



Symmetrische und unsymmetrische Signalübertragung

Die vom Mikrofon in elektrische Signalspannung umgewandelten Schallwellen werden mit Hilfe von Leitungen zum Mikrofonvorverstärker übertragen, wobei zwischen der symmetrischen und der unsymmetrischen Übertragung unterschieden wird. Beide Verfahren können hierzu eingesetzt werden. Die störungsfreiere Lösung ist die in der Tonstudioteknik angewendete symmetrische Übertragung. (Symmetrische Leitung).

Unsymmetrische Übertragung (Heimtechnik)

An seinem Ausgang erzeugt das Mikrofon eine sich kontinuierlich ändernde Spannung zwischen den beiden Drähten a und b der **einadrig abgeschirmten Leitung**. Das ist der **unsymmetrische Betrieb** der in **Bild 1** zu sehen ist. Aus Abschirmgründen ist das Gehäuse des Mikrofons zusätzlich an den b-Draht als Masse mit angeschlossen. Auf der oberen Leitung ist eine Welle zu erkennen, die natürlich immer auf Masse Bezug hat. Nehmen wir an, dass die Signalspannung den maximalen Wert von U nicht überschreiten kann. Im Mikrofonvorverstärker wird dieses Musiksignal im Pegel angehoben und erscheint am Ausgang um den Verstärkungsfaktor v größer.

UdK Berlin
Sengpiel
03.2001
Tutorium

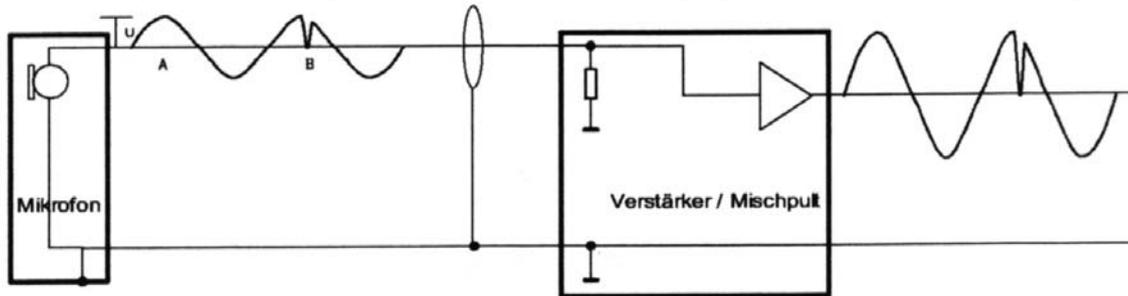


Bild 1 Unsymmetrische Signalübertragung

Wird eine von außen einwirkende Störung angenommen, so ist trotz Abschirmung dieses bei Punkt B als kleine „Zacke“ nach unten zu erkennen. Der Verstärker hebt das Nutzsignal mit der Störung an, was sich mathematisch wie folgt ausdrücken lässt:

$$U_a = v \cdot (U_e + U_{\text{stör}}) = v \cdot U_e + v \cdot U_{\text{stör}}$$

Zum Nutz-Signal wurde hiermit eine Störgröße addiert, die unerwünscht ist. Eine solche Störung kann nicht wieder aus dem Signal entfernt werden, denn es ist nicht bekannt, wie das Signal vor dem Auftreten der Störung genau ausgesehen hat -- man kann es nur vermuten.

Unsymmetrischer Betrieb ist also gegen äußere Störungen anfällig. Das ist bei der Übertragung von Mikrofonsignalen besonders kritisch, weil die abgegebene Signalspannung nur gering ist und die langen Kabel außerdem noch dämpfen.

Symmetrische Übertragung (Studiotechnik)

Und jetzt zur **symmetrischen Übertragung**. Hier kommen aus dem Mikrofon drei Drähte: a, b und c. Das sind bei der **zweiadrig abgeschirmten Leitung** einmal Masse c als Schirm und zwei verdrehte Signalleitungen a und b, die an den Vorverstärker angeschlossen werden. In **Bild 2** kann jede Signalleitung einen Bezug zur Masse haben. Man sieht zweimal die gleiche Welle, aber die Masse liegt jetzt quasi in der Mitte und die untere Welle liegt an der Zeitachse gespiegelt, also invertiert oder verpolt gegenüber – das heißt, sie hat ein negatives Vorzeichen, ist aber nicht zeitlich verschoben. Am Mischpulteingang befindet sich ein Differenzverstärker, der beide Wellen voneinander abzieht.

$$U_a = U_e - (-U_e) = 2 \cdot U_e$$

Das Ausgangssignal ist nach der Subtraktion also genau doppelt so groß wie das Eingangssignal. Natürlich gibt ein Mikrofon durch den symmetrischen Betrieb keinen höheren Pegel ab, als ein unsymmetrisch angeschlossenes. Vielmehr ist die Spannung auf den beiden Signalleitungen nur halb so groß. Aber das hat für das Verständnis keine Bedeutung, denn wichtig ist nur, dass sich das Signal proportional verändert.

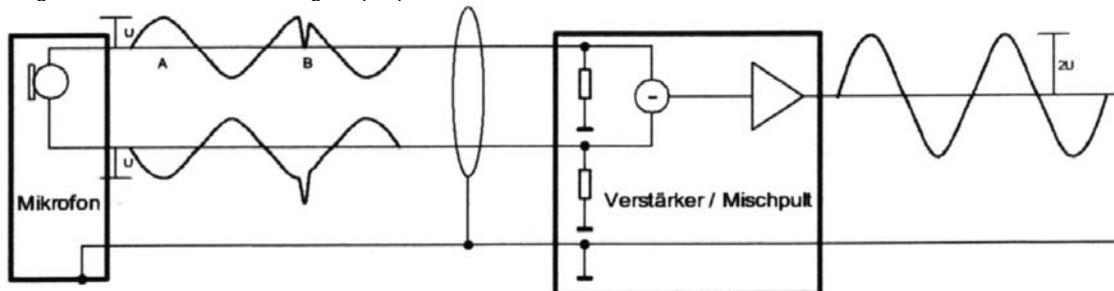


Bild 2 Symmetrische Signalübertragung

Jetzt wird wieder eine hinzukommende Störgröße von außen betrachtet und man erkennt, wie diese gleichermaßen auf beide Signalleitungen einwirkt. Die „Zacke“ geht beide Male in die gleiche Richtung - nur, dass sie sich auf der einen Leitung zum positiven und auf der anderen zum negativen Nutzsignal addiert. Wird diese Störung in obige Formel eingesetzt, so erhält man:

$$U_a = (U_e + U_{\text{stör}}) - (-U_e + U_{\text{stör}}) = U_e + U_{\text{stör}} + U_e - U_{\text{stör}} = 2 \cdot U_e$$

Wie man erkennt, hebt sich durch diese Differenzbildung das Störsignal ganz genau auf. Damit zeigt sich die Überlegenheit der symmetrischen Signalübertragung. Es können auch längere Kabel verlegt werden, ohne dass sich Störungen auswirken. Zweiadrig abgeschirmte Kabel sind nie von sich aus unsymmetrisch oder symmetrisch, sondern sie sind nur in der Lage, die angebotenen Signale richtig übertragen zu können, wenn sie richtig geschaltet sind.