

## A class of its Own – Audio-Endstufen

Im folgenden Grundlagenartikel wollen wir uns mit den Unterscheidungskriterien von Audio-Endstufen beschäftigen. Zu den wesentlichen Merkmalen einer modernen Endstufe gehört nicht zuletzt das Gewicht. In früheren Tagen wurden Leistungsverstärker oft anhand der Angabe Watt pro Kilogramm bewertet. In Zeiten von Line-Arrays und anderen aktiv getrennten Lautsprechersystemen, selbst im semi-professionellen Bereich, wurden Attribute wie Handlichkeit und Kompaktheit für Endstufen zunehmend wichtiger. In Artikelbeschreibungen tauchen nun regelmäßig Begriffe wie „Class H“ oder „Class D“ sowie „Schaltnetzteil“ auf, die für den Außenstehenden oft verwirrend sind oder fast keine Aussagekraft besitzen. Um dies schnellstmöglich zu ändern, haben wir eine kurze Einführung für Sie angefertigt.



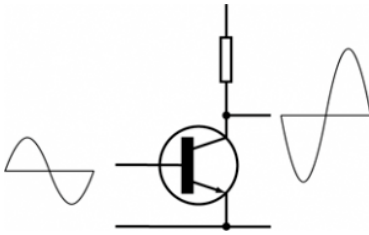
### Netzteil

Konventionelle Endstufen besitzen als Hauptbestandteil des Netzteiles einen großen Ringkerntrafo, der die Netzspannung von 230 Volt in mehrere kleine Spannungen transformiert. Diese sind nötig, um die einzelnen Module eines Leistungsverstärkers wie Vorverstärker und Endstufe mit der jeweils benötigten Spannung zu versorgen. Da die Transistoren der Endstufenblöcke Gleichspannung benötigen, sind dem Ringkerntrafo große Gleichrichter und mehrere Elektrolytkondensatoren zur Siebung nachgeschaltet. Ein konventionelles Netzteil nimmt in manchen Fällen mehr als die Hälfte des Volumens und der Masse eines Verstärkers ein. Vorteil dieser Technik ist, dass sie relativ einfach, günstig und betriebssicher ist. Außerdem wird ihnen eine hohe Impulsfestigkeit in Bezug auf die Verstärkung von Bässen nachgesagt. Umgangssprachlich liebevoll „Eisenschweine“ genannt, haben heute selbst Endstufen mit 30 bis 35 Kilogramm Gewicht durchaus noch eine Daseinsberechtigung. Als Beispiel sei die von der Fachpresse gelobte\* Omnitronic B-3600 genannt, die ihre maximal 3600 Watt Ausgangsleistung aus einer Masse von 32 Kilogramm schöpft.

Schaltnetzteile (kurz SNT oder SMPS) arbeiten wesentlich effektiver als ihre konventionellen Verwandten und sind auch deutlich kompakter. Optisch lassen sie sich bisweilen fast nicht von einem Endstufenblock unterscheiden und nehmen so kaum mehr als ein Drittel der Masse und des Volumens eines Verstärkers ein. Schaltnetzteile nutzen den Vorteil, dass bei höherer Übertragungsfrequenz ein wesentlich kleinerer Transformator verwendet werden kann. So bräuchte man bspw. bei der Netzfrequenz von 50 Hertz zur Übertragung von 4000 Watt einen etwa 25 Kilogramm schweren Kupfer-Trafo, während man bei einer Frequenz von 125 Kilohertz nur noch einen Trafo mit 500 Gramm benötigen würde. Nachteil von Schaltnetzteilen sind die auftretenden Störsignale, die sehr aufwändig herausgefiltert werden müssen und die Technik erst nach und nach bezahlbar gemacht haben. Omnitronic bietet mit der modernen SMA-Serie günstige Endstufen mit Schaltnetzteiltechnologie an, die nicht nur ein überzeugendes Preis-Leistungsverhältnis, sondern auch ein überragendes Leistungs-Gewichtsverhältnis aufweisen. So wiegt das Spitzenmodell SMA-2000 mit maximal 2000 Watt Ausgangsleistung gerade einmal 9 Kilogramm. Zum Vergleich: Die beliebte Omnitronic P-2000 wog bei gleicher Leistung mehr als das Doppelte.

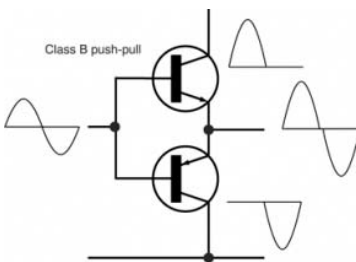
## Schaltungskonzepte

### Class A



Die technisch einfachste Methode, ein Signal elektronisch zu verstärken ist mit einem Class-A-Verstärker. Hierbei übernimmt ein aktives Bauelement (Transistor oder Elektronenröhre) sowohl die positive wie negative Halbwelle des eingehenden Wechselspannungssignals. Vorteile dieser Technik sind der überaus einfache Aufbau sowie die hervorragenden Klangeigenschaften. Da das aktive Bauelement aber ständig in der Mitte des linearen Teils seiner Kennlinie gehalten werden muss, benötigen Verstärker nach Class A einen sehr hohen Ruhestrom und weisen somit einen miserablen Wirkungsgrad auf, der im Idealfall bei 50 Prozent, meist aber sogar unterhalb von 25 Prozent liegt. Für die hohen Leistungen, die in der modernen Beschallungstechnik benötigt werden, sind Class-A-Endstufen deshalb vollkommen indiskutabel. Sie haben sich jedoch einen festen Platz in Bereichen gesichert, wo niedrigere Leistungen vonnöten sind. So werden sie gerne von Hifi-Enthusiasten in der heimischen Stereoanlage eingesetzt. In der professionellen Veranstaltungstechnik finden Class-A-Schaltungen am ehesten als Vorverstärker in hochwertigen Mischpulten und externen Channel-Strips Verwendung. Außerdem ist auch heute noch nahezu jeder Gitarrenverstärker mit einer Class-A-Endstufe ausgestattet, da hier selten Ausgangsleistungen von mehr als 200 Watt benötigt werden.

### Class B

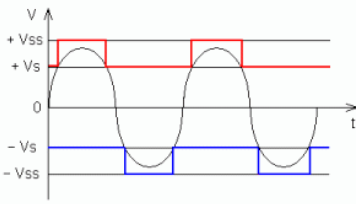


Wesentlich effektiver als die nach Class A aufgebauten Endstufen sind Class-B-Verstärker mit einer theoretischen Effektivität von fast 80 Prozent. Hier übernehmen zwei getrennte aktive Bauteile jeweils eine Halbwelle des eingehenden Wechselspannungssignals. Während der jeweils anderen Halbwelle sind die unbenötigten Bauteile ausgeschaltet, womit der hohe Ruhestrom wegfällt. Nachteil dieser Schaltung ist jedoch, dass beim Übergang von positiver zu negativer Halbwelle des verstärkten Signals eine deutlich hörbare Übergabeverzerrung auftritt, die einen Einsatz von Class-B-Verstärkern im professionellen Audiobereich unmöglich macht. Class B findet Verwendung in der Funktechnik, ist aber selbst dort fast gänzlich von der noch effektiveren Class C (bis zu 90 Prozent Wirkungsgrad) verdrängt.

### Class AB

Class AB vereint die wesentlichen Vorteile von Class A und Class B, nämlich professionell nutzbare Klangqualität mit einem Wirkungsgrad, der selbst bei hohen Leistungen noch akzeptabel ist. Hierzu werden auch bei Class AB getrennte Bauelemente für die beiden Halbwellen eingesetzt. Diese werden aber im Gegensatz zu Class B nicht ständig ein- und ausgeschaltet, sondern dauerhaft mit Strom versorgt. So treten im Übergabebereich des Wechselspannungs-Signals viel geringere Verzerrungen auf. Der Wirkungsgrad ist immer noch wesentlich höher als bei Class A und liegt üblicherweise bei 40 bis 60 Prozent. Die meisten auf dem Markt erhältlichen Audio-Verstärker arbeiten nach diesem Grundschemata.

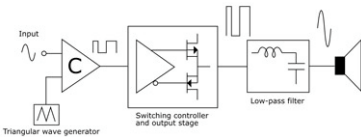
Omnitronic bot mit der P-Serie über Jahre hinweg eine erfolgreiche AB-Endstufe an. Mitte 2009 wurde diese beliebte Reihe von der neuen E-Serie abgelöst, die grundsätzlich nach dem gleichen Schaltprinzip aufgebaut ist, in Leistungsklassen von 200 bis 1300 Watt vorliegt und sich insbesondere an den Einsteiger richtet. Die kleineren Modelle der Reihen SMA (inklusive der SMA-1000) und B (bis einschließlich der B-1300) arbeiten ebenfalls mit Class-ABSchaltungen.



Class G/H

Eine Weiterentwicklung von Class AB, hin zu noch effektiveren Endstufen, sind Schaltungen mit gestufter Versorgungsspannung. Während der Grundaufbau dem einer Class-AB-Endstufe entspricht, werden die Transistoren hier nicht mit einer festen Spannung versorgt, sondern je nach gerade benötigter Ausgangsleistung mit unterschiedlichen Spannungen. Durch diese Abstufung kann der Wirkungsgrad gegenüber einer Class-AB-Endstufe noch gesteigert werden, im Idealfall auf bis zu 85 Prozent, ohne Abstriche bei der Klangqualität machen zu müssen. Die Klassifizierung erfolgt nicht einheitlich, weshalb bspw. Class G sowohl gestufte wie auch kontinuierliche Versorgungsspannung bedeuten kann. Bei Omnitronic steht Class H für gestufte Versorgungsspannung. Wichtigste Vertreter sind die von der Fachpresse gelobten Spitzenmodelle der Reihen SMA (SMA-1500 und SMA-2000)<sup>1</sup> sowie die Omnitronic B-2000 und B-3600.<sup>2</sup>

Class D



Die umgangssprachlich „Digitalendstufe“ genannten Class-D Endstufen unterscheiden sich von allen bisher beschriebenen Konzepten, in dem sie nicht direkt die Wellenform des zu verstärkenden Signals bearbeiten, sondern quasi eine „Digitalisierung“ dessen. Das Eingangssignal wird mit einer weit über dem Audibereich liegenden Frequenz abgetastet und so mittels Pulsweitenmodulation in eine Rechteckschwingung umgewandelt. Da die Endstufen nur die Zustände „an“ und „aus“ kennen, werden sie auch Schaltendstufen genannt. Mit ihnen lassen sich Wirkungsgrade von mehr als 90 Prozent umsetzen, weshalb sie in der professionellen Beschallungstechnik immer mehr Verbreitung finden. Frühe Vertreter dieser Gattung hatten noch mit hörbaren Verzerrungen gerade im Hochtonbereich zu kämpfen. Dies konnte durch Weiterentwicklungen in den vergangenen Jahren aber weitestgehend beseitigt werden. Dank der hohen Effizienz lassen sich auch sehr kompakte Module für den Einbau in aktiven Lautsprechern realisieren.

Class-D-Endstufen finden sich bei Omnitronic in der neuen, sehr kompakten EDP-Reihe mit 300 bis 1000 Watt Ausgangsleistung auf nur einer Höheneinheit sowie in den überarbeiteten Modellen der Aktivsysteme AS-900 und AS-1500.

<sup>1</sup> Soundcheck, Ausgabe 9/2010, tools4music 5/2010

<sup>2</sup> tools4music, Ausgabe 5&6.2009, Bilder: Wikipedia