



© Shutterstock

## PMA BASICS – ANALOGE KABELVERBINDUNGEN

# Wenns brummt, läuft's falsch!

**Da hat man alles wie im Lehrbuch verkabelt und trotzdem ist das Brummen fast lauter als die Musik. Das muss nicht sein! Mit ein wenig Basiswissen zum Thema Verkabelung kann man Fehler vermeiden und kleine Defekte schnell selbst reparieren.**

**Auch wenn es heutzutage fast für jedes Kabelverbindungsproblem eine passende, vorkonfektionierte Lösung gibt**, so erreicht man die optimale Kabelverbindung manchmal nur, indem man selbst den LötKolben in die Hand nimmt, – um spezielle Kabel-Looms zu konfektionieren oder um ein defektes Kabel zu reparieren.

Auch ohne Elektrikerausbildung kann man mit etwas logischem Verständnis und ein bisschen Übung Kabel selbst herstellen. Mit dem richtigen Handwerkszeug ist das gar nicht so schwer, und oftmals ist es ein wirklich gutes Gefühl ist, mit selbstgelöteten Kabeln an den Start zu gehen. Die richtige Verkabelung von Audio-Equipment ist wirklich nicht schwer zu verstehen. Das nötige Know How und Basiswissen vermittelt euch dieses Special.

### Das richtige Handwerkszeug

Persönlich verwende ich eine kleine Lötstation (ERSA MS 250 – 25W, 12 V) mit einem FeinlötKolben mit Lötspitze und 1,0 mm Lötzinn, der auch bei jedem Live-Gig mit dabei ist, damit man notfalls auch mal was schnell reparieren kann.

Sollten Sie sich selbst eine Löttausrüstung besorgen, so achten Sie darauf, dass der LötKolben für Elektronik-Arbeiten geeignet ist, eine feine Spitze hat und nicht zu heiß wird. 25-30 Watt sind vollkommen ausreichend. Über das Thema, wie man richtig lötet, bietet YouTube jede Menge Schulungsvideos an.

Weiter wäre es vorteilhaft, sich ein kleines Messgerät für Widerstände zuzulegen, um die Kabel zu testen. So

ein kleines Multimeter-Testgerät bietet meist nicht nur einen Ohm-Messbereich für Widerstände, sondern auch noch einen Spannungsmessbereich für Volt, getrennt für Gleich- und Wechselstrom, was manchmal auch ganz nützlich ist, etwa um eine Batterie zu prüfen.

Zum Messen eines Kabels wählt man im Ohm-/Widerstandsmessbereich den kleinsten bzw. empfindlichsten Bereich. Zum Durchmessen z. B. eines Klinkenstecker-Instrumentenkabels hält man dann eine Messspitze an die Spitze des einen Klinkensteckers und die andere Messspitze an die Spitze des anderen Klinkensteckers. Ist das Kabel in Ordnung, so sollte die Anzeige eures Messgerätes jetzt einen Wert nahe Null Ohm anzeigen. Ändert sich die Anzeige nicht bzw. zeigt weiterhin einen unendlich hohen Ohm-Wert

an, dann ist das Kabel defekt. So einfach geht das!

## Kabelverbindungen im Audio-Bereich

Neben den digitalen Kabelverbindungen, auf die wir hier nicht näher eingehen, da es kaum Probleme mit vorkonfektionierten Verbindungskabeln gibt, werden im Audio-Bereich hauptsächlich folgende Kabelverbindungen verwendet:

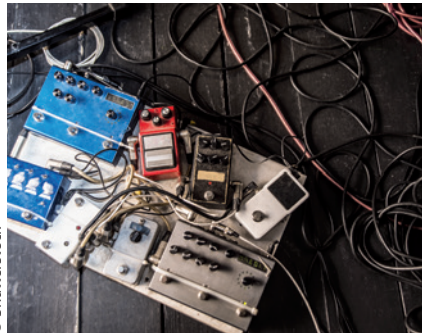
- Die unsymmetrischen Instrumenten- oder Patch-Kabel, welche meist mit einem 6,3 mm Mono-Klinkenstecker bestückt sind.
- Die symmetrischen Mikrofon-Kabel, welche meist mit einem dreipoligen XLR-Stecker und einer XLR-Buchse ausgeliefert werden und
- Die Lautsprecher-Kabel zwischen Verstärker oder Endstufe und Lautsprecherbox, welche meist mit Klinkensteckern oder SPEAKON-Steckern ausgerüstet sind.

### Unsymmetrische Kabel haben nur einen Signalleiter!

Eine unsymmetrische Kabelverbindung im Audio-Bereich erkennt man meist schon äußerlich an der Verwendung von Mono-Klinkensteckern oder Cinch-Steckern-/Buchsen.

Eine Ausnahme bilden hier die Lautsprecherkabel, welche zwar auch bei kleineren Setups Mono-Klinkenstecker verwenden, wobei das Kabel jedoch aus zwei möglichst dicken Leitern ohne jegliche Abschirmung besteht. Das unsymmetrische Audio-Kabel besteht aus einer ein- oder mehrlagigen Abschirmung (Geflecht und/oder Folie) und einem isolierten Signal-Leiter in der Mitte des Kabels.

Bei der Kabelauswahl kommt es auf eine möglichst gute Abschirmung und einen ausreichenden Querschnitt des Signalleiters an. Eine gute Abschirmung ist besonders wichtig, da unsymmetrische Kabel nur den positiven Bereich einer Schwingung übertragen und während der negativen Schwingungsphase quasi offen für alle anderen elektrostatischen Einflüsse



Um Störungen zu minimieren sollte man Kabel sauber verlegen

sind, was sich im schlechtesten Fall durch ein Brummen äußert. Aus diesem Grund sollten unsymmetrische Kabel so kurz wie möglich sein. Auch sollte man beim Verlegen darauf achten, dass unsymmetrische Kabel nicht in der Nähe von Stromkabeln mit 220 V Wechselstrom liegen, sonst ist der Netzbrumm von 50 Hz quasi schon vorprogrammiert.

Besonders zu erwähnen ist das Produktsortiment von Sommer Cable, die sehr hochwertige, mehrfach abgeschirmte Kabel für den Audio-Bereich anbieten. Als beste Steckverbinder haben sich die Marken NEUTRIK und HICON bewährt.

Beim Selberlöten eines unsymmetrischen Kabels verbindet man die Abschirmung des Kabels mit dem Schaft des Klinkensteckers, auch als Sleeve bezeichnet oder nur mit S abgekürzt, und den Signalleiter in der Mitte mit der Spitze des Klinkensteckers, auch als Tip bezeichnet oder mit T abgekürzt. Ein TS-Klinkenstecker ist also ein zweipoliger Mono-Klinkenstecker mit Spitze und Schaft, wohingegen ein TRS-Klinkenstecker ein dreipoliger Stereo-Klinkenstecker mit Spitze, Ring und Schaft ist.

**Praxis-Tipp:** Auch ein gut abgeschirmtes, symmetrisches Mikrofon-Kabel, das neben der Abschirmung zwei Signal-Leiter beinhaltet, lässt sich durch Zusammenschließen der beiden Signalleiter als unsymmetrisches Kabel verwenden. Sollte durch mechanische Beanspruchung des Kabels einer der beiden Leiter brechen, funktioniert das Kabel trotzdem noch über den



Gerade spezielle Kabel-Konfigurationen lassen sich recht günstig selber konfektionieren

anderen Signalleiter. Das bedeutet höhere Sicherheit vor Ausfällen und ihr braucht nur noch eine Sorte Kabel vorrätig halten.

### Symmetrische Kabel haben Plus und Minus!

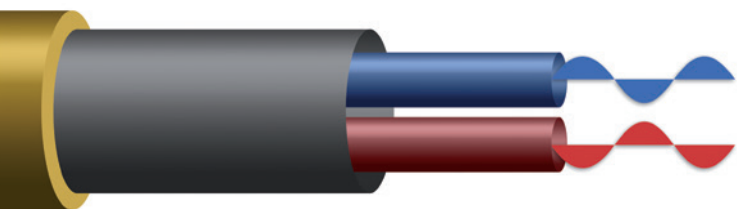
Symmetrische Kabelverbindungen haben neben der Abschirmung mindestens zwei Signalleiter und sind äußerlich erkennbar durch eine dreipolige XLR- oder Stereo-Klinkenstecker-Bestückung.

Der große Vorteil der symmetrischen Signalführung ist die Unempfindlichkeit gegenüber Einstreuungen. Aus diesem Grund werden alle Mikrophone grundsätzlich mit symmetrischen Kabeln angeschlossen, um das empfindliche Signal bestmöglich zu schützen. Bei XLR Steckverbindungen ist die PIN-Belegung mit Nummern gekennzeichnet und genormt:

1. Pin 1 = Abschirmung
2. Pin 2 = Rot = Plus-Leitung
3. Pin 3 = Blau = Minus-Leitung



Mit einer mobilen Lötstation sind Kabeldefekte auch auf Tour schnell zu beseitigen



Symmetrische Kabelverbindung



Unsymmetrische Kabelverbindung

Weiterhin gilt fast ausnahmslos, ganz gleich von welchem Hersteller das Kabel oder Gerät ist:

- XLR-Buchse (female) ist immer ein Signal-Eingang und
- XLR-Stecker (male) ist immer ein Signal-Ausgang.

Will man sichergehen, kein Brummen im Signalweg zu haben, sollte man bei der Verkabelung auf der Bühne darauf achten, möglichst alle signalführenden Kabelverbindungen symmetrisch auszuführen. Zwar bieten viele Hersteller beide Varianten parallel an, also symmetrische und unsymmetrische Anschlüsse, es sollte aber immer der symmetrischen Signalführung den Vorzug geben werden!

**Praxis-Tipp:** Bei einem Adapter von symmetrisch auf unsymmetrisch werden die Abschirmung (Pin 1) und die Minus-Leitung (Pin 3) zusammengefasst als Masse und die Plus-Leitung (Pin 2) wird zum Signalleiter.

### Lautsprecherkabel haben zwei starke Leiter ohne Abschirmung!

Wegen der hohen Signalstärke können Lautsprecherkabel grundsätzlich auf eine Abschirmung verzichten, wogegen der Leiterquerschnitt hier an Bedeutung gewinnt. Gute Lautsprecherkabel sind zweifadrig und haben neben qualitativ guten



DI-Boxen symmetrieren das unsymmetrische Signal



Ein Line-Isolator kann vor Brummschleifen in unsymmetrischen Verbindungen schützen

Steckverbindern einen hohen Leiterquerschnitt. Als Steckverbinder werden meist 6,3 mm Mono-Klinkenstecker oder Neutrik Speakon-Stecker verwendet. Aber Vorsicht: Auch wenn unsymmetrische Instrumentenkabel manchmal äußerlich sehr ähnlich aussehen, so sollten sie doch niemals als Lautsprecherkabel verwendet werden. Wenn äußerlich – etwa durch den Kabel-Aufdruck – nicht zu erkennen ist, ob es sich um ein Lautsprecherkabel oder ein Instrumentenkabel handelt, einfach den Mono-Klinkenstecker öffnen und das Kabel prüfen: Hat das Kabel eine Abschirmung und einen Leiter in der Mitte, dann ist es ein Instrumentenkabel. Entdeckt man im Stecker keine Abschirmung, sondern nur zwei einzeln isolierte, gut dimensionierte Signalleiter (meist grau und weiß isoliert), dann ist es ein Lautsprecherkabel.

### Kabellängen und DI-Boxen

Grundsätzlich gilt: Ein Kabel sollte so lang wie nötig, aber so kurz wie möglich sein! Dies gilt insbesondere für unsymmetrische Instrumenten- und Patchkabel vor dem Verstärkereingang, da das Audio-Signal meist sehr schwach ist, wenn es das Instrument verlässt und es daher sehr empfindlich gegenüber Einstreuungen reagiert.

Auch können durch sehr lange, unsymmetrische Kabel Klangverluste, insbesondere in den Höhen, auftreten. Eine Länge von 9-10 Metern sollte möglichst nicht überschritten werden. Bei symmetrischen Kabeln ist die Länge weniger ausschlaggebend, da sich Einstreuungen weitgehend neutralisieren. Beim Live-Einsatz sollten daher unsymmetrische Signale unbedingt durch DI-Boxen symmetriert werden, bevor sie über Stage-Box und Multicore-Kabel zum FOH-Mixer geführt werden.

Hat man beispielsweise bei der Verkabelung von Effektgeräten im Rack die Wahlmöglichkeit zwischen unsymmetrischer (Klinkenbuchse) und symmetrischer (XLR) Signalführung, so ist immer der symmetrischen Signalführung der Vorzug zu geben!

### Masseschleifen und Einstreuungen

Planen Sie die Signalführung und insbesondere die Masseverbindungen im Setup sehr sorgfältig! Die Masseleitungen sollten im Idealfall sternförmig sein, wobei eine Schleifenbildung möglichst vermieden werden sollte. Bitte nicht als Lösung die Schutzkontakte der Netzkabel abkleben! Das kann lebensgefährlich werden.



Zu bedenken ist auch, dass bei einer Rack-Installation oft die Gehäusemasse der im Rack verbauten Geräte über die Rack-Schienen miteinander verbunden ist, was ungewollt zu Masseschleifen führen kann.

**Praxis-Tipp:** Einsatz der pseudo-differenziellen Übertragung bei unsymmetrischen Verbindungen!

Verwendet wird ein symmetrisches Kabel (= Abschirmung und zwei isolierte Signalleiter). Bei einem Mono-Klinkenstecker (Abb. links) wird der rote Signalleiter mit der Steckerspitze (engl. Tip) verbunden und der blaue Signalleiter mit der Abschirmung zusammen mit dem Schaft des Steckers (engl. Sleeve). Beim anderen Stecker (Abb. rechts) wird wieder der rote Leiter mit der Spitze, aber nur der blaue Leiter mit dem Schaft verbunden. Die Abschirmung wird rechts nicht verbunden! Man verwendet am besten unterschiedliche Stecker-Farben, damit man hinterher noch weiß, wo die Abschirmung verbunden ist. Der Stecker mit der angeschlossenen Abschirmung sollte vorzugsweise in das Gerät gesteckt werden, das selbst über eine entsprechende Schutzkontakt-Erdung beim Netzanschluss verfügt.

**Vorteil:** Die Leitung ist abgeschirmt, jedoch werden die Einstreuungen über das geerdete Gerät abgeführt und beeinflussen das eigentliche Audio-Signal wesentlich weniger, als bei einer normalen, unsymmetrischen Signalführung.

**Nachteil:** Man muss selber löten. Ich habe zumindest noch keine entsprechenden Kabel im Handel entdeckt.

### Trennübertrager und warum man immer einen dabei haben sollte!

Ein Trennübertrager, wie etwa der Palmer PLI-01 gehört in jede Live-Equipment-Toolbox! Wenn eine unsymmetrische Leitung einen starken Netzbrumm liefert, kann durch das Zwischenschalten eines solchen Übertragers das Problem oft schnell und professionell behoben werden.

**Beispiel:** Im seriellen Effektweg des Verstärkers ist ein Effektgerät angeschlossen, das selbst über die Netzverbindung geerdet ist. Zwischen dem Verstärker und dem Effektgerät entsteht über die Send- und Return-Leitung eine Masseschleife. Die Folge, – es brummt. Trennt man die Send- und Returnleitungen beispielsweise durch den Einsatz eines Palmer PLI-02 (kann gleich zwei Leitungen bedienen, statt nur einer beim PLI-01), wird die Masseschleife unterbrochen und das Brummen verschwindet.

### Fehlersuche bei Kabelverbindungen

Da ist man endlich mit dem Setup fertig und will das Signal testen, aber die Anlage macht keinen Mucks. Man überprüft alle Steckverbindungen, aber auch da ist kein Fehler.

**Nächster Schritt:** Kabeltest! Hat man ein kleines Widerstandsmessgerät in

der Toolbox, ist der Fehler schnell gefunden. Sicher gibt es auch spezielle Kabeltester, aber persönlich ziehe ich ein kleines Multimeter-Gerät vor, da es wesentlich flexibler ist. Zum Kabeltest wähle ich den kleinsten Widerstandsbereich (Ohm) aus und teste die Kabel, indem ich die Messspitzen jeweils an die gegenüberliegenden Kontakte halte, die durch das Kabel verbunden sein sollen. Zeigt das Messgerät einen Wert nahe Null an, ist die Leitung in Ordnung. Wird keine Veränderung des Widerstandswerts angezeigt, hat das Kabel (oder eine Lötstelle) ein Problem.

Weiterhin kann man prüfen, ob einer der Signalleiter einen Masseschluss hat, indem man eine Messspitze an Pin 1 bei XLR-Verbindungen oder den Schaft bei Klinkensteckern hält und die andere mit PIN 2 – oder 3 – der XLR-Verbindung oder der Spitze bei Klinkensteckern verbindet. Zeigt das Messgerät einen messbaren Widerstandswert, hat das Kabel einen Masseschluss und ist somit unbrauchbar.

Bei einem Kabel, das in Ordnung ist, dürfte zwischen den Polen eines Steckers oder einer Buchse keine Verbindung bestehen, es sei denn, diese Verbindung ist absichtlich und gewollt, wie z. B. bei einem Adapter von XLR auf Monoklinke, bei dem die Pole 1 und 3 der XLR-Buchse gebrückt sind.

*Text: Michael Henning*