



Bild: © Petrovich12/Fotolia.com

Hochwertiges Audio-Equipment: Bei der Auswahl geeigneter Widerstände sollte man einiges beachten.

Tipps zur Auswahl von Widerständen für Audioanwendungen

Für den Einsatz in hochwertigem Hi-Fi- und professionellem Audio-Equipment kommen verschiedene Widerstandstypen in Betracht. Aber nicht alle eignen sich gleichermaßen.

FALKO LADIGES *

Der japanische Hersteller Susumu liefert mit seinen Dünnschicht-Widerständen der Serien RR und RS Komponenten, die sich ideal für hochwertige Audiosysteme und Anwendungen wie Hi-Fi und professionelles Audio-Equipment eignen.

Im Vergleich zu anderen Bauarten sind Dünnschichtwiderstände die optimale Lösung für Audio-Designs. Im Folgenden geben wir Ihnen einen kurzen Überblick über die verschiedenen Arten von Widerständen und

zeigen, warum es sinnvoll sein kann, beim nächsten Audio-Design den Einsatz hochwertiger Präzisionswiderstände in Betracht zu ziehen.

Widerstandstypen für Audio-Anwendungen im Überblick

Für Widerstände in Audio-Designs kommen verschiedene Typen in Betracht. Kohleschichtwiderstände eignen sich wegen ihres hohen Rausch- und Verzerrungspegels im Allgemeinen nicht für Audio-Anwendungen. Drahtgewickelte Widerstände kommen gewöhnlich in Leistungsanwendungen zum Einsatz und sind induktiv und/oder teuer.

Am häufigsten werden Metallschichtwiderstände in Audio-Anwendungen verwendet, da sie geringe Rausch- und Verzerrungs-

pegel haben und zuverlässiger als Kohle sind. Die am häufigsten benutzten Typen sind dabei Widerstände mit dicker Metallschicht, so genannte Dickschichtwiderstände, oder Versionen mit dünner Metallschicht (als Dünnschichtwiderstand bezeichnet). Metallfolie, Metallplättchen und Metalloxid sind Alternativen für andere Anwendungen.

Mit über 80% aller gefertigten Produkte sind Dickschichtwiderstände die gängigste Variante. Der Marktanteil der Dünnschichtprodukte liegt trotz ihrer überlegenen Leistung und Zuverlässigkeit bei weniger als 5%, da sie teurer in der Herstellung sind. Im Folgenden wollen wir Ihnen im direkten Vergleich zwischen Dickschicht- und Dünnschichtwiderständen Argumente liefern, warum es sich auszahlen kann, für Audio-

Designs, bei denen Klangqualität und geringer Rauschpegel entscheidende Faktoren sind, etwas mehr zu investieren.

Dünnschicht und Dickschicht im Vergleich

Dünnschichtwiderstände weisen aufgrund ihrer homogenen Struktur geringere Rauschpegel auf. Während Dickschichtwiderstände mittels Pastendruck gefertigt werden, verwendet Susumu ein Sputter-Verfahren. Dadurch kann das verwendete Widerstandsmaterial etwa 1000-mal dünner und durchgängig homogener als mit Dickschichttechnik aufgetragen werden (Bild 1). Präzisionswiderstände mit dicker Metallschicht sind teuer und langfristig weniger stabil. Im Laufe der Zeit verändern sich alle Widerstände geringfügig, je nach Typ mehr oder weniger. Bei Metallschichtwiderständen kann mit Veränderungen von etwa 50 bis 75 ppm pro Jahr gerechnet werden. Wenn sie für den Einsatz in Präzisionsanwendungen vorgesehen sind, müssen sie zudem „eingebraunt“ werden – ein Prozess, der mindestens eine Woche dauert, was noch einmal mit Verände-

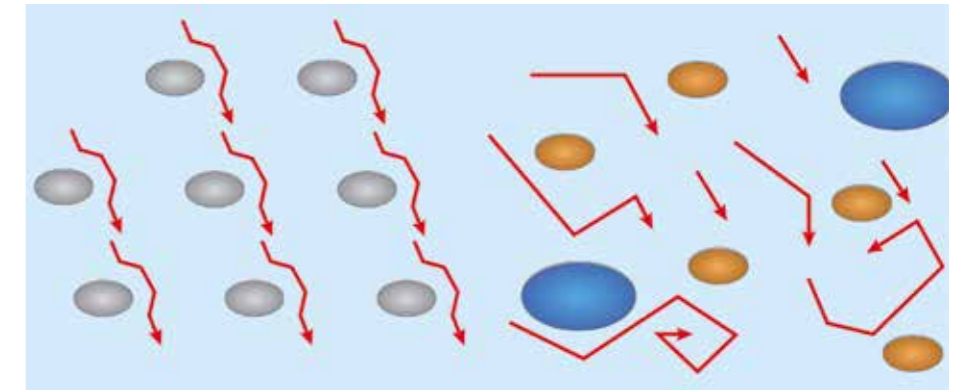


Bild 1: Links Dünnschicht (geringes Rauschen), rechts Dickschicht (hohes Rauschen).

rungen bis zu 200 ppm zu Buche schlägt. Ohne Einbrennphase kann die Anwendung bis zur vollen Stabilisierung sage und schreibe 4000 bis 5000 Betriebsstunden brauchen. Wer hinsichtlich der Entscheidung für Dünn- oder Dickfilm unschlüssig ist, sollte berücksichtigen, dass Dickschichtwiderstände erheblich mehr Rauschen mit höherer Verzerrung zeigen. Um optimale Werte für die gesamte harmonische Verzerrung (THD)

und das Signal- Rausch-Verhältnis (SNR) zu erzielen, müssen die oberflächenmontierten Widerstände im Signalpfad Dünnschichtwiderstände sein. Die Verwendung oberflächenmontierter Dickschichtwiderstände sollte vermieden werden, da der Spannungskoeffizient des Widerstands etwa 100-mal höher als der von Dünnschichtwiderständen ist. Wie in Bild 2 gezeigt, führt die hohe Reinheit der Dünnschicht zu einer



* Falko Ladiges
... leitet das Produktmarketing Pemco bei der WDI AG in Wedel bei Hamburg.

deutlich besseren, gleichbleibend hohen Klangqualität bei geringerem Rauschen. Jeder Widerstand ist eine thermische Rauschquelle.

Der Rauschpegel ist dabei durch die folgende Gleichung definiert:

$$v_n = \sqrt{4K_B TR}$$

Dabei ist K_B die Boltzmann-Konstante, T die absolute Temperatur und R der Widerstandswert.

Darüber hinaus erzeugt jeder Widerstand zusätzliches Rauschen (Schrottrauschen oder Stromrauschen), wenn eine Spannung angelegt wird und Strom zu fließen beginnt. Dieses zusätzliche Rauschen wird als Anteil des thermischen Grundrauschens angegeben und kann bei einigen Metallschichtwiderständen gut über +20 dB (>1000%) zusätzliches Rauschen bedeuten (Bild 2).

Dünnschichtwiderstände von Susumu

Die Dünnschichtwiderstände von Susumu sind Komponenten der Premiumkategorie mit einem Optimum an Leistung, Stabilität und Widerstand. Der Hersteller ist – verständlicherweise – auch stolz auf die extrem geringe erwartete Fehlerrate bei seinen Hauptproduktlinien.

Dünnschicht-Präzisionswiderstände der RR-Serie

Die Dünnschichtmetall-Chip-Widerstände der RR-Serie sind die Allzweckprodukte des Herstellers. Hier hat Susumu ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Kosten, Toleranz und Rauschverhalten gefunden.

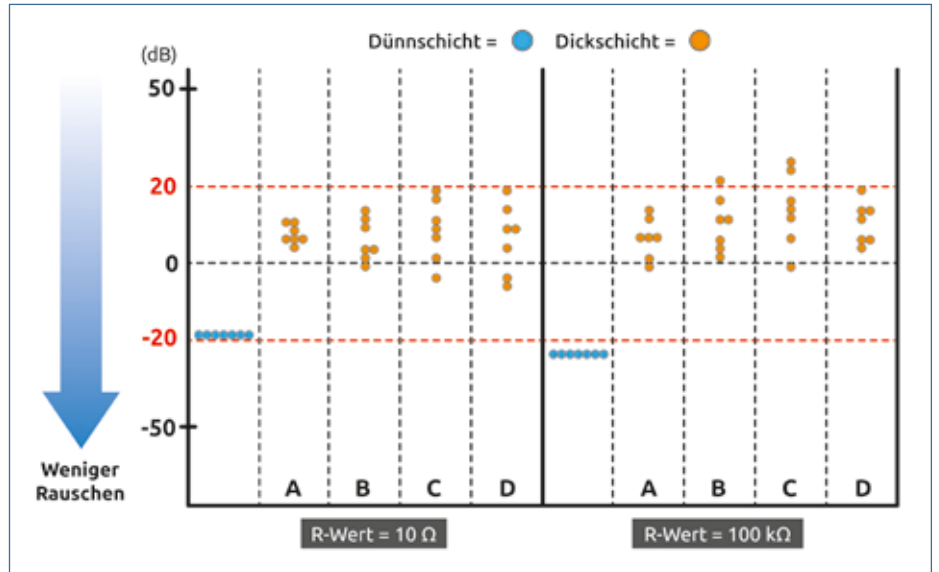


Bild 2: Vergleich der Stromrauschleistung für Susumu RR1220 gegenüber vier Dickschicht-Konkurrenzprodukten.

RR-Präzisionswiderstände verbinden eine niedrige Ausfallrate mit hervorragenden Werten in Sachen Widerstandstoleranz, TCR, Frequenzleistung, Rauschen und Linearität und sind seit über 20 Jahren weit verbreitet im Einsatz. Obwohl die RR-Modelle als Allzweckprodukte gelten, zeigen sie bei 20 dB ganze 10% mehr Rauschen als im Grundmodus, sodass sie für Anwendungen mit extrem niedrigem Rauschen nicht optimal sind.

Dünnschicht-Audio-Präzisionswiderstände der RS-Serie

Die Dünnschicht-Präzisionswiderstände der Serie RS sind speziell für Audio-Anwen-

dungen entwickelt worden, da sie noch weniger Rauschen zeigen als die RG-Serie, die für Präzisionsanwendungen wie Prüfen und Messen konzipiert wurde.

Die RS-Serie mit nur 1% mehr Rauschen gegenüber dem Grundmodus (Bild 3) eignet sich besser für professionelles Audio-Equipment als die Produkte der Serien RR oder RG.

Zum Abschluss der Hinweis, dass Susumu auch Widerstände mit noch höherer Präzision (URG -Serie) anbietet, hauptsächlich für wissenschaftliche Anwendungen und Messinstrumente. // TK

WDI

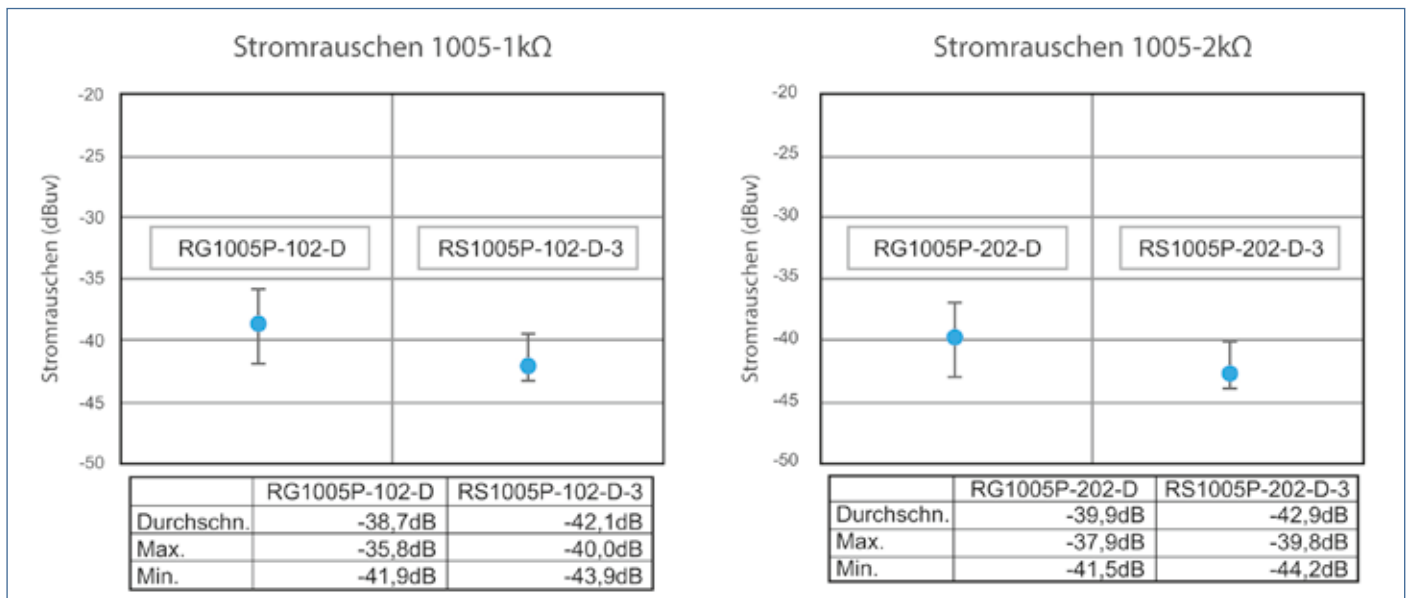


Bild 3: Vergleich der Stromrauschleistung für Susumu RS1005P gegenüber RG1005P