

2. ALLGEMEINE HINWEISE FÜR DEN SELBSTBAU VON NF-VERSTÄRKERN

Verbreitet ist die Auffassung, daß NF-Verstärker leicht zu bauen seien, daß bei ihnen im Vergleich zu den HF- Stufen in Sendern und Empfängern überhaupt keine Schwierigkeiten in bezug auf Leitungsverlegung usw. auftreten können. Das trifft nur sehr bedingt zu.

Sobald es sich um die Verstärkung sehr kleiner Nutzspannungen handelt (wie sie z. B. von einem dynamischen Mikrophon abgegeben werden), sind NF-Verstärker gegen Einstreuungen viel empfindlicher als HF- Stufen. Unsere Rundfunkgeräte verarbeiten Eingangsspannungen von einigen Mikrovolt bis zu einigen Millivolt. Ein Niederfrequenzverstärker, der die gleichen Spannungen verstärken sollte, wäre ungeheuer brummempfindlich. Schon 1 cm unabgeschirmte Leitung kann das einwandfreie Arbeiten des Verstärkers in Frage stellen.

Auch die Verlegung der Heizleitung ist in HF-Stufen relativ unkritisch. In NF-Verstärkern kann sie ein Problem werden. In Anfangsstufen für sehr kleine Eingangsspannungen (unter 5 mV) ist man meist sogar genötigt, die Röhre mit Gleichspannung zu heizen! Entscheidend für die Empfindlichkeit jedes Verstärkers gegen Einstreuungen ist stets die Verstärkung, die hinter der betreffenden Stufe folgt.

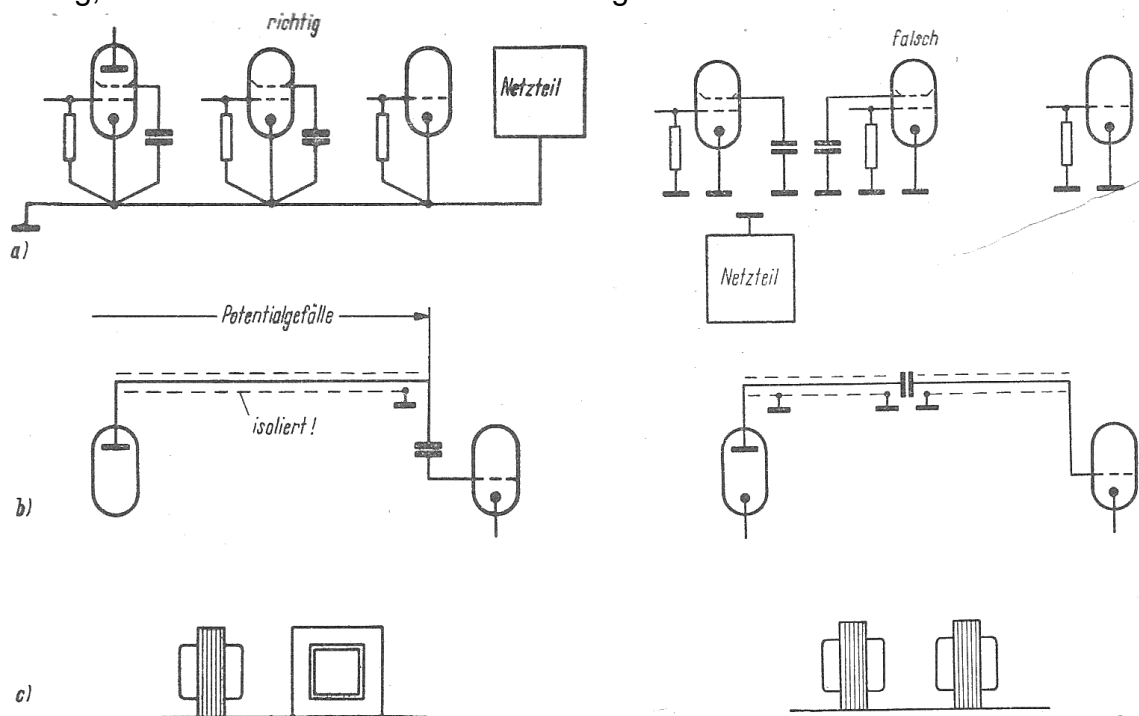


Bild 3. Richtiger und falscher Aufbau des NF-Verstärkers (siehe Text)

Bedingt durch die völlig andere Frequenzlage, gibt es eine Reihe von Gesichtspunkten beim Bau von NF-Verstärkern, die zu beachten sind. Wir wollen die wichtigsten aufzählen:

1. Alle „heißen“, also NF-Spannung führenden Leitungen, besonders in den ersten Stufen, sind so kurz wie möglich zu halten, auch wenn sie abgeschirmt sind.
2. Alle heißen Leitungen über max. 5 cm Länge sind abzuschirmen (Ausnahme: Anodenleitung, Leistungsstufe).
3. Die Minusleitungen der einzelnen Stufen sind nicht an Masse zu führen, sondern an eine „Null-Volt-Leitung“ möglichst großen Querschnitts in der Reihenfolge ihrer elektrischen Funktion (siehe Bild 3a). Die Null-Volt-Leitung ist am Eingang an einem Punkt mit Chassis zu verbinden.

4. Abschirmungen sind dagegen auf kürzestem Wege und nur am Punkt des kleinsten Nutzpentials an Masse zu legen. Abschirmungen von Leitungen sind gegen zufällige Berührungen mit dem Chassis zu isolieren (Bild 3b).
5. Der Außenbelag von Koppel- und anderen Kondensatoren ist stets an den Punkt des kleineren Potentials zu schalten.
6. Heizleitungen sind zu verdrillen und weit von NF- Leitungen zu verlegen. Keinesfalls darf die Null-Volt-Leitung als Rückleitung für den Heizstrom verwendet werden.
7. Ausgangs-, Netz- und Eingangstransformatoren sowie Siebdrosseln sind nicht unmittelbar nebeneinander anzuordnen, ihre magnetischen Achsen sind um 90° gegeneinander zu drehen (Bild 3c).
8. Dem Aufbau und der Schaltung der Eingangsstufe ist besondere Sorgfalt in bezug auf Einstreuungen zu widmen.

Diese „eisernen Regeln“ wollen wir beachten. Aus den Bildern sind bereits eine Reihe von Erläuterungen zu entnehmen. Dennoch soll die Notwendigkeit der getrennten Null-Volt-Leitung kurz erklärt werden:

In Bild 4 sehen wir eine Leitungsverlegung, wie sie in der HF-Technik denkbar wäre. Die einzelnen Ströme durch das Chassis (punktiert) bewirken jedoch – wie an jedem anderen Leiter – einen Spannungsabfall. So ruft der relativ starke Heizstrom der ersten Röhre einen größeren Spannungsabfall hervor, der geringe Katodenstrom einen geringeren usw. Wie sich das auswirkt, zeigt Bild 5. Der Spannungsabfall des Heizstromes der ersten Röhre im Chassis wird in die Gitterleitung der zweiten Röhre eingekoppelt (Beispiel). Da seine Frequenz 50 Hz beträgt und er außerdem noch zahlreiche Oberwellen enthält, hört man ihn im Lautsprecher am Ausgang des Verstärkers.

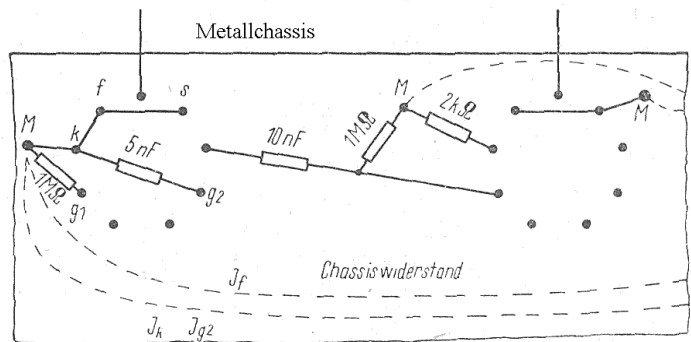


Bild 4. Falsche Verdrahtung im NF-Verstärker

Daß dies tatsächlich der Fall sein kann, wollen wir durch eine kleine Rechnung beweisen:

Angenommen, der Widerstand r_{x1} beträgt 10 mΩ (ein mΩ ist der tausendste Teil eines Ohms). Der Heizstrom der Röhre soll 0,3 A sein. Der Spannungsabfall beträgt dann

$$0,3 \text{ A} \cdot 0,01 \text{ } \Omega = 0,003 \text{ V} = 3 \text{ mV}.$$

Bei einer Eingangsspannung von 100 mV an der zweiten Röhre beträgt dann die eingekoppelte Brummspannung ein Drei- unddreißigstel und macht sich bereits äußerst störend in der Wiedergabe bemerkbar.

Außer dem Heizstrom kann auch der Katodenstrom einer Röhre zu ähnlichen Erscheinungen führen, wenn die Verstärkung längs des gemeinsamen Chassisstückes groß genug ist.

Deshalb trennt man Chassis und Null-Volt-Leitung und führt die einzelnen Stufen streng der Reihenfolge nach an die Null-Volt-Leitung. Diese wird so mit dem Chassis verbunden,

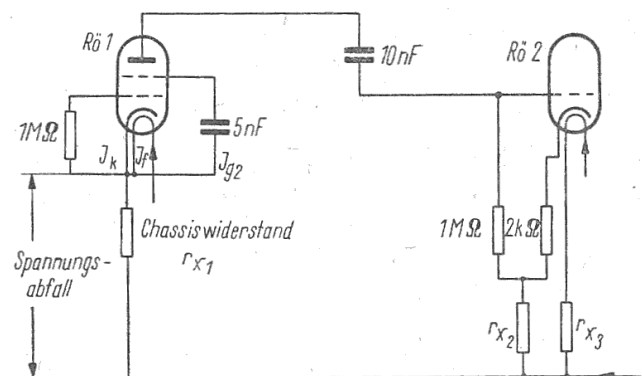


Bild 5. Ersatzschaltbild der Verdrahtung in Bild 4

daß dort, wo der Verstärker am brummempfindlichsten ist, die kleinste Spannungsdifferenz zwischen ihr und dem Chassis entsteht, also am Eingang.

Ein Wort noch zur Erdung beim Vorhandensein mehrerer Geräte (Plattenspieler, Vorverstärker, Endverstärker o.ä.). Hier kann man auf zweierlei Art verfahren:

Die Serienerdung. Ein Metallchassis wird mit dem anderen verbunden, der Anschluß an die Erdleitung erfolgt am empfindlichsten Gerät (hier am Plattenspieler).

Die Sternerdung. Hierbei wird jedes Metallchassis getrennt mit der Erdleitung an einem „Sternpunkt“ verbunden.

In beiden Fällen ist die Abschirmung der Verbindungsleitungen nur am Eingang des folgenden Gerätes zu erden (Beispiel: Leitung vom Plattenspieler zum Vorverstärker, Abschirmung an Vorverstärkerchassis usw.). Keinesfalls darf eine Leitungsabschirmung als Erdverbindung von zwei Geräten verwendet werden, weil sonst die Erdströme ein Brummen in die Leitung induzieren; man würde also genau das Gegenteil dessen erreichen, was durch die Abschirmung beabsichtigt war. Zur Erdung einer größeren Anlage empfiehlt es sich, ein Blockschaltbild aufzustellen und Abschirmungsverbindungen und Erdanschlüsse nach den oben erläuterten Grundsätzen einzuzeichnen und dann auszuführen. Man spart so eine Menge Arbeit und Mühe.
