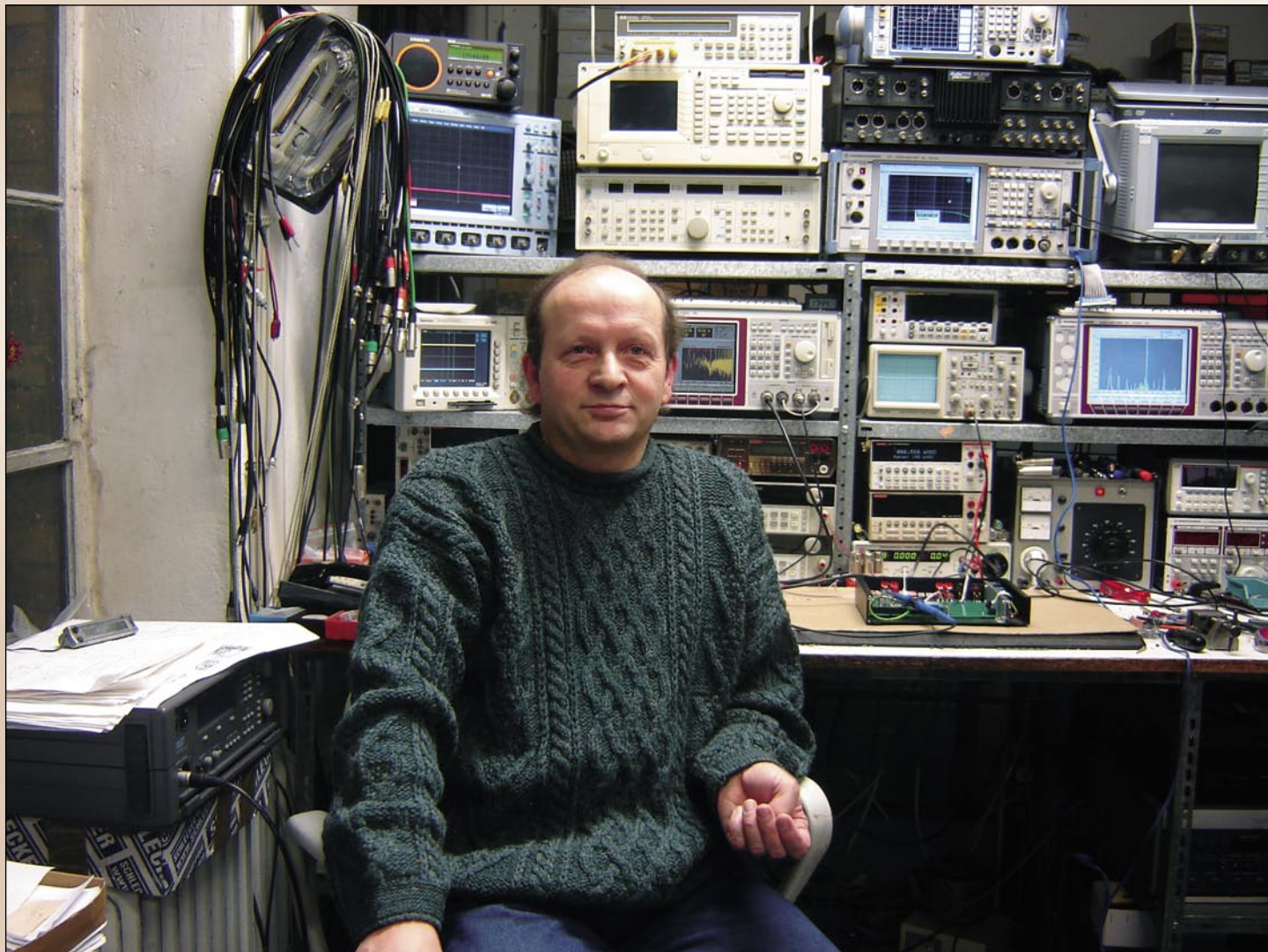


Bis ins letzte Detail

Friedemann Kootz
Fotos: Friedemann Kootz

Ein Interview mit dem Entwickler Thomas Funk



In einem typischen Berliner Hinterhof, in der zweiten Etage eines alten Fabrikgebäudes, hinter einer Stahltür sitzt Thomas Funk vor einer Wand aus hochwertigen Messgeräten. Hier versammelt sich die Creme-de-la-Creme der Audio- und Hochfrequenzmesstechnik – und er weiß genau, welches dieser Geräte welchen Parameter in den Produkten aus seinem Portfolio am präzisesten erfassen kann. Thomas Funk arbeitet mit einer nicht zu bremsenden Begeisterung für seine Arbeit und hat dabei einen unermüdlichen Antrieb: Die Suche nach jeder irgendwie möglichen Verbesserung – dem einen wichtigen Schritt

weiter. Nicht selten wird er dadurch zum ‚Schrecken der Messgerätehersteller‘, die seine Anforderungen fürchten, gleichzeitig aber auch zu schätzen wissen. Aber für ihn gibt es keine Alternative. Nur so kann Thomas Funk sicher sein, dass seine Anstrengungen bei der Verbesserung scheinbar unwesentlicher Parameter auch nachweislichen Erfolg erbringen. Die Resultate sprechen eine deutliche Sprache; es gibt weltweit eher wenige vergleichbare Audiogeräte, die mit technischen Werten Funk’schen Anspruches aufwarten können.

Ich traf mich mit Thomas Funk in seinem Firmengebäude und sprach mit ihm über seinen technischen Anspruch, die Arbeit mit Surface-Mounted-Devices (SMD) und seine besondere Begeisterung, das Optimum aus oft übersehenen Details heraus zu holen. Er spricht offen und selbstbewusst über seine technische Philosophie und Überzeugung. Dabei wird deutlich, dass wir es mit einem Vollblutentwickler zu tun haben, dessen enormes Wissen über Audiotechnik sich manchmal nur im Zusammenhang mit den eigenen Produkten entlocken lassen will.

Friedemann Kootz: *Du gehörst zu den Verfechtern von SMD und deine Entwicklungen sind, von mechanischen Bauteilen wie Potentiometern und Ähnlichem abgesehen, vollständig in SMD-Technik ausgeführt. Wo liegen für Dich die Vorteile?*

Thomas Funk: Wir verwenden seit ungefähr achtzehn Jahren SMD-Halbleiter und heutzutage werden sehr hochwertige, moderne ICs, egal ob sie für analoge oder digitale Anwendungen gedacht sind, fast ausschließlich in SMD-Bauform angeboten. Manche Hersteller haben noch lange Ersatzprodukte in DIL-Bauform geliefert, aber spätestens mit der Umstellung auf RoHS haben viele Unternehmen die Produktionen eingestellt. Heute werden keine großen Stückzahlen mehr davon benötigt, die Herstellung ist dadurch sehr teuer und nicht mehr wirtschaftlich darstellbar. Ähnlich ist es zum Beispiel bei analogen Übertragern. Die Stückzahlen für

unsere kleine Audiowelt sind einfach viel zu gering. Die Preise steigen dementsprechend in die Höhe.

Friedemann Kootz: *Deine analogen Systeme arbeiten vollständig ohne Trafos, für viele sind Trafos aber einer der Inbegriffe für guten Klang. Warum verzichtest du darauf?*

Thomas Funk: Ich bin, mit einem Augenzwinkern, ein „Feind“ von Trafos. Meiner Meinung nach gibt es heutzutage nur noch sehr wenige Aufgaben im Analogbereich, in denen Trafos eine Berechtigung haben. Es sei denn, man nutzt sie um ganz bewusst spezielle Soundeffekt zu erzeugen. Früher waren Trafos jedoch nicht als Effekt gedacht, sondern sie waren eine technische Notwendigkeit. Das Problem bei Trafos ist, dass sie im Audiobereich nur dann gut arbeiten können, wenn die Ein- und Ausgangsimpedanzen optimal auf sie abstimmt wurden. Viele Hersteller übergehen diese Problematik heute leider sehr oft und nutzen Trafos gedankenlos als Problemlöser am Ausgang, ohne die Spielregeln im Umgang mit ihnen zu beachten. Einige kannten das Prinzip vielleicht von der Bühne: „Es brummt? Trafo dazwischen, dann ist Ruhe“. Die Veränderungen im Klangbild werden in Kauf genommen. Dabei sind diese Veränderungen kein unabwendbares Schicksal. Die technischen Daten, die ohne Trafos erreichbar sind, zeigen aber, dass die Technologie heute einen großen Schritt weiter ist. Man kann mit elektronisch symmetrierten Ein- und Ausgängen technische Qualität wie nie zuvor

erreichen. Zum Beispiel Gleichtaktunterdrückungen von 110 dB bei 10kHz. Das ist mit keinem mir bekannten Trafo jemals möglich gewesen. Dazu kommt, dass man mit einer guten elektronischen Symmetrierung fast völlig unabhängig von der angeschlossenen Last ist. Der Phasen-, der Amplitudenfrequenzgang und auch die Verzerrungen sind bei guten Designs deshalb völlig unabhängig vom angeschlossenen Gerät. Man verliert dadurch diese schwer vorhersehbare Abhängigkeit des Klangs vom System der verbundenen Geräte. Vor allem bei tiefen Frequenzen sind Trafos empfindlich gegen Störungen. Egal wie gut der verwendete Trafo ist – nähert man sich mit der Frequenz langsam der Gleichspannung, kommt er prinzipbedingt schnell in die Sättigung, fängt an zu zerren und verschlechtert den Klang im gesamten Spektrum enorm. Viele solcher Probleme sind bei elektronischer Symmetrierung besser zu lösen. Aber diese Schaltungen sind, wenn sie gut sein sollen, natürlich aufwändig zu entwickeln, benötigen viele hochpräzise Komponenten und sind dadurch im ersten Moment nicht unbedingt kostengünstiger. Letztlich kommt es aber nur auf die Stückzahlen an, um wieder wirtschaftlich zu werden.

Friedemann Kootz: *Aber sind Schaltungen mit so hohem Bauteilaufwand nicht anfälliger für Defekte?*

Thomas Funk: Gute Elektronik geht praktisch nicht kaputt. Elkos können natürlich austrocknen und unter ungünstigen Umständen

den laufen sie auch mal aus. Der größte Unsicherheitsfaktor sind aber mechanische Teile, vor allem Schalter. Ich reagiere heute oft mit Unverständnis, wenn ich in moderne Tontechnik hineinsehe und feststelle, dass das Audiosignal über diverse offene mechanische Schalter geführt wird. Selbst mit Gold beschichtete Bauarten verlängern die Lebensdauer nur für eine Weile, beseitigen aber die generellen Probleme nicht. Deshalb schalten wir seit vielen Jahren weitgehend elektronisch. Man muss aber auch hier wieder sagen, dass es schwierig ist einen guten elektronischen Schalter zu bauen. Einfache elektronische Schalter sind billig, aber genügen den qualitativen Anforderungen für den professionellen Audiobereich nicht. Gutes Schalten stellt technisch einen großen Aufwand dar und ist im ersten Moment auch teuer, aber durch die praktisch eingesparte Serviceleistung und natürlich die Zufriedenheit der Kunden durch die hohe Zuverlässigkeit lohnt es sich am Ende doch wieder. Auch finanziell.

Friedemann Kootz: *Könnte man eine ähnlich hohe Soundqualität auch mit Relaischaltungen erreichen?*

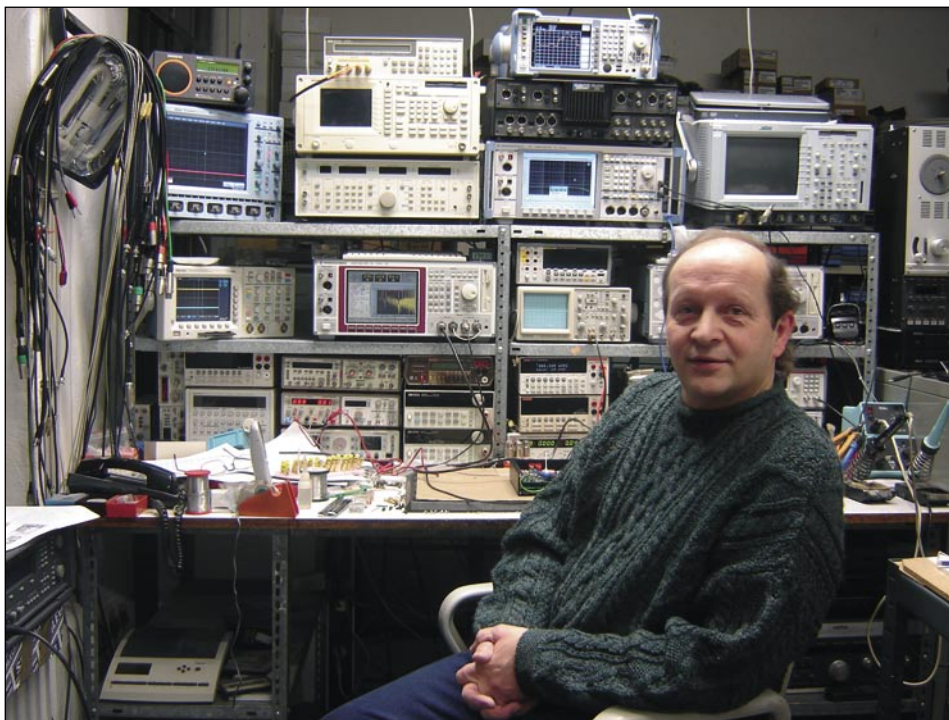
Thomas Funk: Nach IRT-Pflichtenheft ist eine Knackfreiheit dann gegeben, wenn das Schaltgeräusch ohne Modulation unter -60dB Quasi-Spitzenwert liegt. Bei unseren Geräten ist auch bei laufender Modulation keinerlei Schaltgeräusch wahrnehmbar. Man hört natürlich das Abschalten des Signals, da man abrupt in die laufende Welle eingreift. Aber dieses ‚Problem‘ ist natürlich, unabhängig von der verwendeten Technologie, niemals zu lösen. Es sei denn man entscheidet sich zu regeln anstatt zu schalten und erzeugt so eine Blende. Bei unseren Systemen wird jedoch alles geschaltet. Die Schaltvorgänge sind dabei in rund zehn Nanosekunden vollzogen. Wenn man das gleiche Audiosignal auf zwei unterschiedliche Eingänge legt und zwischen diesen beiden Eingängen wechselt, kann man die Umschaltung bei unseren Geräten kaum wahrnehmen. So präzise und schnell zu schalten ist mit Relais unmöglich, da alle Relais mechanisch prellen.

Friedemann Kootz: *Unter den Freunden der High-End-Musikwiedergabe tummeln sich viele Vorurteile, die oft durch verkaufswillige Händler genährt werden. Eines der verschmähten Themen*

sind wohl Schaltnetzteile, von denen du aber ein großer Verfechter zu sein scheinst?

Thomas Funk: Das ist ein sehr komplexes Thema. Vor allem den sogenannten ‚Audiophilen‘ ist es immer wieder schwer zu vermitteln. Deshalb versuchen wir die Kunden

gar Akkustromversorgungen. Das alles ist in der Regel nicht notwendig, wenn das Netzteil gut umgesetzt wurde und Netzstörungen nicht in die Audioversorgung weitergibt. Entscheidend ist die Qualität des Ausgangs und hier können Schaltnetzteile ihre Vorteile unter Beweis stellen. Bei einem



und Interessenten grundsätzlich mit Messungen zu überzeugen. Ich demonstriere immer wieder unsere Überlaststabilität, FFT-Rausch-Spektren und andere Messwerte, im Vergleich zu denen von konventionellen Längsreglertechnologien. Schaltnetzteile sind in vielen Punkten überlegen und eignen sich bei entsprechender Auslegung hervorragend für die meisten Anwendungen im Audiobereich. Dabei war der Ansatz bei der Entwicklung unserer Spannungsversorgungen ursprünglich ein ganz anderer. Mir persönlich ging es darum, unsere Netzteile umweltfreundlicher zu gestalten. Also deutlich geringere Verlustleistungen und weniger Temperaturänderung im Gerät zu realisieren. Zusätzlich wollte ich das Audiogerät von der Qualität der Netzspeisung so weit wie möglich abkoppeln. Egal mit welcher Spannung man unsere neuen Netzteile betreibt, ob mit 230 oder 110 Volt, man könnte sogar 100 Volt Gleichspannung anlegen, die Ausgangsdaten würden sich bei unserer Technologie fast nicht verändern. Vor allem im High-End Bereich nutzen viele Anwender für die Stromversorgung Filter, sehr teure ‚Netzreiner‘ und manche so-

konventionellen Netzteil werden die Lade-kondensatoren 100 mal pro Sekunde geladen. Dabei verbleibt eine Restwelligkeit in der Ausgangsspannung, die die bekannte 100 oder 50 Hz Störung verursacht. Diese ist bei allen Netzteilen zu beobachten und tritt bei schlecht realisierten Modellen besonders stark auf. Unsere Schaltnetzteile arbeiten bei 100 bis 150 kHz. Das heißt, dass das Netzteil rund 100.000 mal pro Sekunde Spannung aus dem Ladekondensator entnimmt. Dadurch entstehen zwar viele kleine Störungen, die aber durch gutes Schaltungsdesign zum Teil kompensiert werden können. Der Hauptvorteil liegt darin, dass es kaum elektromagnetische 100 oder 50 Hz Brummstörungen gibt und viele Probleme dadurch von vornherein ausgeschlossen sind. Einige unserer älteren Serien haben noch Trafonetzteile, bei denen wir das Brummen durch intelligenten Aufbau extrem weit absenken konnten. Es bleibt aber immer messbar und damit wollte ich mich nicht abfinden. Im Gegensatz dazu sind gut entwickelte Schaltnetzteile fast störungsfrei. Wir konnten zum Beispiel die Gesamtdynamik in unseren Symmetrieverstärkern

durch den Umstieg auf Schaltnetzteiltechnik nochmal um ein bis zwei dB erweitern. Alle unsere Geräte, die in den letzten fünf bis sechs Jahren neu entwickelt wurden, haben daher immer Schaltnetzteile. Außerdem sind unsere Netzteile alle im Gerätegehäuse untergebracht. Es gibt leider unter vielen Herstellern die Unsitte Steckernetzteile zu nutzen. Dadurch entledigt sich der Hersteller der Verantwortung die Einstreuungsproblematik im eigenen Gerät zu lösen und übergibt das Problem an den Anwender. Bei uns im Tonstudio hatten wir in einem Rack 15 Steckernetzteile, die alle wild in den gesamten Gerätepark einstreuten.

Friedemann Kootz: Können Schaltnetzteile problemlos und zuverlässig die nötige Leistung liefern oder gibt es dahingehend Nachteile zu konventionellen Netzteilen mit Trafos?

Thomas Funk: Tatsächlich verhält es sich genau umgekehrt. Wenn ein konventionelles Netzteil zu sehr belastet wird, kann es keine weitere Leistung nachliefern. Der Trafogerät in die Sättigung, verursacht noch stärkere Störfelder und fängt im Extremfall mechanisch zu brummen an. Unsere Netzteile können problemlos für ein paar Minuten die doppelte Nennleistung liefern. Die aktuellen Serien sind sogar mit einer Temperaturüberwachung ausgestattet. Das heißt, wenn ein Gerätehersteller das Netzteil ungünstig verbaut und es wird bei hoher Last durch mangelhafte Kühlung zu heiß, schaltet es sich automatisch ab, wartet bis die Temperatur wieder unter 70 Grad gesunken ist und fährt automatisch wieder hoch. Es gibt kaum noch Möglichkeiten diese Netzteile zu zerstören. Weder durch Kurzschluss, noch durch Hitze. Dies alles ist aber nur durch einen enormen Bauteil- und Entwicklungsaufwand zu verwirklichen. Normale Netzteile haben zwischen zehn und 25 Bauteile. Unsere bestehen aus über 150 Komponenten, doch der Aufwand lohnt sich. Wir haben in den vielen Jahren, in denen wir Schaltnetzteile bauen, noch nie eines reparieren müssen.

Friedemann Kootz: Warum nutzen dann nicht viel mehr Hersteller diese Technologie?

Thomas Funk: Das liegt meiner Meinung nach zunächst an den höheren Kosten. Der Preis relativiert sich jedoch, wenn man größere Stückzahlen in Serie baut und in verschiede-



nen Geräten nutzt. Weiterhin ist es in punkto Masseführung oft komplizierter Schaltnetzteile richtig zu integrieren. Manchen Kunden rate ich daher auch zu konventionellen Netzteilen, da die technischen Vorteile bei falschem Einbau eventuell teilweise verloren gehen könnten.

Friedemann Kootz: Intelligente Masseführung kann also über die Brummanfälligkeit einer Schaltung entscheiden?

Thomas Funk: Richtig. Ich hatte in den 80er Jahren für mein Studio einen Auto-Panner gekauft, der zu seiner Zeit weit über 2.000 Mark kostete. Ein Kollege von mir kaufte sich das gleiche Modell und wir mussten gemeinsam feststellen, dass beide Geräte bei ungefähr -60 dB brummen. Ich war fast wü-

tend, denn ich konnte nicht verstehen, wie eine Firma mit großen Stückzahlen solch einen Fehler in der Serie zulassen konnte. Und das zu einem Preis, der zu diesem Zeitpunkt für solche Geräte recht hoch war. Ich habe mich damals einen ganzen Nachmittag hingesetzt und mit Drähten die gesamte Masseführung geändert. Dazu mussten keine Bauteile ausgetauscht oder Komponenten hinzugefügt werden. Ich habe nur die Führung der Massebahnen verändert und dadurch eine enorme Reduktion der Brummstörung erreicht. Ohne einen Pfennig Mehrkosten. Leider scheint es immer wieder einige Firmen zu geben, die sich nicht tief genug in die Problematik der Masseführung einarbeiten wollen oder können.

Friedemann Kootz: Man kann eine gute Schaltung also mit falschem Masselayout verderben?

Thomas Funk: Ich habe viele Jahre im technischen Service gearbeitet. Unter anderem auch für drei Berliner Musikläden, für die ich Gitarrenverstärker reparierte. Ich hatte damals sehr selten Verstärker der Firma „Hi-

FOR-TUNE Vertrieb für professionelle Studiotechnik



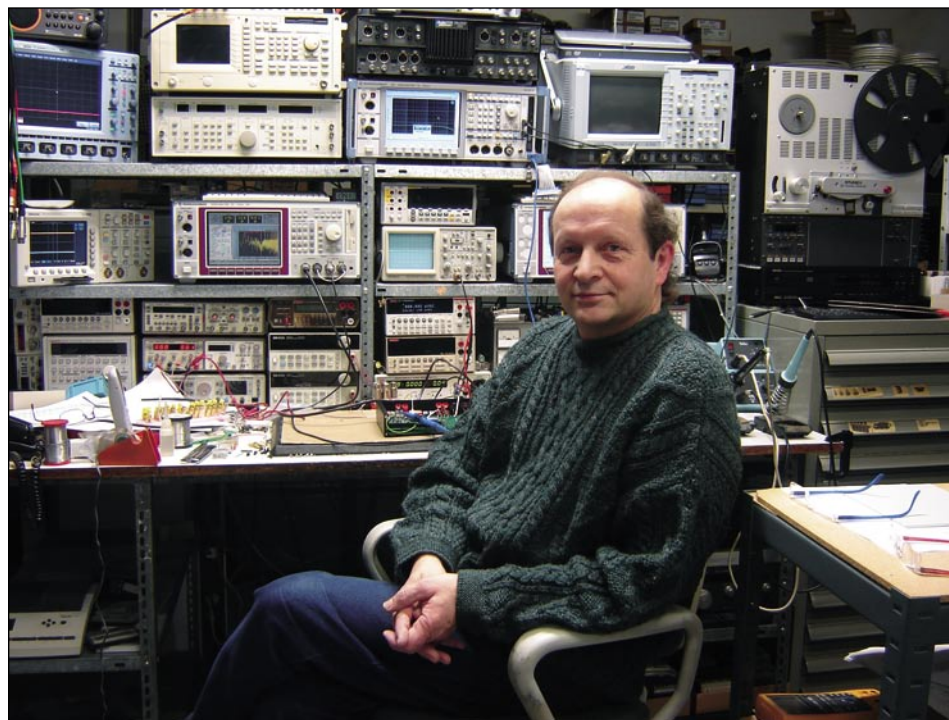
Unterstützt:

- Nuendo4 und Cubase5
- Logic8
- Pyramix
- HUI

For-Tune Vertrieb • Krummenackerstr. 218 • D-73733 Esslingen/Neckar
Tel.: 0711-46915185 • Fax: 0711-46915187 • <http://www.for-tune.de>

watt' in Reparatur, weil diese sich durch gute Qualität auszeichneten und fast nicht kaputt gingen. In den 70er Jahren fing einer meiner Kunden damit an, mit einem klei-

Bereich lachen oft über diese Aussage, weil sie denken, dass ich einen Scherz gemacht habe. Manche kommen auch vorbei und schauen sich unsere Werkstatt an. Es gibt



nen LKW über den Kanal zu fahren und eigenhändig Hiwatt-Nachbauverstärker unter anderem Namen aus England zu importieren. Die Nachbauten hatten zu 100% den gleichen Schaltungsaufbau wie die Hiwatt-Originale und waren sogar mit den gleichen Röhren bestückt. Jedoch hat keiner dieser Nachbauten zuverlässig funktioniert. Es kam so weit, dass alle importierten Geräte zuerst zu mir in die Werkstatt geliefert wurden, bevor sie überhaupt in den Laden kamen. In meinem Flur stapelten sich die neuen Verstärker und ich musste alle zunächst von ihrem Brummproblem befreien, bevor sie verkauft werden konnten. Der Grund war aber nicht, dass der Hersteller bei der Schaltung etwas falsch gemacht hatte. Sondern es lag an einem reinen Layout-Problem der Masse.

Friedemann Kootz: *Deine Entwicklungen sind wirklich bis in letzte Detail geplant, ausgemessen und geprüft. Hörst du dir die Geräte an, die du entwickelst?*

Thomas Funk: Nein. Unseren MTX-Abhörcontroller zum Beispiel habe ich vor etwa zwei Jahren zum ersten Mal gehört, obwohl wir ihn bereits seit neun Jahren im Programm haben. Unsere Kunden aus dem High-End-

immer wieder erstaunte Gesichter, wenn ich die einzelne Lautsprecherbox hinten unter dem Schreibtisch im Metallregal vorführe. Einige der „High-Enders“ reagieren manchmal regelrecht boshaft, wenn ich ihnen erzähle, dass wir keine Hörtests durchführen. Aber es ist einfach zu erklären. Wir entwickeln bei uns Technologie, deren wichtigste Eigenschaft absolute Linearität ist. Wenn ich einen Kompressor, einen Entzerrer oder irgendetwas Klangformendes entwickeln würde, würde auch ich Hörtests anstrengen um zu prüfen, ob es „gut“ klingt. Wenn ich mich richtig erinnere, kam es einmal vor, dass ich einen Kopfhörerverstärker entwickelt hatte und ihn mir unter Volllast mit etwa 10 dB Übersteuerung anhörte. Ich wollte damals herausfinden, ob sich die Stabilität der Schaltung im absoluten Grenzbereich so sehr verändert, dass man sie nochmals modifizieren müsste. Da das aber nicht der Fall war, hatte sich dieser „Hörtest“ nach zehn Minuten erschöpft.

Friedemann Kootz: *Wenn alles optimiert ist, kann es keinen Fehler geben, an dem der Klang leiden müsste...*

Thomas Funk: Wir bauten bereits 1993 einen digitalen Signalrouter, der 192 kHz Ab-

tastfrequenz beherrschte. Zu dieser Zeit hat noch niemand, auch nur im Entferntesten, über mehr als 48 kHz Taktrate nachgedacht. Unser 15 Jahre altes Gerät kann heute uneingeschränkt und ohne Modifikation 192 kHz Signale verarbeiten. Mich hat damals jedoch nicht interessiert, ob diese Rate jemals benötigt wird. Mir ging es schon immer nur um die Optimierung bis zur Grenze des Machbaren. Wenn eines unserer Geräte mit seinen Verzerrungswerten bei -130dB liegt und ich kenne eine Möglichkeit sie auf -135 dB zu reduzieren, dann werde ich diese Verbesserung vornehmen. Egal, ob es für den Hörer wahrnehmbar ist oder nicht. Sobald ich einen Weg sehe, mit dem ich einen Wert verbessern kann, setze ich ihn um. Natürlich nur im Rahmen des in irgendeiner Weise wirtschaftlich Machbaren. Und ich bin der festen Überzeugung, dass diese Kompromisslosigkeit der Schlüssel für unsere Firmenphilosophie ist. Ich denke nicht, dass es uns ohne diesen „Perfektionswahn“ noch geben würde. Vor einigen Jahren hatten wir Kontakt zu zwei Wirtschaftsberatern, die sich unsere Strukturen ansehen sollten um Verbesserungen der Wirtschaftlichkeit unseres Betriebes vorzuschlagen. Beide kamen nach einer Woche unabhängig voneinander mit dem gleichen Ratschlag: „Herr Funk, bei Ihrer Art zu wirtschaften haben wir nur einen Rat: Machen Sie zu. Besser heute, als morgen“.

Friedemann Kootz: *Gut, dass Du nicht auf sie gehört hast und es ist schön zu erfahren, dass es immer wieder Menschen gibt, denen andere Dinge wichtiger sind, als das bloße Geldverdienen...*

Thomas Funk: Es ist mir unheimlich wichtig, dass ich mir bei den Menschen, sowohl Kunden als auch Mitarbeitern Glaubwürdigkeit erarbeite. Ich bemerke heute ein sehr starkes Bedürfnis nach echtem Vertrauen. Egal ob in Menschen, Geräte oder Firmen. Aber diesen Respekt verschafft man sich nicht, wenn man wirtschaftliche Interessen in den Vordergrund stellt. Nur wenn man dem Gegenüber vertraut, kann man Rat annehmen und ihm wirklich zuhören. Und man muss hinter allem stehen, was man versucht zu vermitteln.

Friedemann Kootz: *Also dem Gegenüber die eigene Meinung nicht aufzwingen?*

Thomas Funk: Es bringt überhaupt nichts, jemandem die eigene Meinung aufzuzwingen. Man kann nicht auf der einen Seite sagen ‚ich baue es, wie du das gern möchtest‘ und im Hintergrund doch die eigene Vorstellung durchsetzen. Ich möchte den Kunden wirklich von dem überzeugen, was wir hier entwickeln. Manchmal dauert diese Überzeugungsarbeit über ein Jahr, manchmal gelingt sie auch gar nicht. Dann kauft der Kunde woanders und das ist dann auch in Ordnung.

Friedemann Kootz: *Wie hoch ist denn der Anteil an Sonderanfertigungen aus eurem Hause?*

Thomas Funk: Wir haben schon vor 20 Jahren aufgehört Einzelanfertigungen zu bauen. Es gibt dafür verschiedene Gründe. Zunächst sind wir eine sehr kleine Firma mit wenigen Angestellten und wir sind zeitlich und personell mit unseren Entwicklungen und der Serienfertigung komplett ausgelastet. Zum anderen sind die meisten Normen und Festlegungen für technische Geräte zugunsten der industriellen Fertigung festgelegt. Es müssen für jedes Gerät eine Unmenge an Messungen und Prüfungen abgelegt werden, so dass es sich für einzelne Sonderanfertigungen einfach nicht lohnen kann, diesen Aufwand zu treiben. Obwohl wir mit den meisten technischen Daten so weit von den Normen-Grenzwerten entfernt liegen und uns keine Sorgen machen bräuchten. Außerdem sind wir in der Lage die meisten Kriterien selber nachmessen zu können. Wir haben ja in unserer Werkstatt eine große Anzahl extrem hochwertiger Messtechnik, auch für den HF-Bereich.

Friedemann Kootz: *Die Platinen Eurer Serienprodukte werden extern industriell gefertigt. War die Umstellung auf RoHS für Euch deshalb leichter als für andere Firmen, die sich selbst mit der Platinenfertigung beschäftigen müssen?*

Thomas Funk: Rein wirtschaftlich betrachtet war die Umstellung eine Katastrophe. Früher haben wir, wenn wir ein Gerät entwickelt hatten, die Bauteile für wenige Geräte gekauft und damit die ersten Modelle aufgelegt. Erst wenn die Serienfertigung begann, bestellten wir die Komponenten nach. Dann allerdings kam es um die Jahrtausendwende dazu, dass die Hersteller von Mobiltelefonen begannen, plötzlich riesige Mengen Tantalkondensatoren vom Markt aufzukau-

fen. Die Preise stiegen auf das Fünffache und bisweilen gab es überhaupt keine mehr zu kaufen. Zu diesem Zeitpunkt habe ich



beschlossen, dass wir uns in Zukunft alle Bauteile auf Vorrat anschaffen. Es ist zwar wirtschaftlich keine gute Lösung, dennoch hatten wir die Bauteile für mindestens 150 Geräte lagernd, wenn wir 100 davon bauten. Bei vielen SMD-Bauteilen waren unsere Bestände noch deutlich umfangreicher, da bestimmte Komponenten grundsätzlich nur in großen Mengen bestellbar sind. Unser Lager war letztendlich so voll, dass wir zwei Jahre lang Geräte hätten bauen kön-

nen, ohne ein einziges Teil nachbestellen zu müssen. Wir hatten dadurch den Vorteil, dass wir fast alle Geräte in großen Stückzahlen sofort und ohne Wartezeiten liefern konnten. Ich habe es oft genug erlebt, dass Studioausstatter bei der Realisierung ihrer Planungen plötzlich an den Punkt kamen, an dem sie merkten, dass sie zum Beispiel Symmetrierer vergessen hatten. Solche Kunden kommen dann und brauchen sofort eine größere Anzahl Geräte, die wir auch wirklich von einem Tag auf den nächsten liefern können. Das Problem war dann, dass plötzlich RoHS auf dem Plan stand. Wir hatten vorher noch nie etwas davon gehört. Uns Herstellern blieb ein Jahr Umstellungsfrist, nach dessen Ablauf wir einen riesigen Anteil unserer Lagerbestände

nicht nur wegschmeißen, sondern zum Teil auch noch kostenpflichtig entsorgen mussten. Wir haben dadurch rund zwei Jahre an Einnahmen verloren, weil wir unser Lager komplett erneuern mussten. Zu den wirtschaftlichen Problemen kommt die Problematik des Lötens, die bis heute leider noch nicht ganz so gut gelöst ist, wie es bei Bleilot der Fall war.

Friedemann Kootz: *Ist RoHS also insgesamt eine politische Fehlentscheidung gewesen?*

Thomas Funk: Ich finde die Entscheidung, bestimmte Giftstoffe aus Komponenten zu entfernen, prinzipiell sehr gut. Das Problem war, dass der Zeitpunkt zu früh gewählt und die Übergangszeit viel zu kurz angesetzt wurde. Man hätte die Alternativen, vor allem beim Löten, deutlich besser vorbereiten und entwickeln müssen. Aber inzwischen haben wir die Umstellung gut überstanden und unsere Lagerbestände sind wieder aufgefüllt. Unser Anspruch, schnell und ohne Verzögerungen liefern zu wollen, hat sich natürlich auch durch RoHS nicht geändert. Da wir in Europa zu den Firmen gehören, die viele der modernsten Analog-ICs verbauen, ist es manchmal schwer schnell an bestimmte Bauteile heranzukommen. Wenn wir nicht unsere La-

SOMMER CABLE

SC-QUANTUM HIGHFLEX

Multipair Bühne, Studio & Installation Audio [AES/EBU]

- Adernpaare einzeln isoliert und mit Cu-Wendel geschirmt
- Kapazität 45 pF Ader/Ader
- Hochflexibel und torsionsfrei trommelbar
- AES/EBU (110 Ω) konform
- mit zusätzlicher Masseader

KATALOG GRATIS ANFORDERN!

SOMMER CABLE GmbH

Audio • Video • Broadcast • Medientechnik • HiFi
info@sommercable.com • www.sommercable.com

ger hätten, gäbe es kaum die Möglichkeiten für uns so schnell zu reagieren.

Friedemann Kootz: *Werden nicht unermüdlich neue ICs entwickelt?*

Thomas Funk: Aus genau diesem Grund nutze ich bis zu einem ganzen Tag in der Woche um zu recherchieren, welche Bauteile neu auf dem internationalen Markt angeboten werden. Manche Komponenten sind so neu, dass selbst die Vertriebe noch nicht bemerkt haben, dass sie ihr Portfolio erweitern sollten. Und wenn ich irgendwo etwas entdecke, mit dem ich die technischen Daten einer unserer Schaltungen verbessern kann, dann kaufe ich die neuen Bauteile sofort ein. Manchmal sind solche Verbesserungen sogar wirtschaftlich sinnvoll, aber das ist bei uns nur sekundär und passiert auch nicht sehr oft. Wir hatten vor kurzem wieder den Fall, dass wir einen Kondensator in einer Schaltung deutlich verbessern konnten. Leider kostete uns das neue Bauteil das Fünffache, dennoch habe ich dabei ein besseres Gefühl als vorher. Diese Sicherheit möchte ich an den Kunden weitergeben, aber soweit es geht ohne den Verkaufspreis zu erhöhen.

Friedemann Kootz: *Eure Preise sind wirklich nicht sehr hoch. Wird dies durch die Entscheidung ermöglicht, den Direktvertrieb zu behalten und keinen externen Vertriebsdienstleister zwischenschalten?*

Thomas Funk: Es haben sich gerade auf der Tonmeistertagung wieder einige Vertriebe darum bemüht mit uns zusammen zu arbeiten. Aber da unsere Margen von vornherein extrem klein sind, würden wir bei einem zwischengeschalteten Vertrieb unsere Produkte teilweise ohne nennenswerten Gewinn weitergeben müssen. Natürlich würde sich durch einen Vertrieb etwas besseres Marketing und eine höhere Verbreitung ergeben, wirtschaftlich hätten wir aber keinen Vorteil. Wir haben vor 8 Jahren einmal 20 LAP-1-Vorverstärker an einen Händler geliefert. Erst im Nachhinein habe ich genaue Rechnungen durchgeführt und festgestellt, dass wir durch den Mengenrabatt mit den 20 Geräten keinen Cent verdient haben.

Friedemann Kootz: *Eine Besonderheit Deiner Entwicklungen ist die enorme Bandbreite.*

te. Du hast Geräte, deren Frequenzgang zwischen 0,25 Hz und 1,4 MHz mit einer Abweichung von +/- 3 dB verläuft. Das Streben nach absoluter Linearität erschließt sich sofort, aber was hat dich dazu bewegt, die Bandbreite so extrem zu erweitern?

Thomas Funk: Als wir etwa 1980 an unseren elektronischen Audio-Matrixen entwickelten, hatte ich bei einem Prototyp eines Morgens das Problem, dass mir das damals noch vorhandene Schaltgeräusch lauter vorkam, als am Abend zuvor. Ich habe mich damals entschlossen meinen Ohren nicht Bedingungslos zu trauen, da der Mensch dafür viel zu sehr von den äußeren Umständen abhängig ist. Ich wollte messen, in welchen Bereichen sich der Pegel des Geräusches wirklich bewegt. Mir sollte dabei ein sehr genaues Messgerät helfen, welches im Frequenzgang viele hundert Kilohertz erfassen konnte. Leider wurde das Geräusch durch die enorme Messbandbreite von Rauschen überdeckt und ich entschloss mich, ein 30 kHz-Filter hinter das Testgerät zu schalten, um die Messung auf den Audiobereich zu beschränken. Die Anzeigen waren anschließend zuverlässig und nützlich. Mir fiel jedoch auf, dass sich der Klang des Schaltgeräusches auf meinem Kontrolllautsprecher verändert hatte. Obwohl der Filter erst deutlich oberhalb des Hörbereiches eingriff, hatte die Filterung doch einen Einfluss auf den Klang im hörbaren Frequenzbereich. Das Ohr besitzt Fähigkeiten Phasenbeziehungen zu erkennen und als Klangveränderung wahrzunehmen. Ich habe mich nach diesem Erlebnis entschlossen, alle unsere Geräte im Frequenzgang enorm offen zu gestalten und dadurch die Phasendrehungen so weit wie möglich aus dem Hörbereich hinauszudrängen.

Friedemann Kootz: *Gab es dadurch schon Probleme mit Pflichtenheft-Anwendern?*

Thomas Funk: Ich glaube es war 1996, da wollte der technische Leiter eines Landeshauses in alle seine Studios eines unse-

rer Geräte einbauen lassen. Natürlich musste unsere Entwicklung zunächst durch die hauseigene Messtechnik und ich bekam einige Tage später ein zweiseitiges Fax mit der Auswertung aller Messungen. Fast alle gemessenen Werte wurden als ausgezeichnet bewertet und es gab dadurch fast keinen Anlass für Kritikpunkte. Dann folgte jedoch



ein großes „Aber“. Die Messtechniker nutzten damals ein Audio Precision Messgerät, welches Frequenzgänge bis 200 kHz messen konnte. Die Messungen ergaben nun, dass unser Gerät bei 200 kHz fast keinen Pegelabfall aufwies. Dies war für die Kollegen der Messtechnik jedoch nicht akzeptabel. Ich musste den technischen Leiter in mehreren Gesprächen erst überzeugen, dass es keinen Sinn hat den Frequenzgang im Abhörweg zu beschneiden. Wenn eine Störung im Signal vorhanden ist, zum Beispiel Spiegelfrequenzen alter D/A-Wandler, dann muss diese hörbar gemacht werden und darf nicht im Abhörweg ausgeblendet werden, da sie in der Quelle natürlich weiterhin vorhanden bleibt. Trotz meines Überzeugungserfolges hatte ich mich nach diesen Gesprächen entschlossen eine bei 22 kHz bandbegrenzte Version anzubieten. Von dieser Version haben wir innerhalb von drei Jahren nicht mehr als fünf Stück verkauft. Der Leiter der eben beschriebenen ARD-Anstalt hat von uns kein Einziges bandbegrenzt davon erworben, dafür aber bis heute viele im Frequenzgang offene Versionen.

Friedemann Kootz: *Ich denke, inzwischen hat sich Deine Philosophie herumgesprochen und ist von den meisten akzeptiert worden?*

Thomas Funk: Manchmal helfen aber leider auch endlose verbale Ausführungen nicht beim Überzeugen. Wir hatten einmal einen Fall, da half mir der Zufall bei der Überzeugungsarbeit. Die Techniker einer anderen ARD-Anstalt wollten bei uns eine große Menge Symmetrierverstärker kaufen. Jedoch nur unter der Bedingung, dass wir sie mit Trafos bestücken. Da ich mich darauf nicht einlassen wollte, wurden die Symmetrierer gekauft wie sie waren und von einer anderen Firma mit Trafos nachgerüstet. Die Trafos wurden dabei einfach hinter unsere Ausgänge geschaltet, ohne jegliche Anpassung. Wir hatten fast zwei Jahre lang unzählige Diskussionen über den Sinn oder Unsinn dieser Umbauten, in denen sich die Kollegen trotzdem nicht alle überzeugen ließen. Dann erfuhr ich jedoch zufällig, dass im gleichen Studio fünf unserer MTX-Abhörverstärker installiert waren. Als es wieder einmal zur Diskussion kam, fragte ich nach, warum sie sich eigentlich bei den MTX-Geräten nicht über die fehlenden Trafos beschwerten. Die Kollegen fielen aus allen Wolken als sie erfuhren, dass im MTX auch keine Trafos verbaut sind, wovon sie aber, wie selbstverständlich, ausgegangen waren. Dieser Moment beendete die jahrelangen Diskussionen. Nach jenem Schlüsselerlebnis gab es von dieser Seite nie wieder Diskussionen mit uns über die

Notwendigkeit von Trafos. Bis heute sind dort viele unserer Geräte in Betrieb und es kommen regelmäßig neue hinzu.

Friedemann Kootz: *Manche Puristen propagieren den Einsatz von Trafos ja auch deshalb, weil man so den Bauteilaufwand auf das Nötigste reduzieren kann. Was den höchstzweifelhaften Gedanken impliziert, dass weniger Komponenten besseren Klang bedeuten.*

Thomas Funk: Viele Anwender denken, dass es klanglich am besten sei, so wenig wie möglich in den Signalweg zu schalten. Es kann aber genauso gut passieren, dass sich der Klang eines Gerätes verbessert, wenn ein zusätzlicher Verstärker nachgeschaltet wird. Dies passiert jedoch nicht, weil der Verstärker in den Klang eingreift, sondern weil er einige Probleme der Ausgangsschaltung des vorherigen Gerätes kompensieren kann. Wenn man einen Eingang elektrisch betrachtet, stellt man fest, dass er durch den Innenwiderstand und die Koppelkondensatoren des sendenden Gerätes einen Hochpass-Filter bildet. Solche Filter verursachen immer Änderungen im Phasen- und Amplitudenfrequenzgang, die bis in den Audiobereich hineinreichen können. Aus diesem Grund haben unsere Geräte oft riesige Eingangswiderstände von einigen Megaohm. Dadurch wird die Filtereckfrequenz so weit nach unten gesetzt, dass die durch den Filter entstandene Phasendrehung im Tiefbassbereich fast vollständig unter die Hörgrenze verschoben wird. Eine Veränderung im Amplitudenfrequenzgang ist dann ebenso

ausgeschlossen. Als wir im Jahr 2000 unsere LAP-Vorverstärkerserie präsentierten, berichteten uns einige Kunden, dass ihre Anlage nun mehr Bass wiedergeben würde. Das konnte aber nicht sein, da der LAP-1 so extrem linear ist, dass er keine Bassanhebung verursachen kann. Die Kunden hatten sich den Unterschied aber nicht eingebildet, sondern die Ausgangsstufen ihrer Hi-Fi-Geräte waren so kritisch dimensioniert, dass die Kombination mit dem zuvor verwendeten Gerät hörbar in das Tiefenklanglebild eingriff, was mit dem LAP dazwischen nicht mehr der Fall war.

Friedemann Kootz: *Der einfache Aufbau eines Filters erster Ordnung und die Gefahr, dass sie unbeabsichtigt entstehen, könnte vielleicht einer der Gründe für den relativ aktuellen Trend sein, Kondensatoren ganz aus dem Audioweg verbannen zu wollen?*

Thomas Funk: Kondensatoren sind eines der Reizthemen in bestimmten Kreisen. Das Problem ist, dass manche Anwender nicht genügend Hintergrundwissen haben und Bauelemente nach Hörensagen oder ohne korrekten Zusammenhang verurteilen. Ich hatte gerade wieder den Fall, dass ein Kunde in einem unserer neuen Kopfhörerverstärker einen Kondensator ausgetauscht hatte, weil er der Meinung war, dass man das von uns verwendete Modell im Audiobereich auf keinen Fall verbauen darf. Er wollte nicht einsehen, dass die Bauart des Koppelkondensators im Audiobereich nur dann eine Rolle spielt, wenn an ihm eine Wechsel-

INTERVIEW

spannung zwischen den beiden Anschlüssen abfällt. Da es sich aber um einen hochkapazitiven Koppelkondensator an einem sehr hochohmigen Eingang handelte, kann der von ihm verwendete Kondensator überhaupt keinen Unterschied zu dem von uns verbauten Modell verursacht haben. Koppelkondensatoren verhalten sich im Audiobereich im Idealfall wie ein Stück Draht. Treten durch verschiedene Koppelkondensatoren an derselben Stelle deutliche Klangunterschiede auf, ist der Kondensator in der Regel falsch (zu klein) dimensioniert. Entscheidend für die Qualität sind unterschiedliche Kondensatorbauarten aber zum Beispiel in Filtern und ähnlichen Schaltungen, in denen sie bewusst frequenzabhängig arbeiten. Das Problem stellt immer wieder die durch Unwissenheit verursachte Verallgemeinerung von technischen Gegebenheiten durch Anwender oder Leute die Modifikationen vornehmen dar.

Friedemann Kootz: *Es ist faszinierend zu erfahren wie viel Detailgedanken in Deinen Entwicklungen stecken. Es gibt wahrscheinlich nur wenige Menschen, die diese Details bemerken. Ich kann mir vorstellen, dass viele sie un-*

bewusst wahrnehmen und als selbstverständlich voraussetzen?

Thomas Funk: Es gibt einfach bestimmte Dinge, die mir unheimlich wichtig sind, obwohl sie niemals jemand bewusst wahrnehmen wird. Zum Beispiel, dass man nicht bemerkt, wenn in einem einfachen Gerät eine Software arbeitet. Die Steuerung sollte sich auf den Anwender einstellen. Ich möchte meine Arbeitsweise nicht auf ein Prozessorprogramm anpassen müssen. So verwenden wir zum Beispiel in unseren Abhörcontrollern keinen Endlosdrehgeber, sondern ein normales Poti mit Rechts- und Linksanschlag. Es bietet dem Anwender deutlich mehr Komfort bei der Lautstärkeregelung. Technisch stellt es dafür einen größeren Aufwand dar. Wir geben dabei eine sehr genaue Gleichspannung auf das Poti, die anschließend von einem A/D-Wandler digitalisiert und von einem Mikroprozessor verarbeitet wird. Ein Fensterkomparator sorgt dafür, dass es keine Sprünge gibt, wenn das Signal zufällig zwischen zwei Bits liegt und wir haben die Möglichkeit in Nulldurchgängen zu regeln. Das Gerät wartet dabei ein gewisses Zeitfenster ab, ob ein Nulldurchgang im Audiosignal auftritt und nutzt diesen für

die Regelung. Tritt keiner auf, wird am Ende des Zeitfensters natürlich trotzdem geregelt. Die Regelung erfolgt dabei rein analog in einer selektierten 4fach-Pegelsteller-Kaskade. Das Audiosignal selbst wird nicht digitalisiert. Durch diesen enormen Aufwand kostet allein die Lautstärkeregelung in den Abhörcontrollern so viel, wie einer unserer kleinen Vorverstärker komplett. Die Entwicklungszeiträume sind entsprechend lang. Wir haben uns gerade erst vor kurzem entschlossen die Regelung in den zukünftigen Modellen nochmals an vier Punkten des Regelweges zu optimieren. Dadurch können wir die kleinen Unterschiede der verbauten Potis noch besser kompensieren. Ich habe schon wieder viele Ideen für die nächste Gerätegeneration. Der Nachteil an unseren Geräten ist, dass sie sehr schlicht aussehen. Wir bauen nüchterne Arbeitsgeräte. Es hat sich erst später ergeben, dass der Hi-Fi-Markt auf uns aufmerksam wurde. Es gibt auch Menschen, die unsere Geräte wirklich schön finden. Wir sehen immer mal wieder Fotos, die begeisterte Anwender von unseren Geräten aufnehmen. Auf der anderen Seite habe ich in Foren schon gelesen, dass es Anwender gibt, die unsere Produkte allein wegen des Designs leider nicht kaufen... ■