die Automatik-Variante mit automatischer Fingerprint-Erfassung, wie sie auch in den 19“-Prozessoren des Herstellers verwendet wird. Die Einstellarbeit beschränkt sich auf die drei Parameter Threshold, Attenuation und Brightness. Mit Threshold teilt man dem Modul mit, auf welchem Pegelniveau sich der zu reduzierende Rauschteppich befindet; der Attenuation-Regler bestimmt den Grad der gewünschten Rauschentfernung. Mit Brightness kann man, falls nötig, einen individuellen Kompromiss zwischen den unterschiedlichen Artefakten finden, die der Prozess bei schwierigem Material erzeugen kann. Die Einstellung wird umso kritischer, je mehr Rauschen man entfernen möchte.

Ein kurzer Blick in die Preisliste macht allerdings schnell klar, dass Cedar eigentlich das zusammen mit Cambridge neu vorgestellte Modul NR-4 als das angemessene Werkzeug innerhalb des Systems zum Entfernen von Breitbandrauschen betrachtet - der Preis ist

genau um den Faktor drei höher als der für Dehiss-3. NR-4 repräsentiert gewissermaßen die ‚Visitenkarte‘ der Cedar-Entwicklungsabteilung in der Königsdisziplin der Audio-Restauration und beinhaltet das gesamte Know-How des Herstellers für dieses Aufgabenfeld.

Der Prozess arbeitet nach dem Fingerprint-Verfahren, benötigt also im Idealfall aus Ausgangspunkt für die Berechnung der Rauschreduktion zunächst eine Probe des zu entfernenden Rauschens ohne Nutzsignal-Modulation. Ist dies geschehen, so kann der Anwender den Fingerprint, das zu entfernende Rauschspektrum und das Spektrum des verbleibenden Nutzsignals ohne Rauschen unabhängig voneinander in separaten Bereichen des Fensters analysieren und editieren.

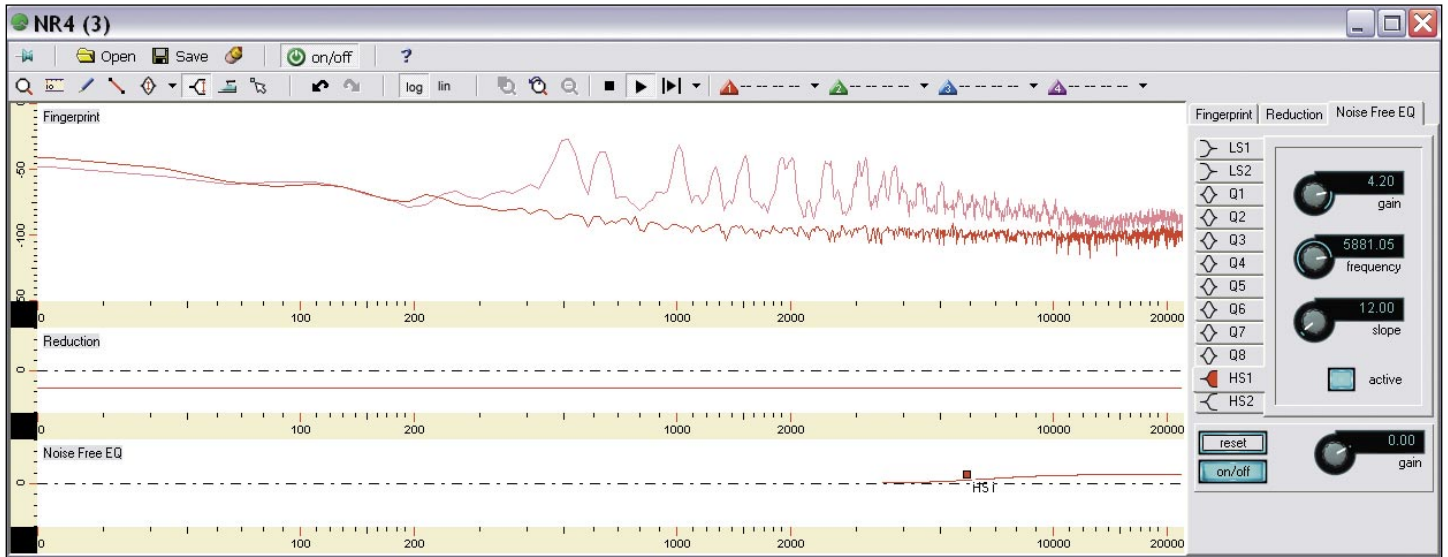
Ist dies Erfassen eines Fingerprints nicht möglich, weil beispielsweise ein zu entrauschendes Senkelband bereits sauber ‚auf Anfang‘ geschnitten wurde, so bietet NR-4 eine Reihe sehr komfortabler Werkzeuge an, um nicht perfekte Fingerprints zu editieren, enthaltene Nutzmodulations-Bereiche daraus zu entfernen oder auch eine Fingerprint-Kurve ganz neu zu erzeugen. Die Fingerprint-Kurve im oberen Fenster zeigt an, mit welchem Pegel das erkannte Rauschen bei jeder Frequenz im Signal enthalten ist. Diese Kurve wird von einem Echtzeit-Analyzer überlagert, der dem Fingerprint die Analyse des unbearbeiteten Eingangssignals gegenüber stellt. Falls bei der Fingerprint-Aufnahme auch ein Teil des Nutzsignals erfasst wurde, so lässt sich dieser Bereich durch den Vergleich mit dem vom Analyzer gezeigten Rauschteppich meist recht schnell identifizieren. Man beobachtet dazu einfach den Signalverlauf und sieht, wo der Rauschteppich verläuft und wo demzufolge die Kurve korrigiert werden muss, um wirklich nur

das Rauschen zu entfernen. Die zur Korrektur einsetzbaren Werkzeuge reichen von einem Bügeleisen zum Glätten einzelner Spitzen, die als Nutzsignal-Komponenten identifiziert wurden, bis hin zum Stift, um Teile der Kurve ganz neu zu zeichnen.

Hat man auf diese Weise ein gutes Fingerprint-Signal erzeugt, so kann man sich in den beiden weiteren Fenstern des NR-4-Moduls der unabhängigen Entzerrung von Rausch- und Nutzsignal widmen. Der ‚Noise Reduction EQ‘ dient dabei zur Entzerrung der zu entfernenden Signalkomponenten - ein nur auf den ersten Blick nutzloses Ansinnen. Auf diese Weise lässt sich nämlich beispielsweise festlegen, dass in einem als besonders störend empfundenen Frequenzbereich besonders viel Rauschen entfernt wird und in einem anderen dagegen weniger. Und schließlich kann man mit dem ‚Noise Free EQ‘ das entrauschte Nutzsignal entzerren, ohne dabei das Rauschen ebenfalls zu beeinflussen. Eine typische Anwendung wäre hier beispielsweise eine sanfte Höhenanhebung des Nutzsignals zur Kompensation subjektiv beim Entrauschen empfundener Höhenverluste.

In den Händen eines versierten Profis bieten die hier zur Verfügung gestellten Werkzeuge umfassende Möglichkeiten, um besonders individuell auf jede einzelne Aufgabe einzugehen und die jeweils bestmögliche Vorgehensweise zu ermitteln - oft auch abseits der üblichen Regeln. So existieren beispielsweise für kompliziertere Fälle verschiedene Strategien bei der Bearbeitung des Fingerprints, um einen bestmöglichen Kompromiss zwischen Artefakten (Zwitschern) und Effektivität des Entrauschens zu erzielen. Eine davon ist das Anheben der Fingerprint-Kurve über den eigentlich richtigen Pegel hinaus. Damit reduziert man das Zwitschern, der Gesamtklang wird aber etwas ‚mülmiger‘ - dies lässt sich jedoch durch eine nachfolgende Entzerrung oft wieder kompensieren. Noch präziser funktioniert das, wenn man zusätzlich mit gefilterten Fingerprints arbeitet und





damit nur Teilbereiche des Spektrums anhebt. Insgesamt erschien uns NR-4 als ein Werkzeug mit sehr präzisen und hochgradig individualisierbaren Zugriffsmöglichkeiten - ideal für Profis, die nicht alles über einen Kamm scheren möchten, sondern viele ‚Anfasser‘ benötigen.

### Declip

Es dürfte zu den ältesten Wünschen der Audio-Restaurateure gehören, übersteuertes oder sonstwie unbeabsichtigt verzerrtes Material wieder zu ‚entzerren‘, die dabei entstandenen Artefakte also nachträglich wieder entfernen zu können. Mit dem Declip-Algorithmus hat Cedar ein leistungsfähiges Werkzeug genau für diesen Problembereich entwickelt. Der Algorithmus überwacht dazu die statistische Verteilung der Samples auf der Pegelachse und stellt sie grafisch dar. Auf diese Weise werden Häufungen bei einem bestimmten Pegelwert, wie sie zumindest bei digitalem Clipping die Regel sind, schnell erkennbar. Die grafische Darstellung des Declip-Moduls zeigt die beschriebene Pegelstatistik, wobei die X-Achse die Pegelwerte und die Y-Achse die Häufigkeit ihres Auftretens darstellt. Dabei sind die Nulldurchgänge in der Mitte der horizontalen Achse angeordnet und die positiven und negativen Maximalwerte links und rechts - vergleichbar einer um 90 Grad gedrehten Wellenformdarstellung. Da die Nulldurchgänge bei Audiosignalen im Regelfall am häufigsten vorkommen, erreicht die Kurve in der Mitte ihr Maximum.

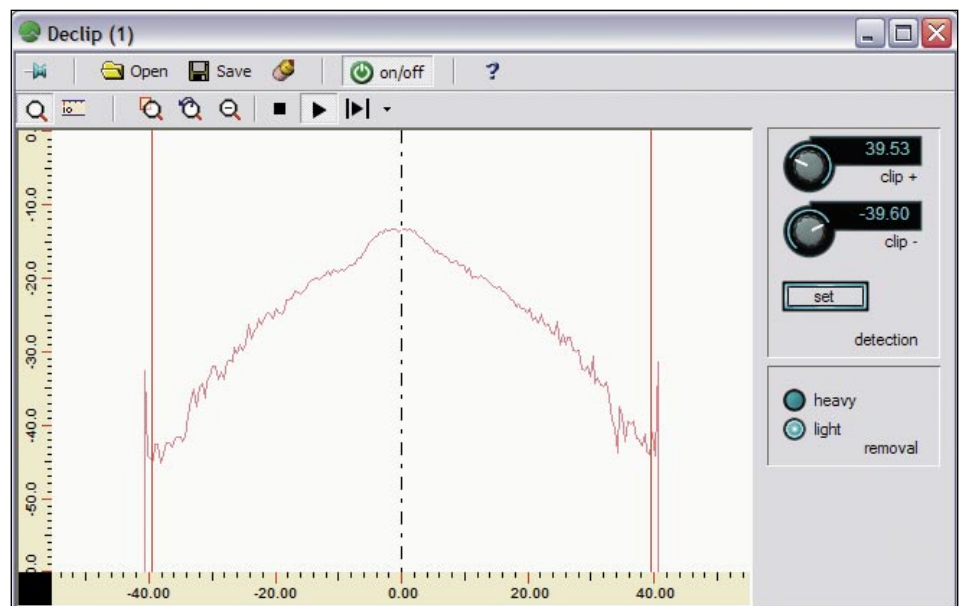
Verzerrungen im Eingangssignal zeigen sich im Idealfall in Form von deutlichen Nadeln an den äußeren Enden der angezeigten Kur-

ve, die auf eine Häufung der betreffenden Pegelwerte hindeuten. Zum Entfernen der Verzerrungen hat man nun die Aufgabe, zwei vertikale Cursorlinien mit Hilfe der dafür vorgesehenen Regler so zu positionieren, dass sie knapp innerhalb der Nadeln liegen (siehe Abbildung). Erste Hilfestellung leistet dabei die Set-Taste, die die Linien zunächst ungefähr auf die Randbereiche der Modulation positioniert.

Abhängig von der weiteren ‚Geschichte‘ eines Audiosignals nach einer digitalen Übersteuerung müssen die Clipping-Nadeln natürlich nicht zwangsweise auf der negativen und positiven Vollaussteuerung liegen - beispielsweise dann nicht, wenn das bereits verzerrte Signal später noch einmal eine Pegelregelung in einem Digitalmischpult durchlaufen hat. Der Anwender kann sich deshalb auch hier bei Bedarf mit einem

Zoom-Werkzeug näher an die Maximalwerte heranbewegen, um die Cursorpositionen exakter festlegen zu können. Nach erfolgreicher Cursor-Positionierung entfernt der Algorithmus die als ‚falsch‘ erkannten Samples und ersetzt sie im Rahmen einer Rekonstruktion durch geeigneterere.

Besonders beeindruckend funktionierte der Algorithmus bei unseren praktischen Versuchen dann, wenn das Signal vorher digital übersteuert worden war, beispielsweise durch Überfahren eines A/D-Wandlers. Hier ist die zur Identifikation benötigte Häufung der Samples auf einem bestimmten Pegelwert besonders ausgeprägt und Declip konnte die Störungen in den meisten Fällen praktisch spurlos entfernen. Übrigens besitzt das bearbeitete Signal meist einen deutlich höheren Pegel als das verzerrte Eingangssignal, so dass sich die Anordnung eines Dither-



Moduls mit Pegelregler nach dem Declip-Prozess empfiehlt.

Natürlich stellte sich nach den vielversprechenden Ergebnissen bald die Frage, ob so etwas möglicherweise auch mit analog verzerrtem Material funktionieren könne. Hier ist die Aufgabenstellung komplexer, da unzählige Ausprägungen und Varianten analoger Verzerrungen existieren und sie deshalb - auch wegen des Fehlens einer absoluten Pegelobergrenze - weniger eindeutig erkennbar sind. Unsere Stichprobe mit einem Klaviersignal, das im Analogpult unseres Teststudios bewußt übersteuert wurde, verlief allerdings auch hier ausgesprochen erfolgreich. Trotzdem wird der Prozess vermutlich nicht mit allen Typen analoger Verzerrungen gleichermaßen gut zurande kommen; so war die Bearbeitung ‚weicher‘ Vinyl-Verzerrungen beispielsweise schon deutlich schwieriger.

## Declickle

Mit dem schönen Wortspiel ‚Declickle‘ bezeichnet Cedar ein neues Software-Modul, das es auf die Bekämpfung zweier eigentlich recht unterschiedlicher Störungstypen abgesehen hat. Bisher gab es für diese Aufgaben unter den Bezeichnungen Declick und Decrackle zwei unabhängige Restaurations-Algorithmen von Cedar. Das neue Declickle beinhaltet nun nicht etwa eine einfache Verknüpfung dieser beiden Module, sondern basiert auf einem einzigen ganz neuen Algorithmus, der entwickelt wurde, um die noch vorhandenen Schwächen der bisherigen Prozesse etwa bei Bläsern und Streichern auszumerzen.

Die Ergebnisse unserer praktischen Versuche mit dem Declickle-Modul fielen ausnahmslos sehr überzeugend aus; der Algorithmus lieferte auch mit stark angegriffenem Material fast immer nahezu perfekte

Ergebnisse ohne hörbare Störungen oder Seiteneffekte. Dabei ist die Bedienung in diesem Fall fast schon ‚idiotensicher‘, und der zusätzlich verfügbare Modelling-Parameter, der den Umgang des Prozesses mit hochfrequenten Oberwellen des Eingangssignals variiert, musste nur in Ausnahmefällen angefasst werden. Überraschenderweise funktionierte Declickle übrigens auch ausgezeichnet bei der Entfernung einer hochfrequenten Dimmer-Störung (Sirren); dies allerdings erst nach dem Experimentieren mit dem Modelling-Regler.

## Debuzz

Ein weiterer Cambridge-Prozess, der sich während unserer Tests als besonders effizient und einfach bedienbar erwies, ist das Debuzz-Modul zum Entfernen von Brummstörungen und ihren Oberwellen. Das grundlegende Funktionsprinzip kennen wir bei-

denstellend verlaufen. Der jetzt im Rahmen von Cambridge vorgestellte Debuzz-Algorithmus wurde in der Zwischenzeit noch einmal signifikant verbessert, wenn man den Aussagen von Cedar glauben darf. Das aktuelle Modul arbeitet nunmehr im gesamten Hörbereich und entfernt damit die Oberwellen tief- und mittelfrequenter Brummstörungen aus dem Audiospektrum; dabei werden Signale mit einer Fundamentalfrequenz von bis zu 500 Hz erfasst. Sogar Nutzsignal-Anteile, die auf der Frequenz einer der Oberwellen liegen, sollen durch eine Analyse des dynamischen Verhaltens gerettet werden. Weiterhin folgt der Algorithmus etwaigen Drift-Bewegungen einer einmal erkannten Basisfrequenz mitsamt ihren Oberwellen. Zunächst fordert der Algorithmus die Eingabe der erwarteten Fundamentalfrequenz der Störung, die man beispielsweise mit Hilfe des Spektral-Analyzers ermit-



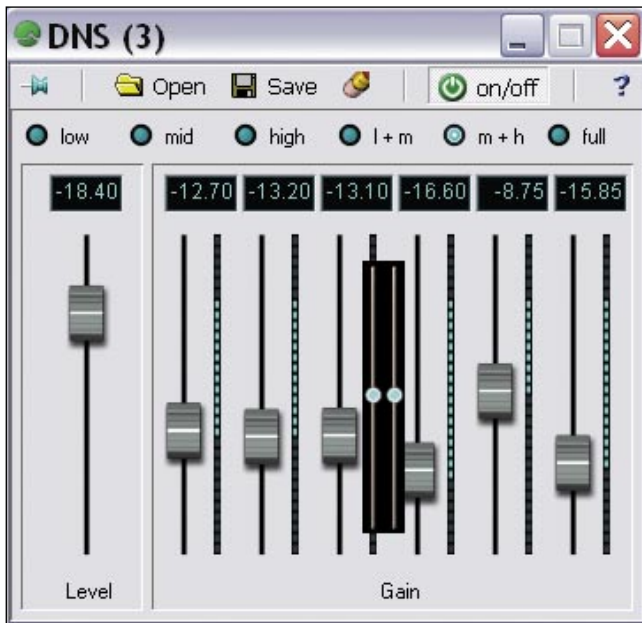
spielsweise aus einem entsprechenden Cedar-Processor der Baureihe ‚Series X+‘, der im Rahmen eines Testberichtes vor einigen Jahren bereits recht eindrucksvolle Ergebnisse geliefert hatte. Grundlage für die Entwicklung war seinerzeit die Erkenntnis, dass Versuche mit statischen Notch-Filtern aufgrund des ausgeprägten Oberton-Spektrums vieler Brummstörungen in der Regel wenig zufrie-

telt. Hier machen sich erwähnten modulübergreifenden Marker nützlich: Hat man die Basisfrequenz mit einem der Marker im Analyzer kenntlich gemacht, so überträgt eine Funktion der rechten Maustaste die dortige Frequenz automatisch in des Frequency-Feld des Debuzz-Moduls. In einer kleinen Grafik oberhalb des Frequenzreglers wird die aktuelle Abweichung von der eingestellten Fundamentalfrequenz durch einen Balken angezeigt.



## DNS

Das DNS-Modul (‘Dialogue Noise Suppression’) ist die Software-Variante des erfolgreichen Hardware-Signalprozessors DNS 1000, den Cedar vor einiger Zeit speziell für den Bereich der Postproduktion vorgestellt hatte. Sein Aufgabengebiet ist die besonders schnelle und einfache ‚Rettung‘ von O-Tönen, die ansonsten kostspielig nachproduziert werden müssten. Entfernt werden dabei häufig vorkommende Störungen



wie Verkehrslärm, Flugzeuge, Klimaanlage oder Regen, aber auch ein übermäßig hoher Raumanteil auf Mikrofonaufnahmen. So gibt es zum Beispiel Fernsehsender, die Mikrofonsignale aus ihren Studios während einer Live-Sendung mit dem DNS 1000 bearbeiten, da die Studios eine zu lange Nachhallzeit aufweisen. Das ‚Austrocknen‘ von Dialogen erweist sich auch dann als sinnvoll, wenn unterschiedlich klingende O-Töne einander angeglichen und dazu mit einem gemeinsamen neuen Raum versehen werden sollen.

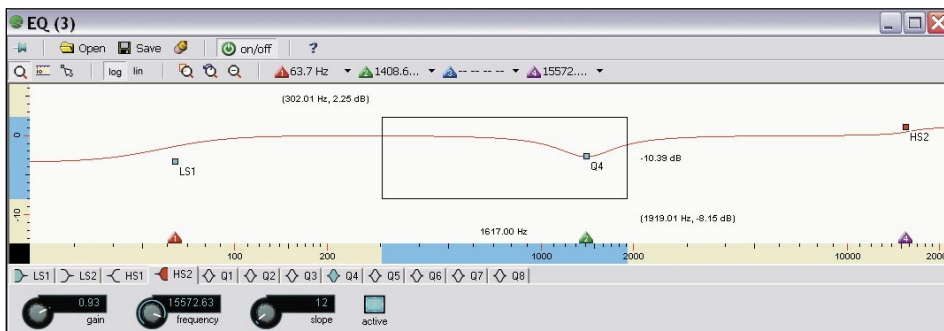
Das Funktionsprinzip des Softwaremoduls für Cambridge ist mit dem des Hardware-Prozessors identisch: Ausgangspunkt ist zunächst die Unterteilung des gesamten Spektrums in verschiedene Frequenzbänder, in

teilt dann dieses, natürlich grober, auf die sechs Regler auf. Nun kann man in den gewünschten Bändern mit den Fadern experimentieren und die Störgeräusche um bis zu -24 dB im Pegel reduzieren. Natürlich laufen im Hintergrund und für den Anwender unsichtbar komplexe Prozesse der Signalanalyse und -Restaurierung wie ab, die denen in anderen Restaurations-Tools ähneln. Wie alle Cambridge-Prozesse ist das DNS-Modul achtkanalig ausgelegt - im Gegensatz zur nur zweikanaligen Hardware-Variante dieses

Gerätes, die sich übrigens auf vergleichbarem Preisniveau wie die Software bewegt.

## EQ

Als Ergänzung für die verschiedenen Restaurations-Module bietet Cedar im Rahmen des Cambridge-Systems auch einen hochwertigen parametrischen Equalizer an, der wie die übrigen Module an beliebigen Positionen in den Signalweg geschaltet werden kann. Das EQ-Modul arbeitet mit einer internen Rechentiefe von 64 Bit und ermöglicht das Setzen von jeweils zwei Kuhschwanz-Filtern am oberen und unteren Ende des Spektrums sowie acht vollparametrischen Bändern. Die Parameter sind im laufenden Betrieb nebengeräuschfrei editierbar und werden natürlich wie alle übrigen Parameter



denen Störungen zu beseitigen sind. Die Art der zu entfernenden Störung ist dabei nebensächlich. Das vom Anwender per Knopfdruck gewählte Band wird dann mit den Fadern noch einmal in sechs Bänder aufgeteilt; alternativ wählt man mit dem sechsten Button ‚Full‘ das gesamte Spektrum und

vollständig vom Event-Manager im Rahmen einer Snapshot-Automation erfasst. Durch das wahlweise verkoppelte oder unabhängige Filtern aller bis zu acht Kanäle erweist sich das Modul als besonders flexibel beim Umgang mit Surround-Signalen.

## Fazit

Auch wenn wir eingangs erwähnten, dass Cambridge gegenüber dem bisherigen ‚Cedar for Windows‘ moderat preiswerter geworden ist, müssen sich Schnäppchenjäger bei Cedar nach wie vor etwas wärmer anziehen. Wie uns der langjährige deutsche Cedar-Vertriebspartner For-Tune mitteilte, liegt der Basispreis für ein achtkanaliges Echtzeit-System einschließlich Rechner, Timecode-Modul, achtkanaliger Audiokarte sowie der Module Metering, Dither und Analyzer bei 11.380 Euro zuzüglich der Mehrwertsteuer. Die Preise für die Restaurations-Module liegen je nach Typ zwischen jeweils knapp 5.100 Euro (Declip, Debuzz und Dehiss-3) und 15.270 Euro für das NR-4 zum Entfernen von Breitbandrauschen. Ein vollständig ausgestattetes System erreicht damit schnell eine Preisgrößenordnung von 40.000 Euro oder mehr, so dass Anwender, die nur gelegentlich einmal eine Audio-Restaurierung benötigen, als Zielgruppe eindeutig ausfallen. Ganz anders sieht das natürlich im Falle von Sendeanstalten mit ihren Tonarchiven, großen Mastering-Häusern oder Postpro-Studios aus, die solch ein System wirklich auslasten und damit demzufolge auch gutes Geld verdienen können.

Es ist eine hinlänglich bekannte Tatsache, dass man als Anwender die letzten Stufen ganz oben auf der Qualitätsleiter mit deutlich höheren Aufschlägen bezahlen muss, als dies im mittleren und unteren Preissektor der Fall ist - dies erklärt sich schlicht aus der Höhe der Entwicklungskosten im Verhältnis zur Anzahl erwarteter Systemverkäufe. Auch wenn unsere mit Cambridge gemachten Erfahrungen durchweg ausgezeichnet waren - bei einer komplexen Thematik wie dieser und angesichts des hohen Spezialisierungsgrads professioneller Audio-Restaurateure erschien es uns in diesem Fall eher vermessen, auf der Basis einiger mehr oder weniger stichprobenartiger Hörversuche hieb- und stichfeste Qualitätsausagen zu treffen, zumal die Qualität einer Audio-Restaurierung ohnehin eine recht subjektive Angelegenheit sein kann. Die Stärken und Schwächen der einzelnen Algorithmen offenbaren sich vermutlich erst nach wochen- oder monatelanger Praxis mit vielen unterschiedlichen Aufgabenstellungen – und natürlich bei entsprechender Expertise des Anwenders. Ausgezeichnet, soviel steht jedenfalls fest, gefiel uns das durchdachte Bedienkonzept des Systems, das nun auch



mehrkanalige Aufgabenstellungen komfortabel umsetzen kann und eine weitaus flexiblere Nutzung der verfügbaren Rechenleistung erlaubt als bisher. Das erste in Deutschland

verkaufte Cambridge-System geht schon in den nächsten Wochen an den WDR in Köln - übrigens bereits seit vielen Jahren ein zufriedener Cedar-Anwender. Na also... ■