

# Immer auf die Kleinen...

Thomas Funk und Friedemann Kootz  
Abbildungen: Friedemann Kootz

Analog in SMD – dann lieber gleich digital?



In der allgemeinen Wahrnehmung von analoger Studioteknik werden oftmals Klischees behaftete Attribute wie ‚Wärme‘, ‚Druck‘ und ‚Direktheit‘ verwendet, die in den meisten Fällen mit bestimmten Schaltungstechniken (zum Beispiel Class A) oder sogar einzelnen Bauelementen (das klassische Beispiel, die Elektronenröhren) assoziiert werden. Verbreitetes Halbwissen wird von Herstellern genutzt, die ihre Produkte mit den zugehörigen Emotionen vermarkten und so zur Legendenbildung beitragen. Kondensatoren von der Größe einer Coladose wecken bei manchen Anwendern ebenso positive Erwartungen, wie die Verwendung von SMD-Bauelementen von vornherein zu einer unbewussten Abwehrhaltung führt. In große Technik passt eben

schnell viel Strom hinein, kleine Komponenten wirken wie ein nur halb geöffnetes Wasserhahn und bremsen den Elektronenfluss unnötig aus. Deshalb ist ein Schmetterling ja auch langsamer als ein Jumbojet. Oder nicht? Nicht dass Missverständnisse aufkommen, wir möchten weder Zweifel an der Wichtigkeit und dem Reiz von Emotionen in der Verwendung von Studioteknik aufkommen lassen, noch Kritik an der Verwendung von Bauteilen in klassischer Größe üben. Wie immer geht es uns darum, die emotionale Diskussion unter Kollegen und Anwendern mit ein wenig mehr Hintergrundwissen zu füttern. Letztendlich macht es doch viel mehr Spaß die Meinungsverschiedenheiten mit echtem Fachwissen zu untermauern.

### Was sind SMT und SMD?

SMT steht für Surface Mounted Technology, die sich also in erster Linie nicht durch die Größe, sondern die Montageart von der klassischen, als Durchsteckmontage (Through Hole Technology THT) bezeichneten, Bauform unterscheidet. In den meisten Fällen wird jedoch die Abkürzung SMD (Surface Mounted Device) verwendet, die sich direkt auf das Bauelement und nicht die Technologie als solche bezieht. SMD soll im folgenden Artikel synonym für SMD und SMT verwendet werden. Der direkte Vorteil von SMD liegt darin, dass eine Platine von beiden Seiten mit voneinander unabhängigen Schaltungen bestückt werden kann. Theoretisch könnte auf der einen Seite also eine Kühlschranksteuerung und auf der anderen eine Mischpultschaltung montiert sein. Im Zuge dieser Entwicklung konnten die Bauelemente für SMD deutlich verkleinert werden, damit die Vorteile der Oberflächenmontage auch zu einer deutlichen Platzersparnis führen. Die SMD-Technik wurde, wie so vieles, für die Computertechnik entwickelt und hat die enormen Rechengeschwindigkeiten heutiger Computer erst möglich gemacht. Aus dem täglichen Leben sind Schaltungen in SMD nicht mehr wegzudenken, denn sie erlauben nicht nur die Herstellung von kleinen Handys und Netbooks, sondern werden in fast jedem elektronisch gesteuerten Gerät in unserer täglichen Umgebung verbaut. Aktuell sind fast alle Bauteile neben der Durchsteckbauform auch in SMD erhältlich. Zukünftig, aber auch zum Teil bereits heute, sind bestimmte Bauelemente ausschließlich in SMD am Markt verfügbar. Für die Entwickler bietet sich also manchmal gar keine Auswahl mehr an. Natürlich hat SMD nicht nur Vorteile, sonst wäre es vielleicht nie zu manchen Ressentiments gegen diese Technologie gekommen. Wie in vielen Bereichen des menschlichen Miteinanders haben sich solche Probleme mehr oder weniger konkret in die Erinnerungen und Meinungen eingebrannt und wurden als Halbwahrheiten verbreitet. Dabei hat SMD durchaus handfeste Vorteile, die den Einsatz in der Audiotechnik geradezu herausfordern.

### Störanfälligkeit

Ein wichtiger Vorteil von SMD liegt in seiner geringeren Anfälligkeit gegen Störungen. Schon durch die kleinere Oberfläche verringert sich der Einfluss durch Felder

und Störeinflüsse zum Beispiel durch Trafos, Schaltnetzteile, Mobilfunk und WLAN, deren Einwirkungen natürlich umso größer werden, je mehr Angriffsfläche sowohl das Bauelement, als auch die Gesamtplatine bietet. Dies ist unter anderem ein Grund, warum große Mischpulte einen um ein vielfaches höheren Aufwand bei der Abschirmung erfordern als ein 19 Zoll Gerät. Wird bei der Entwicklung der SMD-Platinen darauf verzichtet, beide Seiten zu bestücken, kann die Rückseite zum Beispiel für eine sehr große Massefläche genutzt werden. Tatsächlich ist die Masseführung einer Schaltung mit entscheidend für die Rauschmut und Brummanfälligkeit eines Systems. Fläche ist dabei nicht alles, kann aber einen stark vereinfachenden Faktor in der Entwicklung darstellen. Moderne Mikroprozes-

soren werden heute nicht mehr in DIL-Bauweise (das klassische Tausendfüßlergehäuse) angeboten, da die sehr hohen Taktfrequenzen keine langen Leitungswege mehr gestatten. Dies kommt auch in der Audiotechnik zum Tragen, bei der kurze Leitungswege entscheidend zur Erhaltung der Tonqualität beitragen. Auch hier spielt, neben geringeren Leitungsverlusten, die Abmessung der Oberfläche eine große Rolle. Einige Hersteller exklusiver High-End-Audiotechnik werben damit, dass ihre Geräte intern mit kurzen Leitungen Punkt-zu-Punkt verdrahtet sind. Dabei sind die elektrischen Wege auf einer SMD-Platine, sowohl innerhalb der Bauelemente, als auch die Verbindungsstrecken auf der Platine, viel kürzer, als dies mit herkömmlichen Komponenten überhaupt möglich wäre.

**MICROTECH GEFELL**   
microphones & acoustic systems - founded 1928 by Georg Neumann

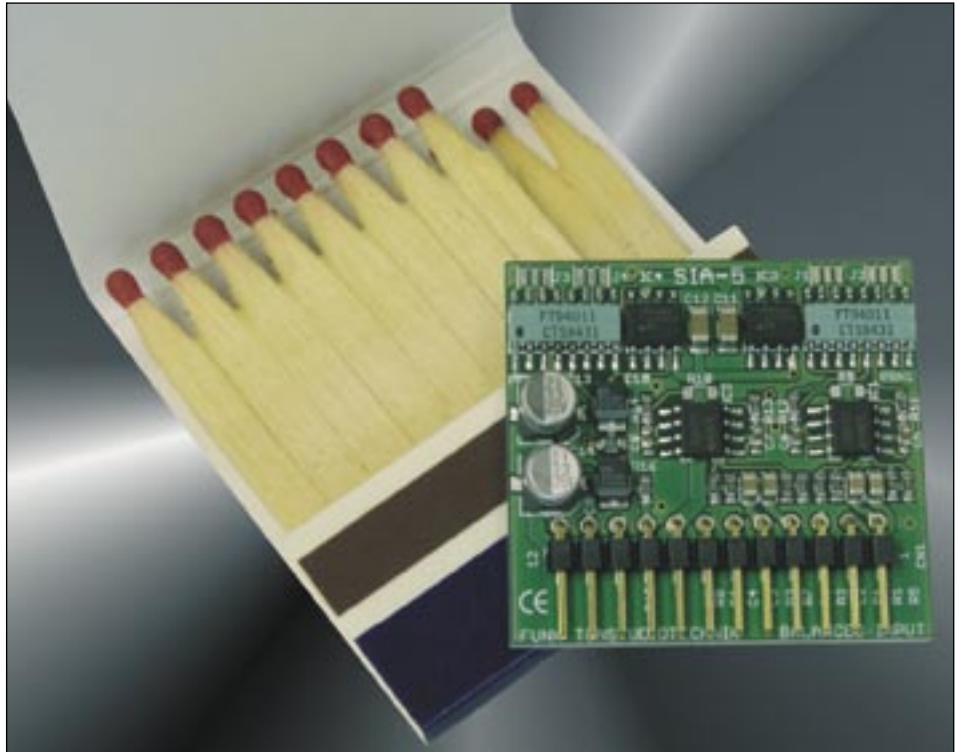
Ein großes Mikrofon für große Emotionen

mehr Emotionen unter [www.microtechgefell.de](http://www.microtechgefell.de)

## BACKGROUND

### Wärme

Elektrische Schaltungen produzieren neben dem gewünschten Signal immer auch einen sehr großen Anteil Wärme. Diese Hitze muss vom Bauteil abgeleitet werden, damit sich das Modul nicht durch die produzierte Abwärme selbst zerstört. Dabei gerät die SMD-Technik an eines ihrer wichtigsten Probleme. Denn mit der verringerten Oberfläche verlieren die Komponenten auch ihre essentielle Wärmeleitung. Übrig bleibt nur die Möglichkeit die Wärme über die Lötstellen auf die Platine zu verteilen. Dies ist natürlich nicht so einfach und so sind die thermischen Anforderungen an Bauelemente in SMD deutlich höher als bei größeren Komponenten. Hinzu kommt, dass die Verlotung von SMD Platinen meist in sogenannten Reflow-Öfen durchgeführt wird. Dabei werden die Platinen zunächst mit Lotmittel bedruckt, anschließend bestückt und mit verschiedenen Verfahren gebacken. Die Temperatur kann dabei 250 Grad Celsius und mehr betragen. Die thermische Belastung liegt damit um ein Vielfaches höher als bei der Durchsteckmontage, bei der die einzelnen Komponenten durch das Löten an ihren Anschlussbeinen selten mit mehr als kurzzeitig einwirkenden 100 Grad Celsius belastet werden. Bei der Herstellung stellt diese Belastung natürlich indirekt eine Qualitätskontrolle dar – angeschlagene Komponenten fallen bei der Verlotung oft aus und können sich



*Zum Größenvergleich ein Streichholzbriefchen.  
Als THT-Modul wäre diese Größendimension nicht erreichbar*

so schwieriger als Ausfallkandidat in das Endprodukt ‚schummeln‘. Module, die den Lötvorgang unbeschadet überstehen, werden wahrscheinlich auch den thermischen Belastungen im Alltag standhalten können. Ein zusätzlicher Vorteil dieser Reflow-Lötung ist die daraus resultierende künstliche Alterung der gesamten Schaltung. Ei-

ne Platine, die diesen Erhitzungs- und Abkühlungsprozess hinter sich hat, wird sich, im Vergleich zur bedrahteten Technik, während der Lebenszeit nur noch unwesentlich durch Alterung in ihren technischen Parametern verändern.

### Wertgenauigkeit

Wenn man in einen Elektronikladen geht und einen Kondensator kaufen möchte, dann erhält man ein Bauelement, dessen Hauptaufgabe es ist, eine gewünschte Kapazität bereitzustellen. Ungewollt erwirbt man dabei natürlich auch verschiedene Widerstände und Induktivitäten. Es gibt keine Komponenten auf der Welt, die eine elektrische Eigenschaft isoliert bereitstellen können. Dennoch sind die ungewollten Eigenschaften von SMD-Bauteilen deutlich geringer als die von bedrahteten Komponenten. So entstehen bei der Durchsteckmontage automatisch Kapazitäten und Induktivitäten, allein durch die Stärke der Platine und die Anschlussleitungen, was bei SMD sehr deutlich verringert auftritt. Eine SMD-Schaltung wird somit bei höheren Frequenzen genauer an das zuvor errechnete Ergebnis heranreichen, als ein klassischer Aufbau. Daraus folgt eine mögliche Verbesserung des Phasen- und Frequenzgangs der Baugruppe insgesamt.

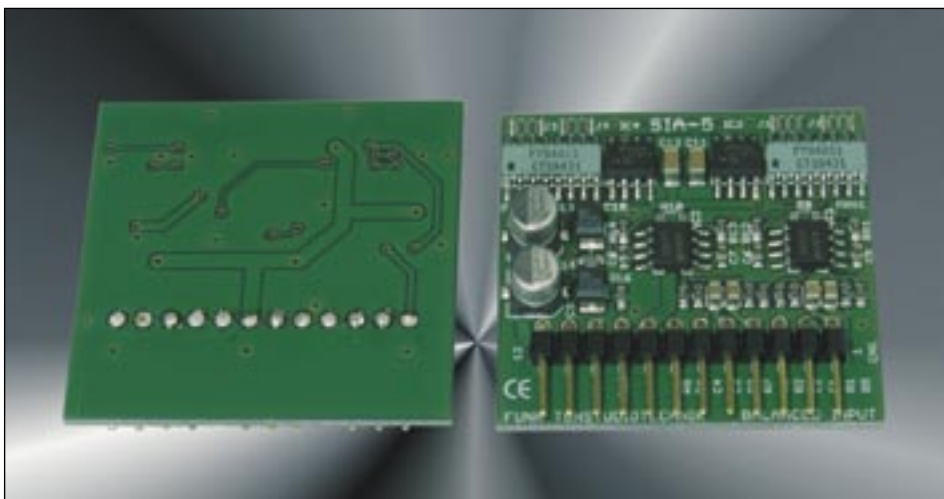
*Thomas Funk führt seit vielen Jahren sein Elektronikunternehmen Funk Tonstudioteknik in Berlin. Bereits seit über 20 Jahren setzt er bei seinen Entwicklungen auf die SMD-Technik und konnte mit der Qualität seiner Produkte bisher alle Zweifler überzeugen. Seine Anpassverstärker, Abhörcontroller und Studioproblemlöser werden von anspruchsvollen Kunden der nationalen und internationalen Rundfunk- und Fernsehbranche, in Studios mit Qualitätsanspruch und von High-End-Musikgenießern geschätzt. In Ausgabe 01/09 findet sich ein spannendes Interview mit dem Entwickler und Messwertnarr Thomas Funk.*





## Grenzen

Die SMD-Technik erreicht ihre Grenzen, wenn es um hohe Leistungen geht. Hierbei stellt die Kühlung das größte Problem dar, wenn es bei Leistungen im zweistelligen Bereich und darüber gilt, hohe Abwärmemengen schnell an die Luft zu überführen. Auch hier gibt es bereits Lösungen, bei denen spezielle Metallschienen in die Platinen integriert werden, die dazu dienen, die Hitze von den Bauteilen wegzuleiten. Diese Lösungen sind jedoch aufwendig und teuer. Zusätzlich sind hohe Kapazitäten bei höheren Spannungen ein Problem, da die entsprechenden Kondensatoren ausreichend Platz benötigen, um in die gewünschte Leistungsfähigkeit zu besitzen. Gerade in der Audiotechnik spricht jedoch nichts gegen die Verwendung von gemischten Platinenlayouts, auf denen die verschiedenen Bauformen munter kombiniert werden. Abbildung X zeigt eine solche Kombination, bei der Elektrolytkondensatoren in klassischer, radialer Bauform in eine ansonsten zum größten Teil aus SMD-Komponenten bestehende Schaltung integriert wurden. Ein weiteres Problem stellt die mechanische Beanspruchung dar. Durch die Art der Kontaktierung der Bauteile auf die Platine ist die Gefahr von Bruchschäden



*Ein symmetrischer Instrumentenverstärker als SMD-Aufsteckplatine. Zu sehen ist, dass außer für die Kontaktstifte keine Durchkontaktierung verwendet wurde*

den beim Verbiegen der Platine mit ihren starren Bauteilen deutlich größer als bei bedrahteten Bauelementen, die durch ihre Anschlussart eine deutlich größere Flexibilität aufweisen. Vor allem keramische Vielschichtkondensatoren in SMD sind anfällig für Bruchschäden und daraus entstehende Kurzschlüsse. Da jedoch die Biegekräfte auf einer für Audiozwecke genutzten Platine durch die feste Verschraubung mit dem Gehäuse, zumindest im Studiobereich, kaum

eine Rolle spielen, kann auch dieses Problem vernachlässigt werden. Da die Platinen in SMD jedoch meistens deutlich kleiner sind, ist auch die Steifigkeit höher, so dass die Biegekräfte von vornherein nicht so starken Einfluss haben. Für anspruchsvollere Einsatzgebiete gibt es inzwischen Montagethoden, die das Problem auch für mobil eingesetzte Geräte lösen können, die stärkeren Beanspruchungen ausgesetzt sind. Durch Probleme dieser Art wird es auf

# MC-6

AES3 • S/P-DIF

## HIGH PERFORMANCE DIGITAL AUDIO CONVERSION

Als DAS Bindeglied zwischen AES3-, AES3id und S/P-DIF-basierenden Geräten bietet der MUTECH MC-6 durch sein einzigartiges Feature-Set vollkommen neuartige Möglichkeiten, Schnittstellenprobleme im Studio, auf der Bühne oder im Rundfunkhaus zu lösen.

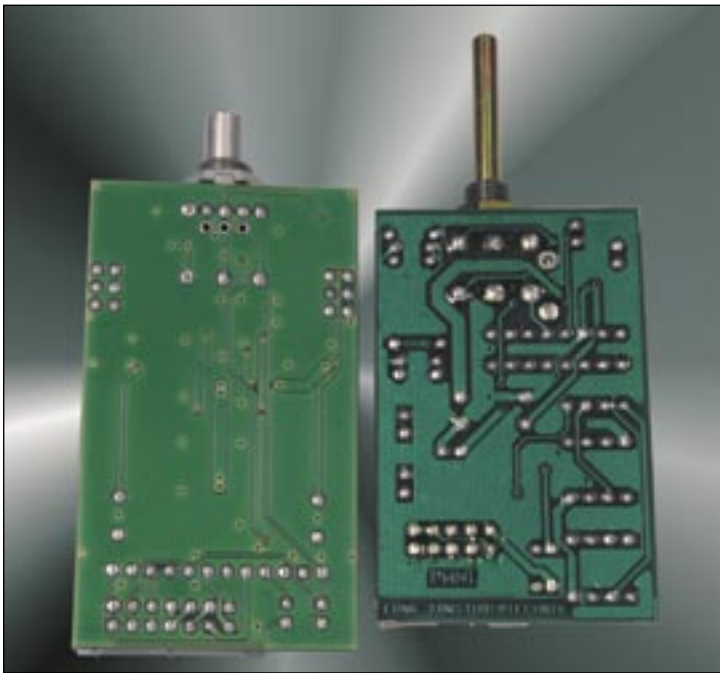


- Flexibelste Konvertierungsmodi
- Audiophile Signalregenerierung
- Uni-/bidirektionale Konvertierungen
- 4-kanalige Abtaststratenwandlung
- Vielfältigste Synchronisierbarkeit
- AES11, Grade 1, Low-Jitter-Taktbasis

### Weitere Informationen

- MUTECH-net.de





*Zum Vergleich eine Platine in SMD- neben einer THT-Platine. Die Unterschiede der Kontaktierung sind mehr als deutlich*

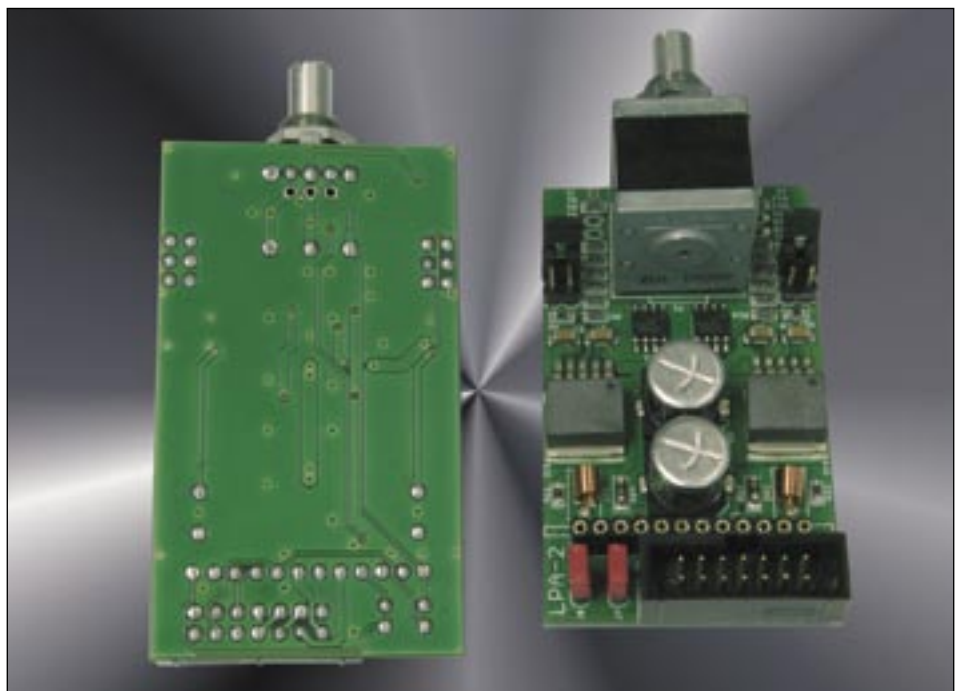
der anderen Seite jedoch sehr schwierig einige SMD-Komponenten von Hand zu löten. Dadurch sind Entwicklungsplatinen und Prototypen deutlich komplizierter zu realisieren, als dies mit THT-Modulen der Fall ist. Wobei allerdings gerade für Prototypen der Vorteil bleibt, dass eine SMD-Lötstelle nahezu beliebig oft gelöst und wieder hergestellt werden kann. Bei Durchkontaktierung wird es nach einigen Lötvorgängen bereits schwierig, die Kontaktfläche der Leiterbahn und die Kupferschicht in den Bohrungen nicht zu beschädigen. Allerdings benötigt man zum SMD-Löten aufwändigere Lötgeräte und mehr Geduld. Der Aufwand wird von vielen Entwicklern gescheut, weshalb SMD meistens nur bei Großserien genutzt wird, die wiederum von einigen Anwendern ohnehin auf Grund ihrer mangelnden Exklusivität abgelehnt werden. Für einen Mischpulthersteller mit wenigen Geräten pro Jahr wird es oft schwierig, den Mehraufwand zu rechtfertigen.

### Vorurteile

Somit bleibt die Frage, wie sich die elektrischen Eigenschaften auch negativ auf die Audioqualität auswirken können. Dabei kann eigentlich nur die Antwort ‚gar nicht‘ gegeben werden. Als Argumentation für die schlechteren Eigenschaften einer SMD-Schaltung wird manchmal die ‚Geschwindigkeit‘ genannt. Was damit gemeint ist, bleibt oft unklar und kann von vielen Laien auch nicht konkretisiert

werden. Oft kommt es zu Verwechslungen zwischen den Anstiegszeiten, also der sogenannten Slew-Rate und dem Crest-Faktor (auch Scheitelfaktor genannt) einer Schaltung. Der Crest-Faktor beschreibt das Verhältnis zwischen dem Scheitelwert (also der Amplitude) und dem Effektivwert einer Welle. Nur ist der Crest-Faktor kein Messwert für die vermeintliche ‚Schnelligkeit‘, man kann ihn jedoch zur Bewertung des Headrooms eines Systems heranziehen. Nun wird gelegentlich angenommen, dass eine SMD-Schaltung einen geringeren Headroom als ein klassisches Design aufweisen würde. Für diese Annahme gibt es jedoch kein technisches Argument, da der Headroom einzig und allein vom Schaltungsdesign, der Komponentenauswahl und der zur Verfügung stehenden Stromversorgung, völlig unabhängig von der Bauteilform, bestimmt wird. Als zweites wird mit der ‚Schnellig-

keit‘ argumentiert, also der Fähigkeit einer Schaltung einem Impuls zu folgen. Dies wird bei Operationsverstärkern mit der sogenannten Slew-Rate in der Einheit Volt/ $\mu$ s gemessen. Da ein ‚schnelles‘ System immer auch eine hohe Bandbreite aufweisen muss, genügt es, einen Blick in die Frequenzgangfähigkeiten von SMD-Schaltungen zu wagen. Enorme Anforderungen an den Frequenzgang weisen zum Beispiel Hochfrequenzmessgeräte auf. Diese sind heutzutage fast vollständig in SMD-Bauart gefertigt und ermöglichen bestimmte Operationen im Hochfrequenzbereich erst, die mit konventionellen Systemen, wie bereits erwähnt, gar nicht möglich wären. Derartige Schaltungen haben ihre Frequenzgrenze jedoch bei vielen Megahertz oder sogar weit in den Gigahertzbereich hinein. Solche Bandbreiten haben im Audibereich aber keinerlei Relevanz. Selbst eine Rechteckwelle aus einer digitalen 192 oder gar 384 kHz Quelle hätte eine Flankenanstiegsgeschwindigkeit, der eine in SMD aufgebaute Schaltung mühelos folgen kann. Von der Relevanz solcher Frequenzen für das menschliche Ohr einmal gänzlich abgesehen. Ob das System dem Impuls ohne Überschwinger und andere Nebeneffekte folgen kann, lässt sich aus der Slew-Rate nicht zweifelsfrei ablesen. Hierzu wird ein Blick auf weitere Diagramme nötig, die das Verhalten bei kleinen und großen Signalen zeigen und von den meisten Herstellern zu ihren Produk-



*Die Durchkontaktierung wurde nur für die Steckkontakte verwendet*



ten angeboten werden. Bei Operationsverstärkern, die in beiden Bauformen angeboten werden, gleichen sich die Angaben für beide Bauformen. Auch hier findet sich also kein Argument gegen die SMD-Technik. Die Schaltung wird somit nicht den begrenzenden Faktor bei der Signalflankenwiedergabe liefern, wenn sie gut gemacht wurde. Von einer prinzipiellen Uneignung von SMD für die Musikwiedergabe oder -aufnahme kann also auf gar keinen Fall gesprochen werden. Wie immer entscheidet das Know-how des Entwicklers und nicht die Technologie als solche. Die benötigten Komponenten sind haufenweise am Markt zu finden – für beide Bauformate. Für manche Nutzer ist es allein der Blick in das Gerätegehäuse der enttäuscht: ‚Für das bisschen hab ich so viel Geld bezahlt?‘

### Wirtschaftlichkeit

Da die Bestückungskosten für SMD-Bauteile in mittleren oder großen Serien in der Regel deutlich geringer ausfallen, lassen sich für den gleichen Geldeinsatz oft eine höhere Qualität erreichen oder zu-

sätzliche Funktionen realisieren. Es zeigt sich auch bei diesem Thema, dass die generellen Vorbehalte mal wieder auf Vorurteilen beruhen, die eine Technologie als solche in Misskredit bringen. Aber auch die Transistortechnik hatte es nicht leicht, sich gegen die lieb gewonnene Röhrenschaltung durchzusetzen. Gerade in der Audiobranche lassen sich Geräte mit ‚Vintage-Charakter‘ und ‚Retrodiesign‘ heutzutage besser vermarkten, als aktuelle, auf modernen Bauteilen und Schaltungsdesigns beruhende Entwicklungen.

Neutral betrachtet spricht also eigentlich überhaupt nichts dagegen, eine SMD-Schaltung für herausragend gute Audiogeräte zu verwenden. Wie immer gilt es auch hier, die Qualität mit den Ohren zu bewerten und keine Technologie ‚aus Prinzip‘ abzu-



*Gemischte Bestückung ist kein Problem. Manche Bauteile (hier Elektrolytkondensatoren) sind auf Grund ihrer Größe nur eingeschränkt in SMD verfügbar*

lehnen. Die Antwort auf die Frage in der Überschrift ist also ein eindeutiges ‚Nein‘. Übrigens muss ein Schmetterling nur 300 Meter pro Stunde schaffen, um im Verhältnis genauso schnell zu sein wie ein Jumbojet. Diese kleinen Raser. ■



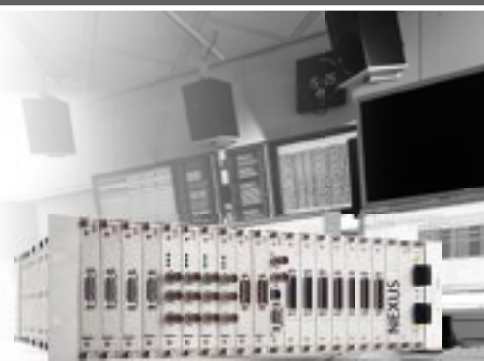
Über 5500 **NEXUS** Devices arbeiten täglich weltweit zuverlässig und bieten als Audio-Routing System höchste Sicherheit für professionelle Anwendungen. **NEXUS** - vielseitiges Audionetzwerk und Koppelfeldsystem für den Einsatz bei STAGETEC Mischpulten oder als Studio-Kreuzschiene, für Schallräume und die komplette Vernetzung von Funkhäusern, in Übertragungswagen, für die Beschallung sowie für andere Anwendungen der professionellen Audiotechnik.

**MULTICHANNEL I/O** AES3, MADI, TDIF, SD/HD & 3G-HD (incl. Video Delay)  
**EXZELLENTER QUALITÄT** 32-bit TrueMatch Wandler mit bis zu 158 dB Dynamic Range  
**SYNCHRONISIERUNG** Blackburst, Wordclock, AES, Tri-Level sync, DARS  
**ÜBERRAGENDE MERKMALE** Zertifiziert für Dolby E mit integriertem Encoder/Decoder  
**BEWÄHRTE BETRIEBSSICHERHEIT** Weiterentwicklung seit mehr als 15 Jahren  
**SICHERE REDUNDANZ** Fiber-Optic (Glasfaser und Interface) und Netzteil  
**GRAFISCHES USERINTERFACE** Matrix, DSP, Multi-CH Metering, Logic Control ...

### AUS PRINZIP SICHER

## NEXUS

### DIGITAL AUDIO ROUTING



### STAGETEC DELIVERS



Industriegebiet See  
D-96155 Buttenheim  
Tel.: +49 (0) 95 45 440-300  
Fax: +49 (0) 95 45 440-333  
sales@stagetec.com  
www.stagetec.com