

100-V-Technik in ELA-Beschallungsanlagen (ELA – Elektrische Lautsprecher Anlage)

In der HiFi-Technik ist die Sache klar: Hier sind Lautsprecher mit einer Impedanz von 4 Ohm und 8 Ohm üblich. Sie können problemlos mit handelsüblichen Verstärkern betrieben werden. Wenn beispielsweise ein Verstärker eine Leistung von 100 Watt an 8 Ohm abgibt, liegt an dem Lautsprecher eine Spannung von 28 Volt an. Schließt man einen zweiten Lautsprecher mit 8 Ohm parallel an, dann wird der Verstärker insgesamt mit 4 Ohm belastet, was die meisten Verstärker leicht verkraften. Einen weiteren Lautsprecher darf man allerdings in der Regel nicht mehr parallel schalten, weil dann die meisten Verstärker zu viel Strom liefern müssten und überlastet würden. Die elektronische Sicherung löst in diesem Fall aus und schaltet den Verstärker kurzfristig ab.

Soll nun ein großes Bauobjekt wie ein Hotel, eine Schule oder ein Bahnhof mit vielen Lautsprechern beschallt werden, können diese nicht einfach parallel geschaltet werden, weil dann die Impedanz gegen Null streben würde. Die Folge wäre ein Fast-Kurzschluss am Ausgang des Verstärkers. Eine Kombination aus Reihen- und Parallelschaltungen wäre prinzipiell möglich, scheidet aber in der Praxis aus, weil die Verkabelung viel zu kompliziert wäre.

Die Lösung ist die Verwendung von hochohmigen Lautsprechern, die alle parallel geschaltet zusammen gerade 8 Ohm (oder 4 Ohm) ergeben. Wenn in einem Gebäude 50 Deckenlautsprecher installiert werden sollen und jeder Lautsprecher 400 Ohm hat, ergibt sich bei einer Parallelschaltung aller 50 Lautsprecher eine Impedanz von:

$$R = 400 / 50 = 8 \text{ Ohm}$$

Wegen der hohen Impedanz bekommt jeder Lautsprecher jedoch nur eine geringe Leistung.

$$P = U^2 / R = 28^2 / 400 = 2 \text{ W (Beispiel mit 100-W-Verstärker)}$$

2 Watt reichen oft schon für die Beschallung eines ruhigen Raumes aus. Wenn der Lautsprecher mehr Leistung erhalten soll, muss seine Impedanz verringert werden. Da erkennt man schnell ein Problem: Ein Lautsprecherhersteller kann natürlich nicht jeden Lautsprecher, der für eine Beschallung gedacht ist, in vielen verschiedenen Impedanzen anbieten. Das wäre viel zu aufwändig und zu teuer. Hier nutzt man die Tatsache, dass Übertrager (auch Transformatoren genannt) nicht nur Spannungen sondern auch Impedanzen transformieren können. Ein Übertrager ist also in der Lage, die Impedanz von beispielsweise 8 Ohm auf 400 Ohm oder bei mehreren Abgriffen der Wicklung auch auf andere Werte anzuheben. Schaltet man vor jeden Deckenlautsprecher einen Übertrager, wird seine Impedanz auf hohe Werte transformiert und viele Lautsprecher dieser Art können nun parallel geschaltet werden. Selbstverständlich werden entsprechend der hohen Impedanz die Leistungen der einzelnen Lautsprecher auf wenige Watt begrenzt.

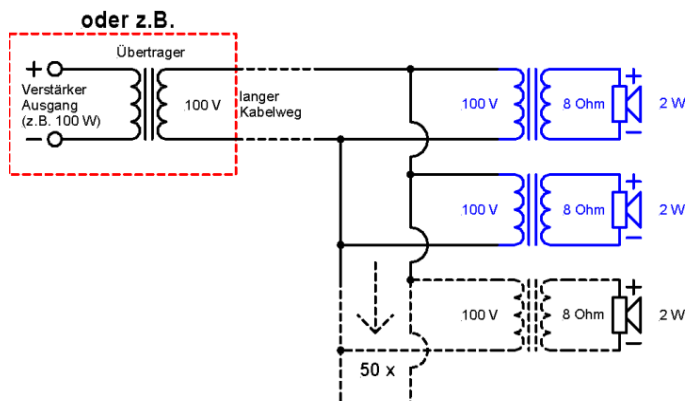
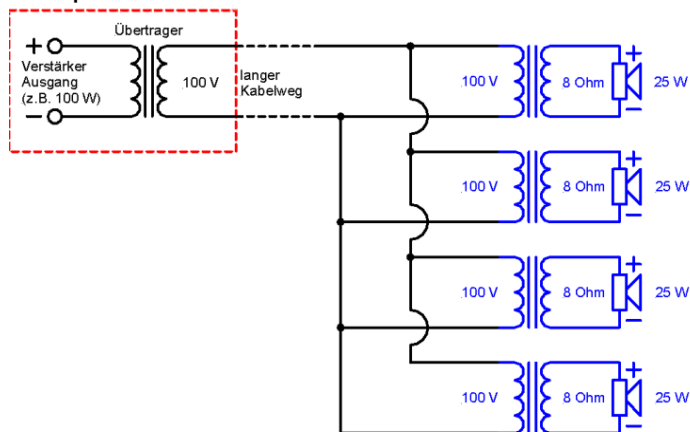
Allerdings wird diese Technik in der Praxis so direkt auch nicht angewendet, weil noch ein anderes Problem zu lösen ist. Bei großen Gebäuden ist die Länge der

verlegten Kabel beträchtlich. Mehrere hundert Meter sind keine Seltenheit. Um die Kabelverluste klein zu halten, müssten die Querschnitte sehr hoch sein, was die Kosten in die Höhe treiben würde. Um das zu vermeiden, wendet man die Technik an, die auch bei Hochspannungsleitungen in der Energietechnik verwendet wird. Beim Erzeuger wird die Spannung hoch gesetzt und beim Verbraucher wieder reduziert, was mittels Transformatoren geschieht. Eine hohe Spannung auf der Leitung bedeutet bei gleicher übertragener Leistung ein niedriger Strom und damit geringer Verlust durch den Kabelwiderstand. Das bedeutet für die Beschallungstechnik, dass am Ausgang des zentralen Verstärkers die Spannung mit einem kräftig ausgelegten Übertrager auf 100 V gebracht wird. Vor jedem Lautsprecher wird der kleine Übertrager, der für die Impedanzanpassung vorgesehen ist, so dimensioniert, dass die 100 V auf eine gängige Niederspannung abgesenkt werden. Mit dieser Methode werden also zwei Dinge erreicht:

1. Viele Lautsprecher können einfach parallel geschaltet werden. Die Lautstärke der einzelnen Lautsprecher kann einfach an den Abgriffen des Übertragers gewählt werden (z.B. 6 W / 3 W / 1,5 W).
2. Die Übertragungsverluste werden klein gehalten. Es können dünnen Kabel verwendet werden.

Wie muss ein solcher ELA-Verstärker dimensioniert werden? Die Summe der Leistungen aller angeschlossenen Lautsprecher darf nicht höher sein, als der Verstärker und der nachgeschaltete Übertrager abgeben, bzw. übertragen kann.

Beispiel:



usw.