

Gedanken zur Audioqualität im Homerecording Studio

Teil 3: Frontend

Roland Enders

© 2007

Ich habe eine Menge Arbeit und Zeit in diese Tutorials investiert und verlange kein Geld dafür. Wenn Sie sich trotzdem gerne revanchieren wollen und gute Rock-Musik lieben, dann könnten Sie unser Projekt unterstützen und die Doppel-CD

The Bearded – Hope|Omid

kaufen. Viele deutsche und internationale Bands und Künstler liefern auf diesem Sampler ein breites Spektrum sehr guter Rockmusik, angefangen von Progressive Rock über symphonischen Rock, Alternative Rock, Indy-Rock, Pop, Jazzrock bis hin zu Folkrock. Die Spieldauer beträgt rund 2:30 Stunden. Dazu gibt es noch eine kostenlose Zugabe mit einer weiteren Stunde erstklassiger Musik als Download. Das Paket umfasst also rund dreieinhalb Stunden Spielzeit und kostet unglaubliche 16 Euro (zzgl. Versandkosten). Auf unserer Website: www.thebeardedproject.de finden Sie Rezensionen und Hörproben und können Ihre Bestellung aufgeben.

Der Verkaufserlös kommt in voller Höhe der [Kinderhilfe Afghanistan](#) zugute, einer privaten Hilfsorganisation, die in Dörfern in Afghanistan und dem pakistanischen Grenzgebiet so genannte Friedens-Schulen baut und ausstattet, und damit nebenbei Einheimischen als Handwerker, Lehrerinnen und Lehrer, Hausmeister und in anderen Berufen eine neue Existenz bietet. Mittlerweile haben zehntausende Kinder diese Schulen besucht. Spenden an die Kinderhilfe Afghanistan versickern weder in ineffizienten Verwaltungsapparaten noch laufen sie durch die Hände korrupter Politiker, die sich daran bereichern könnten, sondern das Geld geht direkt in die dortigen Schulen. Und es ist sehr effektiv angelegt.

Danke.

Inhalt

Mikrofone	3
Mikrofontyp	3
Tauchspulenmikrofon	3
Kondensatormikrofon.....	3
Technische Daten und ihre Bedeutung.....	5
Rauschen.....	5
Übertragungsfaktor, Empfindlichkeit.....	5
Grenzschalldruck, Klirrfaktor, Dynamik.....	6
Übertragungsbereich, Frequenzgang.....	6
Richtcharakteristik	8
Mikrofonposition	10
Frontend-Elektronik	12
Mikrofonvorverstärker	12
Kanalzug, Channelstrip	14
Wandler	15
Kombilösungen	16
Verkabelung	17
Mikrofonkabel.....	17
Instrumentenkabel	18
Linekabel.....	19
Digitalkabel	19
Sonstige Kabel.....	20
Kabelklang – Mythos oder Wahrheit?.....	21

Mikrofone

Nach der Raumakustik hat die Wahl und richtige Verwendung des Mikrofons den größten Einfluss auf die Klangqualität der Aufnahme. Das Mikrofon ist ein Wandler: Es wandelt Schalldruck in elektrische Wechselspannung.

Mikrofontyp

Mikrofone lassen sich in viele verschiedene Kategorien einteilen. Neben dem technischen Funktionsprinzip der Wandlung unterscheidet man Mikrofone auch nach akustischer Bauart, Richtcharakteristik, Membrangröße, Verwendungszweck usw. Diese Kategorien überschneiden sich. So gibt es Mikrofone unterschiedlicher Bauweise für die gleichen musikalischen Einsatzmöglichkeiten und Mikros gleicher Bauart für vollkommen verschiedene Verwendungszwecke. Für uns ist es sinnvoll, Mikrofone nach Einsatzzweck und musikalischen Gesichtspunkten auszusuchen, dennoch erweitert eine Betrachtung ihrer Funktionsweise und der Interpretation ihrer technischen Daten natürlich den Horizont, weil wir so besser verstehen, warum ein bestimmtes Mikrofon für manche Zwecke gut, für andere weniger geeignet ist.

Im Homerecording-Bereich werden heute überwiegend zwei Wandlerprinzipien eingesetzt:

Tauchspulenmikrofon

Tauchspulenmikrofone gehören zu den sogenannten *dynamischen* Mikrofonen. An einer vom Schalldruck in Schwingungen versetzten Membran ist eine Drahtspule befestigt, die in den Luftspalt eines Ringmagneten eintaucht. In diesem im Magnetfeld hin- und her bewegten elektrischen Leiter entsteht eine Wechselspannung, die ein elektrisches Abbild der Schallschwingung ist.

Das Tauchspulenmikrofon besitzt folgende Merkmale:

- Es ist sehr robust.
- Gute dynamische Mikrofone dieser Bauart sind schon recht preiswert zu bekommen.
- Tauchspulenmikrofone benötigen keine Versorgungsspannung.
- Die Masse der Membran, zusammen mit der an ihr hängenden Spule, ist relativ groß, deshalb reagiert das Tauchspulenmikrofon ein wenig träge auf schnelle Impulse. Es gibt sie nicht so knochentrocken wieder. Besonders hohe Frequenzen kommen nicht so spritzig und gut aufgelöst.
- Die Wechselspannung, die erzeugt wird, ist sehr klein und muss hoch verstärkt werden, um auf einen für die weitere Bearbeitung ausreichenden Pegel zu kommen.

Tauchspulenmikrofone werden wegen ihrer Robustheit meist im Live-Betrieb verwendet. Es gibt sie sowohl als Vokalmikrofone mit besonders abgestimmtem Frequenzgang als auch als Instrumentenmikrofone für unterschiedliche Einsatzzwecke.

Kondensatormikrofon

Zwischen zwei Platten, von denen die eine eine sehr dünne, schwingungsfähige Membran ist, liegt eine Gleichspannung an. Die Platten sind elektrisch mit entgegengesetzter Polung aufgeladen (polarisiert) – solch eine Konstruktion nennt man Kondensator. Die Größe der Platten und deren Abstand bestimmen die sogenannte *Kapazität* des Kondensators (eine elektrische Kenngröße). Wird die Membran durch Schalldruck in Schwingungen versetzt, so ändert sich der Abstand der Platten und dadurch die Kapazität. Das wiederum induziert eine Wechselspannung. Eine Kondensatormikrofonkapsel besitzt eine sehr hohe *Impedanz* (Wechselstromwiderstand). Um das Mikrofonsignal weiterverarbeiten zu können, muss die Impedanz

dieser Wechselspannungsquelle sehr stark verringert werden. Dazu dient ein sogenannter *Impedanzwandler*, eine analoge Schaltung im Mikrofonschaft, die oft auch als Mikrofonverstärker bezeichnet wird. Tatsächlich ist ihre vorrangige Aufgabe aber nicht die Verstärkung des Signals, sondern die Anpassung an den Eingangswiderstand des in der Signalkette folgenden, externen Mikrofonvorverstärkers.

Das Kondensatormikrofon besitzt folgende Merkmale:

- Durch seinen filigranen Aufbau ist es recht empfindlich gegenüber Stößen.
- Es verträgt auch nicht so hohe Schalldrücke wie ein dynamisches Mikro und verzerrt früher.
- Durch seine sehr leichte Membran (an der ja keine Spule befestigt ist wie beim Tauchspulenmikrofon) reagiert es sehr schnell und präzise auf Impulse und bildet vor allem die Höhen spritzig und gut auflösend ab.
- Der Frequenzgang ist meist breiter und glatter als bei einem dynamischen Mikrofon.
- Es benötigt eine Gleichspannung (*Phantomspannung*), die vom Mikrofonvorverstärker, Mischpult oder einem separaten Speisegerät bereitgestellt werden muss.

Kondensatormikrofone werden im Studio oft wegen ihres breiteren Übertragungsbereichs und ihrer klanglichen Vorzüge eingesetzt. Es gibt sie in verschiedenen Bauarten:

Großmembranmikrofone: Wie der Name schon sagt, besitzen diese Mikrofone eine recht große Membran (meist 1 Zoll, also rund 2,5 cm im Durchmesser). Die guten unter ihnen haben auch einen „großen“ Klang, das heißt, sie geben der Stimme mehr Volumen, färben aber auch mehr als Kleinmembranmikros. Sie werden oft als Vokalmikrofone eingesetzt, sind aber auch allroundtauglich.

Kleinmembranmikrofone: Solche Mikrofone sind im Frequenzgang meist sehr linear. Sie haben eine exzellente Höhenübertragung und können sehr gut für Saiten- und Percussioninstrumente sowie bei der Schlagzeugabnahme für Becken, Snareteppich und Overheads eingesetzt werden.

Röhrenmikrofone: Dabei handelt es sich um Kondensatormikrofone mit einer Röhrenelektronik. Sie brauchen ein spezielles Speiseteil. Röhrenmikros sagt man einen weichen, warmen Klang nach. Sie werden hauptsächlich für Vocals eingesetzt.

Electret-Mikrofone: Eine preiswerte Variante des Kondensatormikrofons. Zwischen den beiden Platten befindet sich eine Folie aus einem speziellen Material, in das die Gleichspannung zur Polarisation sozusagen eingefroren ist. Für die Vorverstärkung/Impedanzwandlung genügt in diesem Fall eine geringe Spannung von 1,5 V, die durch eine Batterie bereitgestellt wird. Der Vorteil eines Electret-Mikrofons ist, dass es mit einfachen Recordern, die nicht über Mikrofoneingänge mit Phantomspannung verfügen, eingesetzt werden kann. Man verwendet sie häufig im Reportagebereich und für Außenaufnahmen. Im Studiobereich kommen sie dagegen kaum zum Einsatz, obwohl manche von ihnen durchaus studiotauglich sind – etwa zur Abnahme von Saiteninstrumenten oder Becken.



Abbildung 1: Großmembranmikrofon mit umschaltbarer Richtcharakteristik

Technische Daten und ihre Bedeutung

Rauschen

Jede elektronische Schaltung erzeugt eine Störung, die man als Rauschen bezeichnet. Das bedeutet nicht, dass wenn man sein Ohr daran legt, irgendetwas rauschen hört, sondern es handelt sich um eine ungeordnete Bewegung der Elektronen in den Schaltkreisen, die – elektrisch verstärkt und über einen Lautsprecher wiedergegeben – eben ein Geräusch erzeugt, das einem breitbandigen Rauschen gleicht.

Auch Mikrofone rauschen. Während dies bei dynamischen Mikrofonen vernachlässigbar ist, da sie keine aktiven Schaltkreise aufweisen, spielt es bei Kondensatormikrofonen mit ihrer aufwändigen Elektronik durchaus eine Rolle. Es gibt leider viele Möglichkeiten, dieses Störgeräusch zu messen, was eine Vergleichbarkeit der Messwerte erschwert. Die meisten Hersteller geben entweder den *Geräuschpegel* (genauer: Ersatzgeräuschpegel) oder den *Geräuschpegelabstand* an. Zwischen ihnen herrscht folgender Zusammenhang:

Geräuschpegelabstand = 94 dB – Geräuschpegel

Der hier verwendete Bezugsschalldruckpegel von 94 dB entspricht einem Schalldruck von 1 Pascal. Wenn man den Rauschpegel des Mikros davon abzieht, erhält man den Abstand des Nutzsignals zum Eigenrauschen des Mikros, also sozusagen den verwertbaren Pegel des Nutzsignals.

Beispiel: Ein Geräuschpegel von 14 dB ergibt einen Geräuschpegelabstand von 80 dB.

Geräuschpegel und Geräuschspannungsabstand verschiedener Mikrofone sind aber nur dann vergleichbar, wenn sie nach dem gleichen Verfahren gemessen werden. Die meisten werden mit der sogenannten *Bewertungskurve A* angegeben, die die Eigenschaften des Gehörs berücksichtigt. In den technischen Daten wird das oft durch ein angefügtes A hinter dem Pegel angezeigt. Auch sind englische Bezeichnungen geläufiger als deutsche. Ein Beispiel:

Noise (Ersatzgeräuschpegel): 16 dB-A oder

S/N-Ratio (Geräuschpegelabstand): 78 dB-A.

Wie sind die Werte qualitativ einzuschätzen? Der Geräuschpegel eines studiotauglichen Mikrofons sollte höchstens 20 dB-A betragen, (entsprechend einem Geräuschspannungsabstand von mindestens 74 dB-A). Exzellente Kondensatormikrofone haben einen Geräuschpegel von 14 dB-A und weniger bzw. einen Geräuschspannungsabstand von 80 dB-A und mehr.

Übertragungsfaktor, Empfindlichkeit

Das Mikrofon wandelt den Schalldruck in eine Wechselspannung. Der *Übertragungsfaktor* ist das Verhältnis

Spannung in Millivolt (mV) : Schalldruck in Pascal (Pa)

Ein typisches dynamisches Mikrofon hat einen Übertragungsfaktor von rund 1 bis 2 mV/Pa. Was bedeutet dieser Wert?

Ein Schalldruck von 1 Pa entspricht dem Schalldruckpegel 94 dB. Ein solcher Pegel wird etwa durch einen lauten Rocksänger erreicht, der aus kurzem Abstand in das Mikrofon röhrt. Bei einem dynamischen Mikro mit einem Übertragungsfaktor von 1 mV/Pa entsteht dann am Mikrofonausgang eine Wechselspannung von maximal 1 mV. Das ist viel zu wenig, um diese im Mix adäquat weiterverarbeiten zu können. Hierzu muss sie um einen Faktor von ca. 1000 (60 dB) verstärkt werden.

Ein Großmembrankondensatormikrofon hat einen typischen Übertragungsfaktor von 10 bis 20 mV/Pa. Das heißt aber, sein Pegel muss erheblich weniger verstärkt werden, um im Mix gleich laut wahrgenommen zu werden.

Im englischsprachigen Raum wird statt des Übertragungsfaktors oft die *Mikrofonempfindlichkeit* (Sensitivity) angegeben. Sie gibt für einen Schalldruck von 1 Pa an, um wie viel Dezibel der Spannungspegel am Mikrofonausgang schwächer ist als 1 V. Das Attribut „schwächer“ wird hier durch ein Minuszeichen dargestellt. Lässt man dieses Minuszeichen weg, so erhält man die für eine durchschnittliche Arbeitsspannung von 1 V notwendige Verstärkung des Signals in dB.

Beispiele: Die Empfindlichkeit eines durchschnittlichen dynamischen Mikros liegt bei etwa -60dB. Um eine Arbeitsspannung von 1 V zu erhalten, muss es um 60 dB verstärkt werden.

Die Empfindlichkeit eines Kondensatormikros liegt typisch bei -40 dB. Um auf denselben Arbeitspegel zu kommen (1 V entspricht 0 dB), muss sein Signal nur um 40 dB verstärkt werden.

Grundsätzlich ist eine hohe Empfindlichkeit bzw. ein großer Übertragungsfaktor natürlich von Vorteil, da im nachfolgenden Mikrofonvorverstärker dann eine kleinere Verstärkung notwendig ist, was geringere Anforderungen an dessen Geräuschspannungsabstand stellt.

Grenzschalldruck, Klirrfaktor, Dynamik

Bei höherem Schalldruck gerät das Mikrofon an eine Grenze: Die Membranauslenkung kann der Schalldruckamplitude nicht mehr in vollem Maß folgen. Das Signal beginnt zu verzerren. Der *Grenzschalldruck* ist der Wert, bei dem die Verzerrung (Klirrfaktor) eine gewisse Größe erreicht. Üblich ist, ihn für einen Klirrfaktor von 0,5% anzugeben. Manche Hersteller machen die Angaben allerdings für einen Klirrfaktor von 1%.

Nur bei Kondensatormikrofonen spielt der Grenzschalldruck eine praktische Rolle. Dynamische Mikros übertragen noch Schalldrücke die weit jenseits der Schmerzgrenze liegen.

Ein Grenzschalldruck von 130 dB bei 0,5% Klirrfaktor ist ein sehr guter Wert. Ein solches Mikro kann man auch nahe an ein Bassdrumfell oder vor einen aufgerissenen Röhrenverstärker hängen. Der gleiche Wert bei 1% Verzerrung ist natürlich als schlechter zu werten. Um die Angaben zu vergleichen, muss man rund 6 dB abziehen. Der Grenzschalldruck 130 dB bei Klirrfaktor 1% entspricht also rund 124 dB bei 0,5%.

Im Studio ist der Grenzschalldruck von untergeordneter Bedeutung, da man für sehr laute Instrumente meist dynamische Mikrofone verwendet oder einen größeren Aufnahmeabstand einhält. Viele Kondensatormikrofone verfügen außerdem über einen Abschwächungsschalter, der einen um bis zu 10 dB höheren Grenzschalldruck erlaubt.

Als *Dynamik* bezeichnet man die Differenz zwischen dem lautesten Nutzpegel (also dem Grenzschalldruck) und dem Geräuschpegel.

Beispiel: Grenzschalldruck 130 dB – Geräuschpegel 14 dB-A = 126 dB-A Dynamik.

Übertragungsbereich, Frequenzgang

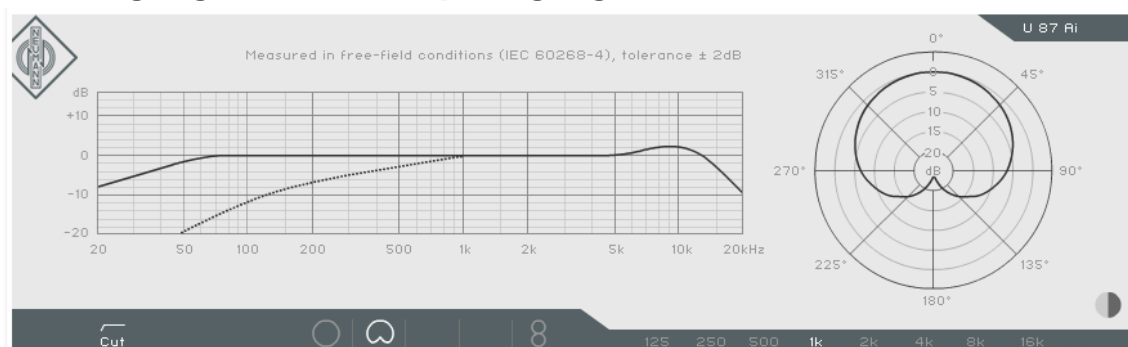


Abbildung 2: Frequenzgang eines State-of-The Art-Studiomikrofons (Neumann U 87) bei Richtcharakteristik Niere, ohne und mit zugeschaltetem Basscut

Der *Übertragungsbereich* gibt an, welche Frequenzen von einem Mikrophon übertragen werden können. Ein gutes Kondensatormikrofon überträgt den gesamten menschlichen Hörbereich (also von 20 Hz bis 20.000 Hz). Ein dynamisches Mikro hat demgegenüber häufig einen eingeschränkten Übertragungsbereich, beispielsweise von 50 bis 15.000 Hz. Das ist aber nicht unbedingt ein Qualitätskriterium, denn es kommt ja darauf an, welche Frequenzen die Tonquelle erzeugt, die aufgenommen werden soll.

Wichtiger zur Beurteilung der Übertragungseigenschaften ist der *Frequenzgang*. Er gibt in grafischer Darstellung an, wie die Schallfrequenzen in Spannungspegel umgesetzt werden, verglichen mit einer Schallfrequenz von einem Kilohertz. Die in den Datenblättern angegebenen Kurven sind meist nur Sollkurven. Der tatsächliche Frequenzgang sieht in der Regel welliger aus. Selbst der Frequenzgang eines teuren Studio-mikrofons ist in den seltensten Fällen linear. Meist findet man Anhebungen im Präsenz- oder Höhenbereich, um die Sprachverständlichkeit zu erhöhen oder den Klang seidiger zu machen.

Die nebenstehenden Beispiele sind dem Professional Audio Magazin, Ausgabe September 2007 entnommen. Von oben nach unten:

Neumann TML 103 (Großmembran-Kondensatormikrofon), **Electrovoice RE20** (Großmembran-Tauchspulenmikrofon), **Shure SM58** (dynamisches Gesangsmikrofon).

Die Unterschiede in der Übertragung der Frequenzen sind mehr als bemerkenswert. Lediglich das Neumann-Mikrofon weist bis etwa 3 kHz einen relativ linearen Frequenzgang auf. Die bei höheren Frequenzen auftretenden Senken und Peaks sind aber mit Abweichungen von der Linearität von +3 dB bis -4 dB für ein Mikrofon sehr gering. Deshalb ist sein Einsatzspektrum recht breit. Es eignet sich sowohl für Gesang als auch Instrumentalaufnahmen.

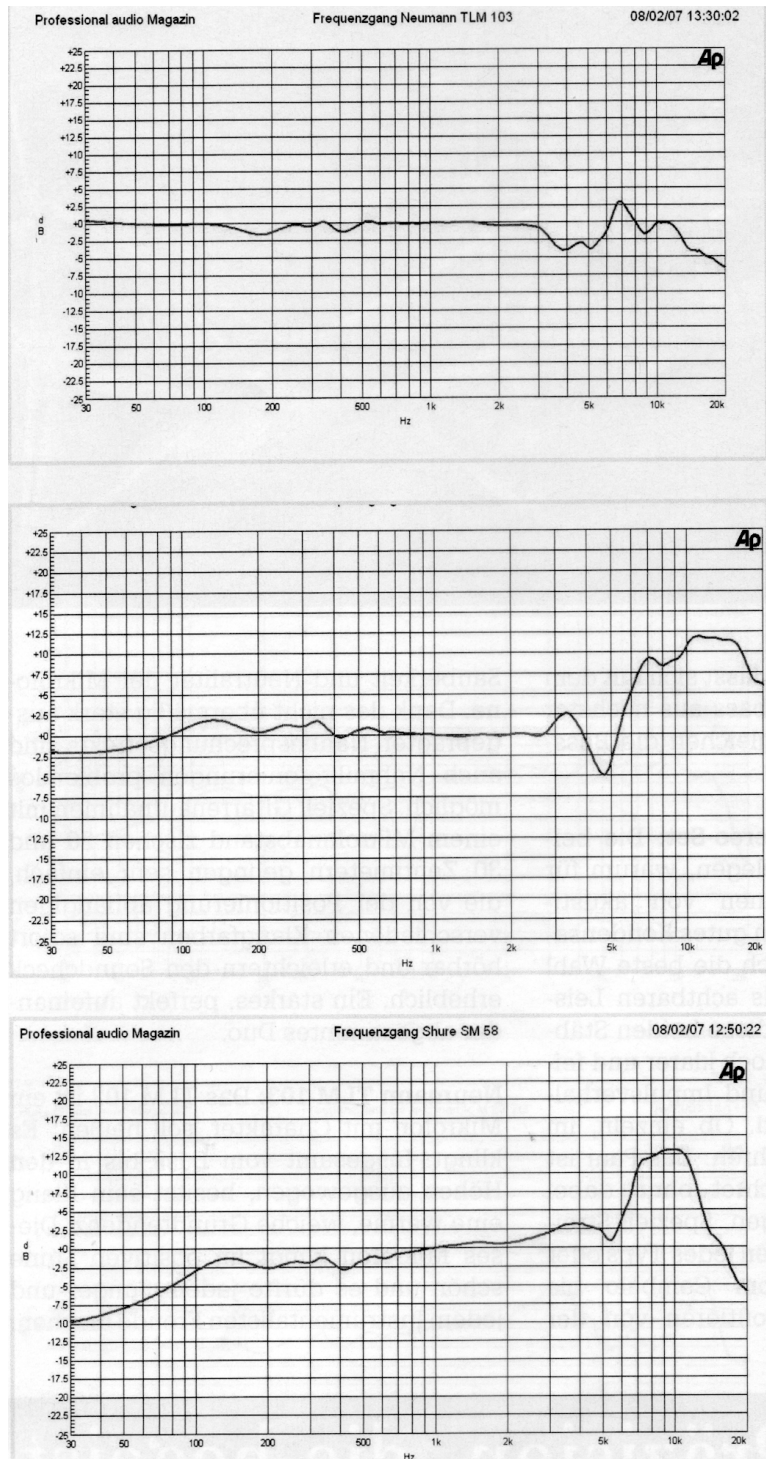


Abbildung 3: Mikrofonfrequenzgänge (Erläuterung; siehe Text)

Viel drastischer sieht es bei den dynamischen Mikrofonen aus. Im musikalisch relevanten Bereich von 50 Hz bis 15 kHz weist etwa das legendäre Gesangsmikrofon Shure SM58 frequenzabhängige Pegelunterschiede von mehr als 20 dB auf! Auffällig ist der konstante Abfall zu tieferen Frequenzen und der enorme Peak zwischen 6 und 15 kHz. Dennoch handelt es sich keineswegs um ein schlechtes Mikrofon, sondern um eines für einen sehr begrenzten Einsatzzweck. Es eignet sich besonders für kräftige, sonore Stimmen, also für Rocksänger, und erhöht Druck und Durchsetzungsfähigkeit solcher Vocals noch einmal deutlich. Für Balladensänger/innen, Chöre oder bestimmte Instrumente ist es hingegen wenig bis nicht geeignet, da es sehr stark verfärbt. Das Electrovoice-Mikrofon RE20 – ebenfalls eine Legende – wird hingegen gerne für Sprecherstimmen, Bläser, Gitarren- und Bassamps, Bassdrum und Toms verwendet. Die Senke bei 4 kHz und die gute Höhenübertragung gibt ihm ein ganz anderes Timbre als die anderen beiden Mikrofone.

Richtcharakteristik

Mikrofone wandeln den auf die Membran fallenden Schall in elektrische Wechselspannung. Die Größe dieser Spannung kann von der Einfallsrichtung des Schalls abhängen. Trägt man den Spannungspegel bei konstantem Schalldruck und Aufnahmeabstand gegen die Einfallsrichtung auf (Abbildung 4), so ergeben sich verschiedene Richtcharakteristiken bei Mikrofonen:

Sie erkennen in Abbildung 5, dass ein Mikrofon mit *Kugelcharakteristik* (omnidirektional) den Schall von allen Seiten gleich stark aufnimmt. Ein Mikrofon mit *Nierencharakteristik* nimmt von hinten fast nichts auf, während der Spannungspegel bei seitlich einfallendem Schall um -6dB gegenüber dem Pegel des von vorn einfallenden Schalls abgeschwächt wird.

Bei einem *Hypernierenmikrofon* ergibt sich die größte Pegeldämpfung bei schräg von hinten einfallendem Schall, während es für rückwärtig einfallenden Schall etwas empfindlich ist. Ein Mikrofon mit *Achtcharakteristik* nimmt den Schall von zwei gegenüberliegenden Seiten gleich gut auf, während es im Winkel von 90° zu dieser Achse fast nichts überträgt.

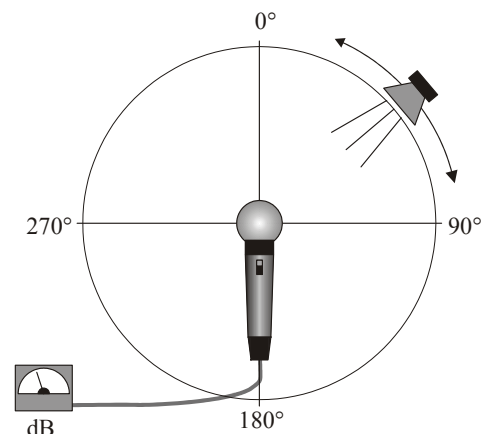


Abbildung 4: Abhängigkeit des Spannungspegels von der Schalleinfallsrichtung

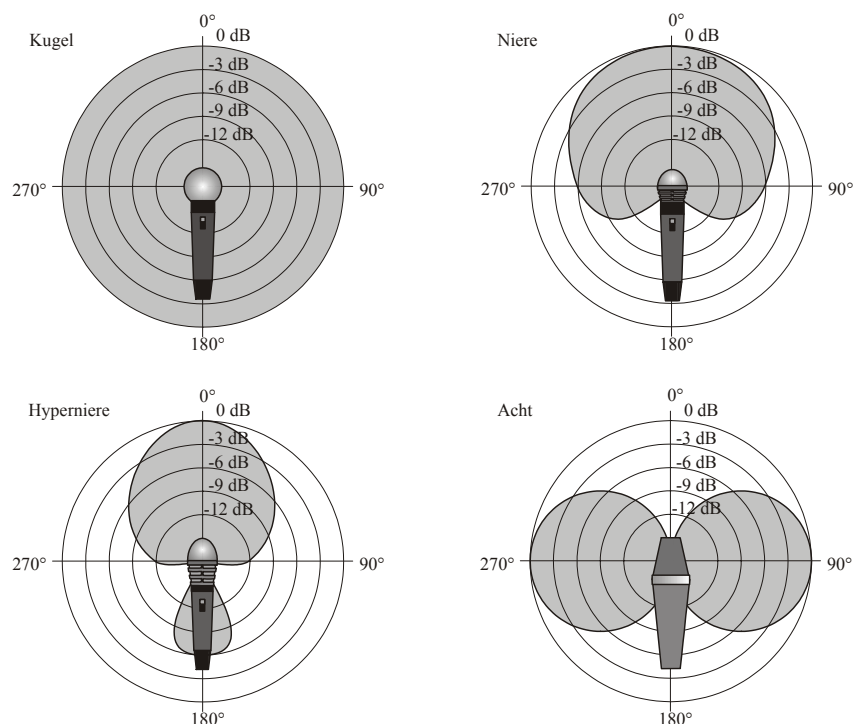


Abbildung 5: Richtcharakteristiken von Mikrofonen

Es gibt Mikrofone mit fester und umschaltbarer Richtcharakteristik. Letztere findet man häufig unter den Großmembran-Kondensatormikrofonen.

Die Richtcharakteristik hat einen erheblichen Einfluss auf den Klang eines Mikrofons! Mikrofone, die einen sehr ähnlichen Frequenzgang aufweisen, können aufgrund ihrer Richtwirkung sehr unterschiedlich klingen. Dafür sind drei Faktoren verantwortlich:

Frequenzabhängigkeit des Richtfaktors

Die in Abbildung 5 dargestellten Richtcharakteristiken beziehen sich auf eine bestimmte Frequenz (meist werden sie für 1 kHz abgebildet). Für andere Frequenzen ergeben sich teils ganz andere Richtungsabhängigkeiten. Für alle Richtcharakteristiken gilt: tiefe Frequenzen werden weniger gebündelt als hohe. Ist die Mikrofonachse höchster Empfindlichkeit nicht exakt zur Schallquelle ausgerichtet, so ergibt sich ein anderer Frequenzgang. Einige Grad Abweichung von der Achse können schon hörbare Unterschiede ausmachen.

Interessanterweise ist die Frequenzabhängigkeit der Richtwirkung für Mikrofone mit Kugelcharakteristik sogar größer als bei Nieren- oder Achtcharakteristik.

Omnidirektionale Mikrofone werden für sehr hohe Frequenzen zu Richtmikrofonen, das heißt, sie nehmen nur den von vorn eintreffenden Schall ungeschwächt auf!

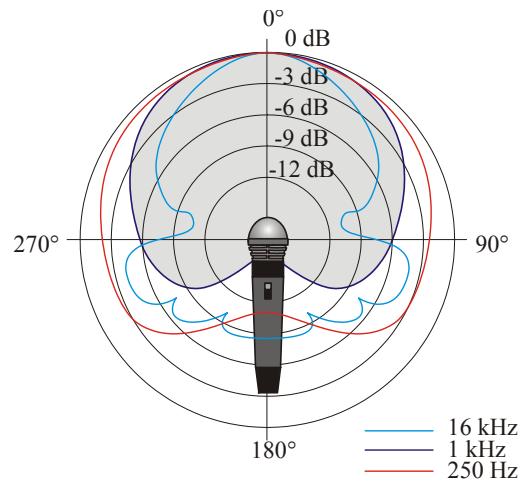


Abbildung 6: Frequenzabhängigkeit der Richtcharakteristik

Direkt- und Raumschall, Bündelungsgrad

Wir haben im zweiten Teil des Tutoriums gesehen, dass auch der Aufnahmeraum einen Frequenzgang hat, der in der Welligkeit oft sogar schlechte Mikrofone übertrifft (ich erinnere etwa an Raummoden und Höhendämpfung). Je nachdem, wie viel vom Raumklang wir aufnehmen, hat das natürlich Auswirkung auf den Klang. Wie groß der aufgenommene Anteil des Raum- oder Diffus-Schalls ist, hängt von mehreren Faktoren ab:

- der Raumakustik (Dämmung der Wände, Absorber usw.),
- dem Abstand der Schallquelle zum Mikrofon,
- der Richtung zur Mikrofonachse,
- dem Bündelungsgrad des Mikrofons.

Ein Nieren- oder Hypernierenmikrofon nimmt bei gleichem Aufnahmeabstand vom Raumschall deutlich weniger auf als ein omnidirektionales Mikrofon und klingt daher viel direkter.

Oder anders ausgedrückt:

Wenn der Aufnahmeabstand eines Mikrofons mit Kugelcharakteristik so gewählt ist, dass sich daraus ein akzeptables Verhältnis aus Direkt- und Raumschall ergibt, der zu dem gewünschten Klangerlebnis führt, so wird bei Mikrofonen mit bündelnder Richtcharakteristik das gleiche Verhältnis (und damit ein ähnlicher Klang) bei größerem Aufnahmeabstand erreicht. Ein paar Beispiele:

Kugel: 10 cm, Niere: 17 cm, Acht: 17 cm, Superniere: 19 cm, Hypernieren: 20 cm.

Voraussetzung ist natürlich, dass die Mikrofone exakt auf die Schallquelle ausgerichtet sind, der Direktschall also von vorn auf die Membran fällt.

Nahbesprechungseffekt

Richtmikrofone mit Nieren- und Achtcharakteristik und deren Zwischenformen (Superniere, Hypernieren) funktionieren nach dem sogenannten *Druckgradientenprinzip*. Bei diesen Mikro-

fonen führt ein kurzer Aufnahmeabstand zu einer Überbetonung der tiefen Frequenzen. Sie kann bei einem Nierenmikrofon bei 5 cm Abstand und einer Frequenz von 80 Hz (das entspricht etwa der unteren Frequenzgrenze der männlichen Stimme oder der tiefen E-Saite einer Gitarre) bis zu +10 dB betragen. Sänger nutzen diesen Effekt oftmals aus, um einen intimen, warmen Klang zu erreichen. Noch stärker ausgeprägt ist der Nahbesprechungseffekt bei der Hypernieren-, Supernieren- und Achtcharakteristik.

Mikrofonposition

Aus dem bisher Gesagten folgt, dass die Mikrofonposition ein ganz wichtiger Aspekt bei der Aufnahme ist. Eine Veränderung um ein paar Zentimeter oder um ein paar Grad kann sehr viel bewirken. Dies gilt in dreierlei Hinsicht:

Ort, an dem das Mikrofon aufgestellt wird:

Achten Sie darauf, dass keine frühen Reflexionen das Mikro erreichen können, die um ganz wenige Millisekunden (also im einstelligen Bereich) gegenüber dem Direktsignal verzögert sind. Diese verfärbten den Klang stark, da sie die berühmt-berüchtigten Kammfiltereffekte hervorrufen: Direktsignal und Reflexion überlagern sich phasenverschoben (das nennt man Interferenz) und verstärken sich bei einigen Frequenzen, bei anderen schwächen sie sich gegenseitig, sodass ein Frequenzgang entsteht, der wie die Zacken und Kerben eines Kammes wirkt. Besonders im für den Klangeindruck wichtigen Mittenbereich stören die daraus resultierenden Verfärbungen.

Wie können Sie solche frühen Reflexionen vermeiden? Zum einen durch einen ausreichenden Abstand von den Wänden oder anderen reflektierenden Flächen. Eine Verzögerung um 10 ms etwa entspricht einem Schallweg von 3,44 m. Wenn Schallquelle und Mikro also mehr als 1,72 m von den Wänden entfernt sind, können von diesen höchstens Reflexionen im zweistelligen Millisekundenbereich eintreffen, die weniger störende Interferenzen bei tiefen Frequenzen erzeugen. Allerdings sind frühe Reflexionen an Boden und Decke sowie am Mikrofonständer kaum zu vermeiden. Ganz lässt sich das Problem also nicht in den Griff bekommen. Sollte sich ein geringer Abstand zu einer reflektierenden Fläche nicht verhindern lassen, dann betrachten Sie diese Fläche wie einen Spiegel, der nach dem Gesetz Einfallswinkel = Ausfallswinkel reflektiert. Einer kleinen, glatten Fläche in der Nähe (Möbelstück) können Sie durch Aufstellung des Mikros so ausweichen, dass die reflektierte Welle am Mikrofon vorbeigeht.

Achten Sie weiterhin darauf, dass das Mikro nicht an einem Ort steht, wo eine Raum-Mode einen Schwingungsbauch besitzt.

Aufnahmerichtung:

Um möglichst wenig Raumschall aufzunehmen (was ja in den meisten Fällen erwünscht ist) benutzt man Mikrofone mit gerichteter Charakteristik, also Nieren- oder Hypernierenmikrofone. Diese unterdrücken Schall, der von hinten oder schräg hinten einfällt. Achten Sie deshalb bei der Ausrichtung des Mikros darauf, dass möglichst wenig reflektierter Schall von vorn (also in der Aufnahmerichtung) auf das Mikro trifft. Es sollte nicht auf eine glatte, stark reflektierende Wand gerichtet sein, eher gegen eine bedämpfte (Vorhang) oder diffus streuende Wand (Bücherregal), aber auch nicht senkrecht auf die Wand zielend, sondern schräg, was dazu führt, dass Reflexionen von dieser Wand nicht direkt zurückgeworfen werden, sondern mindestens den Umweg über eine zweite Wand nehmen müssen.

Ein andere Punkt, den Sie bei der Richtung des Mikros berücksichtigen sollten, sind Störschallquellen im Raum (wie etwa der Computer). Das Mikro sollte deren Direktschall möglichst wenig einfangen. Dass die Störquellen im Raumschall enthalten sind, lässt sich aber leider nicht vermeiden.

Mikrofonabstand zur Schallquelle:

Da es sehr viele verschiedene Musikinstrumente gibt, die mit Mikros aufgenommen werden, und es einen erheblichen Unterschied macht, ob Sie eine Trompete oder eine Querflöte aufnehmen, werde ich mich hier auf zwei der häufigsten akustischen Klangquellen in der Rock- und Popmusik beschränken, der menschlichen Stimme und der akustischen Gitarre. Die Aufnahme von Drums beim Homerecording ist hingegen eine Sache für sich und bedürfte eines eigenen Tutorials, für das ich aber nicht der geeignete Autor bin.

Stimme

a) Leadvocals, Rap:

Um einen möglichst direkten, trockenen Sound zu erhalten, der im Mix weit vorne platziert ist, sollte der Aufnahmeabstand gering sein. Dieser Forderung stehen zwei andere Punkte entgegen:

Der Nahbesprechungseffekt (siehe oben): Viele Mikrofone überzeichnen die Bässe und unteren Mitten bei sehr geringem Aufnahmeabstand stark. Dezent eingesetzt, verleiht dies der Stimme Wärme und Intimität, kann aber auch übertrieben zu einem dröhnenden Klang führen und die Textverständlichkeit verringern.

Popp-Laute: Das sind Explosivlaute, die durch Drucküberhöhung an der Mikrofonmembran bei der Aufnahme harter Konsonanten wie etwa P und T entstehen. Diese können durch Popp-Filter reduziert werden. Bühnenmikrofone haben dafür ein Schaumstofffilter im Schallkorb. Bei Studiomikrofonen ist dieser Schutz meist nicht vorhanden. Daher müssen Sie einen externen Poppchutz verwenden, ein feines Gitter aus Metall oder einen schalldurchlässigen Stoff, der über einen Rahmen gespannt ist. Dieser Poppchutz wird mit einem biegsamen Schwannenhals am Mikrofonständer ein paar Zentimeter vor dem Mikrofon befestigt.

Durch Poppchutzfilter und Nahbesprechungseffekt ist der Aufnahmeabstand nach unten auf 10 bis 15 cm begrenzt. Doch dieser Abstand ist in jedem Raum, der größer ist als eine Besenkammer, erheblich kleiner als der Hallradius (dem Abstand, bei dem Direktschall und Raumschall gleich laut sind). Zusammen mit der Richtwirkung des Mikrofons und dem gerichteten Schall aus dem Mund des Sängers oder der Sängerin führt das dazu, dass der Direktanteil des aufgenommenen Schalls deutlich größer ist als der Raumanteil.

b) Backing Vocals, Chöre:

Natürlich können Sie die Vokalisten des Chors auch alle nacheinander aufnehmen und wie die Leadvocals mikrofonieren, aber oft ist es erwünscht, dass die Backgroundsänger gleichzeitig singen und die Aufnahme dadurch authentisch nach Chor klingt.

Wenn es sich um zwei bis vier Sänger handelt, können Sie diese eng im Kreis oder gegenüberstehend um ein Mikrofon platzieren, das entweder Kugel- oder Acht-Richtcharakteristik aufweist. Natürlich fangen Sie dabei mehr Raumschall ein als bei Nierencharakteristik, aber das ist auch bei Choraufnahmen, die naturgemäß nicht so direkt klingen sollen wie Leadvocals, meistens erwünscht.

Wenn Sie einen ganzen Chor aufnehmen wollen, dann ist eine Distanzaufnahme mit mehreren *gleichen* Nieren- oder Hypernierenmikros erfolgversprechend. Entweder positionieren Sie zwei bis drei Mikros in einigen Metern Abstand gleichmäßig verteilt vor dem Chor, oder Sie lassen den Chor sich in einem Halbreis aufstellen, in dessen Mittelpunkt ein Stereomikrofonpaar mit einem Winkel der Mikrofonachsen von etwa 90 bis 120° steht. Achten Sie in beiden Fällen darauf, dass die Mikros über den Köpfen des Chors positioniert und schräg nach unten gerichtet sind. Trotz des großen Aufnahmeabstandes und dem damit verbundenen hohen Raumanteil können Sie sehr gute Ergebnisse erzielen, denn die Körper der Chormitglieder wirken wie sehr effektive Absorber und Diffusoren und sorgen dafür, dass aus der Aufnahme-richtung wenige Reflexionen in die Mikrofone fallen.

Akustische Gitarre, Saiteninstrumente

Hier sollten Sie keinen zu geringen Abstand wählen, damit sich die Schallanteile von Saiten, Decke und Schalloch zu einem homogenen Klang mischen. Andererseits sollte der Abstand nicht zu groß sein, um nicht zuviel Raumschall einzufangen. Der richtige Kompromiss liegt meist zwischen 25 und 50 cm.

Die Aufnahme­richtung ist ebenfalls sehr wichtig, wenn Sie ein Mikrofon mit Richtcharakteristik einsetzen. Wenige Grad Unterschied können bereits Welten im Klang ausmachen. Ist das Mikro auf das Schalloch gerichtet, ist der Klang in der Regel viel zu basslastig. Ausgewogen klingt es, wenn Sie es auf den unteren Griffbrettbereich, einige Zentimeter vom Schalloch entfernt, zielen lassen. Wollen Sie einen schlanken Klang, dann richten Sie das Mikro auf den Steg aus.

Eine gute Idee ist es auch, zwei Mikros einzusetzen, eines auf den unteren Griffbrettbereich, das andere auf den Steg oder einen anderen Teil der schwingenden Decke gerichtet. Sie können dann die Pegel der beiden Spuren im Mix benutzen, um den Klang zu optimieren oder auch die Panoramaregler etwas auseinanderstellen, um ihn breiter zu machen.

Probeaufnahmen mit verschiedenen Mikropositionen, Abständen und Winkel sind aber Pflicht. Nehmen Sie sich Zeit, um die besten Aufnahmebedingungen herauszufinden.

Frontend-Elektronik

In der Frontend-Elektronik werden die Signale auf den gewünschten Arbeitspegel verstärkt, gegebenenfalls vorbearbeitet und dann digital gewandelt. Die Eingangsstufe des Frontend sollte einen oder mehrere Eingänge für Mikrofone und elektronische Instrumente/Geräte mit Line-Pegel besitzen. Hieran können etwa die DI-Ausgänge von Gitarren- und Bassverstärkern, Keyboards mit eigener Klangerzeugung, externe Effektgeräte, die mit aufgenommen werden sollen usw. angeschlossen werden. Manche Frontend-Geräte besitzen auch spezielle Instrumenteneingänge. Hier können Sie direkt E-Bass oder E-Gitarre mit hochohmigen Tonabnehmern einstecken, falls Sie nicht den Umweg über einen Vorverstärker nehmen wollen. Der Eingangsteil des Frontends kann einkanalig, mehrkanalig oder als kompletter Mixer ausgeführt sein. Vom Analog-Digital-Wandler der Frontend-Kette geht es dann in die DAW (Digital Audio Workstation), also den Computer oder Harddiskrecorder.

Mikrofonvorverstärker

Ein reiner Mikrofonvorverstärker (*Preamp*) hat zunächst die einfach klingende Aufgabe, ein Mikrofonsignal um 30 bis 60 dB zu verstärken – und zwar ohne etwas hinzuzufügen oder zu entfernen. Das Ausgangssignal sollte ein genaues, vergrößertes Abbild des Eingangssignals sein. Das hört sich leichter an, als es ist, denn eine Verstärkung um 60 dB entspricht einem Faktor 1000! Geringste, in der Elektronik erzeugte Störgeräusche werden mitverstärkt und eventuell hörbar. Wir erwarten also von einem Mikrofonvorverstärker einen sehr guten Geräuschpegelabstand, einen minimalen Klirrgrad und einen linealglatten Frequenzgang. Die gute Nachricht ist: Fast jeder Mikrofonvorverstärker und jedes Mischpult im Semiprofibreich erfüllt diese Forderung spielend!

Natürlich kann man nicht erwarten, dass ein Mischpult mit 16 Kanälen für 300 Euro eine ähnliche Qualität liefert wie ein State-Of-The-Art-Preamp für den zehnfachen Preis. Allerdings entspricht dessen Mehrwert an Signalgüte keineswegs dem Faktor 10, sondern es geht hier lediglich um ein paar Prozent Qualitätsgewinn. Diese provokante Aussage gilt allerdings nur, wenn wir vom Preamp eine neutrale, lineare Übertragung *ohne* Klangformung bei Verstärkungsfaktoren erwarten, die nicht extrem sind. Denn natürlich rauscht ein preiswerter Preamp (Stand-alone-Gerät oder Mischpult), dessen Verstärkungsregler bei 60 dB am rechten

Anschlag steht, viel mehr als ein teurer Preamp bei der gleichen Verstärkung. Schließen wir allerdings ein Kondensatormikrofon mit hohem Output und geringem Rauschpegel daran an, so benötigen wir nur eine Verstärkung von rund 40 dB, und dann ist auch das Grundrauschen des preiswerteren Preamps in aller Regel unhörbar.



Abbildung 7: Multichannel-Preamps der Homerecording- (oben) und der State-Of-The-Art-Klasse (unten)

Geräte der Homerecordingklasse (100 bis 300 Euro) rauschen nicht nur kaum, sondern haben im Regelfall einen vernachlässigbaren Klirrfaktor und einen linealglatten Frequenzgang. Ein sehr gutes Mikro an einen recht preisgünstigen Preamp oder Mixer anzuschließen, wird von vielen als Sakrileg betrachtet. Ich finde es allerdings viel schlimmer, ein schlechtes Mikro mit hohem Grundrauschen an einem Preamp der Extraklasse zu betreiben. Denn der verstärkt das, was reinkommt. Und das ist schon von vornherein schlecht.

Aber technische Daten sind natürlich nicht alles. Neben Klirrfaktor, Rauschabstand und Frequenzgang ist auch eine praxisingerechte Ausstattung wichtig:

- Symmetrische Eingänge mit mechanisch und elektrisch zuverlässigen und kontaktsicheren Buchsen für Mikrofon- und Linepegel
- Schaltbare Phantomspeisung von 48 V für die Mikrofoneingänge
- Schaltbares Hochpassfilter (Trittschallfilter) zur Absenkung von musikalisch irrelevanten Subbass-Frequenzen. Die Basscut-Filter vieler Mikrofone setzen da nach meiner Meinung zu hoch an und sind eher geeignet, den Nahbesprechungseffekt zu kompensieren.
- Präzise Aussteuerungsanzeige mit Peak-LED: das Ausgangssignal darf keinesfalls die maximal zulässige Eingangsspannung des nachfolgenden AD-Wandlers überschreiten, sonst gibt es harsch klingende Clipping-Verzerrungen.
- Regelbare, am besten symmetrische, analoge Ausgänge. Ideal sind zusätzlich umschaltbare Ausgangsbuchsen, sodass man den Ausgangspegel an verschiedene Studio-normen (-10 dBv, +4 dBu) anpassen kann.
- Gekapselte Potis, deren Leiterbahnen nicht verstauben können, denn wer will schon ein unschönes Knistern beim Regeln hören.
- Knackfreie Schalter
- Bei mehreren Mikrofoneingängen einen Phasenschalter pro Kanal, mit dem die Phase um 180° gedreht werden kann. Damit reduziert man eventuell auftretende Phasenprobleme bei der Aufnahme mit mehreren Mikrofonen gleichzeitig.

Soweit zu den linearen Mikrofonvorverstärkern, die technisch meist auf Transistorbasis oder mit integrierten Schaltkreisen (Opamps) aufgebaut sind.

Es gibt aber noch einen anderen Typ, den *klangformenden Preamp*. Dieser verändert das Mikrofonsignal durchaus, fügt ihm im Idealfall wohlklingende Wärme oder Brillanz zu oder

greift sanft in den Frequenzgang ein. Die meisten dieser Preamps arbeiten auf Grundlage einer Röhrenverstärkerschaltung. Röhren erzeugen, wenn sie übersteuert werden, weiche und harmonische Verzerrungen. Bekannt ist der Klang übersteuerter Röhren-Gitarrenverstärker. Ein Röhrenpreamp für Mikrofone arbeitet da natürlich viel unauffälliger. Auch wenn hier der persönliche Geschmack eine große Rolle spielt, ist dennoch klar, dass ein preiswerter Röhrenpreamp nicht mit einem hochwertigen State-of-the-art-Preamp mithalten kann, denn dessen Schaltungsaufwand ist erheblich, und Handarbeit und gute, selektierte Röhren sind teuer. Der Klangunterschied zwischen der Homerecording- und der Hi-End-Klasse ist m. E. deutlicher zu hören als bei linearen Preamps, die nicht ins Klanggeschehen eingreifen, sondern lediglich das Mikrofonsignal unverfälscht abbilden sollen.



Abbildung 8: Röhren-Preamp der Homerecording- und der Hi-End-Klasse

Noch viel weiter geht die Klangbeeinflussung, wenn wir statt eines einfachen Preamps gleich einen Kanalzug benutzen.

Kanalzug, Channelstrip

Das kann der Kanal eines hochwertigen Analog-Mixers sein oder aber ein Mikrofon-Preamp mit zusätzlichen, klangbildenden Funktionen. Dazu zählen etwa ein mehrbändiger, parametrischer Equalizer, ein Kompressor, Expander oder Limiter. Es ist natürlich klar, dass jede dieser Komponenten von hoher Qualität sein muss, deshalb sind solche Geräte erheblich teurer als einfache Preamps. Oder anders ausgedrückt: preiswerte Channelstrips können natürlich längst nicht so gut klingen wie Geräte der professionellen Klasse. Der Klangunterschied fällt sehr viel größer aus als bei linearen Preamps ohne Klangbearbeitung.



Abbildung 9: Channelstrip der Homerecording- (oben) und der Hi-End-Klasse (unten)

Aber braucht man solche komplexen Channelstrips überhaupt, um gut klingende Aufnahmen zu machen? Ich meine: nein.

Wenn man es historisch betrachtet, dann hat sich die Technik vom analogen Bandstudio bis zum modernen Digitalstudio – welches Homerecording erst für jeden erschwinglich macht – erheblich geändert. Was sich aber nur sehr zögerlich ändert, ist die Arbeitsweise, die vielfach noch auf den Voraussetzungen der Analogtechnik fußt. Wie sah es denn früher aus?

Da hatte jedes Studio eine riesige analoge Mixingkonsole mit natürlich hervorragenden Vorverstärkern und Kanal-Equalizern, über die die Mikrofonsignale beim Aufnehmen geleitet wurden. Beim Aussteuern der Aufnahme hörte der Toningenieur im Regieraum, wie das Mikro klang. Es lag also nahe, die Equalizer einzusetzen, um den Klang noch vor der Aufnahme zu optimieren, beispielsweise die Stimme ein wenig crisper zu machen, den Mulm herauszufiltern oder bei einer dünnen Stimme etwas Wärme im unteren Mittenbereich hinzuzufügen.

Und heute? Beim Homerecording haben wir doch meist gar keine getrennte Räume für Aufnahme und Regie. Wie sollen wir denn da den Klang *vor* der Aufnahme beurteilen, geschweige denn, optimieren? Über Kopfhörer? Schon kaum möglich, wenn wir einen anderen Sänger oder ein Instrument im selben Raum aufnehmen, da die akustische Abschirmung der Kopfhörer nicht ausreichend ist, und gar völlig unmöglich, wenn wir uns selber beim Singen aufnehmen, da wir unsere Stimme von innen (durch die Schädelknochen ins Ohr übertragen) hören.

Außerdem lässt sich eine Aufnahme später im Mix sehr viel besser mit EQ bearbeiten, wenn wir die anderen Spuren ebenfalls hören. Nur da können wir Verdeckungsgeffekte und Frequenzüberlagerungen erkennen und beseitigen.

Aber wie sieht es mit dem Einsatz von Kompressoren, Expandern, Noisegeates und Limitern bei der Aufnahme aus? Wäre das nicht sinnvoll?

Nun, früher – im Zeitalter von 16 oder 24 Spur-Bandmaschinen mit ein oder zwei Zoll schmalen Bändern, ihrem Bandrauschen und dem damit einhergehenden geringen Dynamikbereich – war Kompression bei der Aufnahme unumgänglich. Das Signal musste dynamisch eingeebnet werden, damit es mit möglichst hohem, konsistentem Pegel aufs Band kam. Gleichzeitig sollte das damit angehobene Rauschen von Mikrofon und Vorverstärker unterdrückt werden. Deshalb wurde meist ein guter Kompander (eine Kombination aus Kompressor und Expander) oder ein Kompressor mit Noisegate in den Aufnahmekanal eingeschleift.

Im Digitalzeitalter mit 24 Bit Wandlern haben wir allerdings einen so großen, nutzbaren Dynamikbereich, dass das bei richtiger Aussteuerung nicht erforderlich ist. Richtige Aussteuerung bedeutet: das Signal sollte einen gewissen Headroom haben, um unter keinen Umständen an die Clipping-Grenze zu geraten, aber gleichzeitig einen guten Pegel weit über dem Grundrauschen von Mikrofon und Preamp liefern. Ein schneller Limiter nach der Mikrofonvorstufe mag da als Notbremse hilfreich sein, notwendig ist er aber nicht.

Auch hier gilt: Im Homerecording-Studio macht man die Dynamikbearbeitung besser auf digitaler Ebene im Mix, anstatt schon bei der Aufnahme. Mein Tipp ist also: Sparen Sie das Geld für einen hochwertigen Kanalzug oder ein teures Analogpult und investieren Sie es lieber in ein gutes Mikro und einen linearen Preamp ohne Klangbearbeitungsfirlefanzen.

Wenn Sie bereits einen Mixer mit guten Preamps als Fronend verwenden, so sollten dessen Kanal-EQs durch Bypass-Schalter überbrückbar sein. Viele preiswerte Mischpulte bieten dieses Feature leider nicht. Wenn dann die Kanal-EQs nicht von sehr guter Qualität sind, können sie den Frequenzgang negativ beeinflussen.

Wandler

Zu Beginn des digitalen Audiozeitalters litten die Wandler noch unter manchen Kinderkrankheiten: geringe Bitbreite (16 oder 18 Bit), sogenannte *Aliasingverzerrungen*, harscher Klang durch steile Tiefpassfilter zur Unterdrückung des Aliasings usw. Heute haben Wandler ein ganz anderes Qualitätsniveau: 24 Bit, Samplingraten bis 96 kHz und mehr, digitale Filter und mehrfaches Oversampling sind gang und gäbe. Deshalb ist der Klangunterschied bei Wandlern heutzutage gering. Externe professionelle Wandler mit Word-Clock sind zudem meist sehr teuer. Für den Homerecorder steht der finanzielle Aufwand bei der Anschaffung eines

solchen Geräts in keinem Verhältnis zu den Vorteilen. In der Regel greifen wir daher zu integrierten Geräten, die bereits analoge Ein- und Ausgänge auf Line-Level, oft auch Mikrofon-Vorverstärker, AD-Wandler, DA-Wandler, zusätzliche digitale Ein- und Ausgänge und Anschlüsse für Kopfhörer und Monitorboxen enthalten – und sind in der Regel auch gut bedient damit.



Abbildung 10: Hi-End-Wandler

Kombilösungen

Solche Kombinationen sind:

Audiokarte zum Einbau in einen PC oder Apple-Computer: Bei Karten mit Stereoanschlüssen liegen diese meist auf dem Slotblech. Für Multi-IO-Karten gibt es zwei Lösungen: über einen Multipin-Stecker werden die analogen Ein- und Ausgänge entweder auf eine Kabelpeitsche mit verschiedenen Steckern und Buchsen oder auf eine *Break-Out-Box* geführt. Die AD- und DA-Wandlung kann sowohl in der Karte als auch in der Break-Out-Box erfolgen. Letzteres sollten Sie vorziehen, denn analoge Schaltungen im PC können mangels Abschirmung leicht Störfeldern ausgesetzt sein, die Brummen oder Rauschen erzeugen.



Abbildung 11: Audio-PC-Karten

USB- und Firewire-Audio-Interface: Dieses enthält alle analogen und digitalen Anschlüsse sowie die Wandler und wird über eine schnelle serielle Schnittstelle mit dem Computer verbunden. Solche Geräte sind in der Regel klein, leicht und transportabel und können im Prinzip an jedem PC oder Notebook angeschlossen werden.



Abbildung 12: USB- und Firewire-Audio-Interface

Eine Variante davon sind **USB- und Firewire-Mischpulte** – herkömmliche analoge Mischpulte mit AD- und DA-Wandlern. Die Signale werden über eine serielle Schnittstelle in den und aus dem Computer geführt.

Eine weitere, wenn auch für Homereorder oft unerschwingliche Frontend-Version sind **digitale Mischpulte**. Hier findet die AD-Wandlung unmittelbar hinter den Vorverstärkern statt, und die Bearbeitung im Mixer erfolgt digital. Die Ein- und Ausgänge des Mischpults werden durch digitale Schnittstellen (ADAT, mLAN usw.) mit dem Computer verbunden.

Enthalten Audio-Karten, Audio-Interfaces oder Mixer einen oder mehrere Mikrofonvorverstärker, so gelten für diese natürlich die gleichen Qualitätsansprüche wie bei Stand-alone-Preamps.

Verkabelung

Der sollten Sie im Homerecording-Studio große Beachtung schenken. Kabel können durchaus Einfluss auf den Klang nehmen, wenn auch nicht so, wie es manche Hersteller von überpreuerten Hi-End-Kabeln gerne suggerieren. Aber mehr zum Thema Kabelklang am Ende des Tutorials. Wenn ich hier von Klangbeeinflussung spreche, dann meine ich, dass Kabel minderer Qualität alle möglichen Störgeräusche einfangen können: Knacken, Knistern, Rauschen, Brummen, ja sogar Radio-Sender. Und eine sehr drastische Klangbeeinflussung ist es auch, wenn man gar nichts hört, weil eine Lötstelle gebrochen ist oder sich ein Kurzschluss gebildet hat. Das alles kann passieren, wenn man die falschen Kabel oder billige, schlecht gefertigte und miserabel abgeschirmte Ware verwendet.

Mikrofonkabel

Wir leben in einer total verseuchten Umwelt. Damit meine ich nicht Giftmüll, Abgase oder Krankheitskeime, sondern Elektromog. Das sind elektromagnetische Wellen und Felder von allen möglichen Leitungen und Geräten im Haus und außerhalb.

Ein Mikrofonkabel transportiert winzige Nutzsignale im Millivoltbereich. Aber Kabel wirken auch wie Antennen. Es ist klar, dass die Einstreuung von Elektromog in die Adern des Kabels unbedingt vermieden werden muss, denn der erzeugt ebenfalls Spannungen in diesem Größenbereich und würde zu Störgeräuschen führen.

Die Allzweckwaffe gegen Störfelder, die *Abschirmung* der Adern mit einem feinen, dichten Drahtgeflecht, das die signalführenden Leiter wie ein Schutzkäfig umschließt, genügt bei solch schwachen Nutzsignalen allein nicht. Deshalb verwendet man eine *symmetrische* Signalführung mit zwei Adern, über die das Nutzsignal gegenphasig geführt wird. Die Störfelder, die den Schirm durchdringen, erzeugen gleichphasige Signale, die sich leicht in der Eingangsschaltung des Mikrofonverstärkers durch Differenzbildung herausfiltern lassen.

Damit ist schon das Wesentliche zu Mikrofonkabeln gesagt: sie müssen gut abgeschirmt und symmetrisch sein. Auch sollten sie nur so lang wie nötig sein, denn lange Kabel können natürlich auch mehr Störsignale einfangen als kurze.

Symmetrische Kabel benötigen dreipolige Steckverbindungen. Hier haben sich XLR-Stecker und Kupplungen bewährt. Sie sind robust und kontaktsicher. Natürlich gibt es bei diesen Verbindern auch Qualitätsunterschiede. Hier sollten Sie Markenware (etwa von Neutrik) Noname-Steckern und -Buchsen unbedingt vorziehen.

Auf der Bühne werden hohe Anforderungen an Mikrofonkabel gestellt: Sie müssen stabil sein und eine sichere Zugentlastung besitzen, damit die Lötstellen nicht abreißen können. Die Verlötlung sollte perfekt ausgeführt sein. Die Stecker und Buchsen sollten beim Einstecken automatisch verriegeln, damit sie nicht mitten in der Performance von einem darüber stolpernden Musiker herausgerissen werden können. Die Kabel sollten trittfest sein, also beim

Darauftreten kein Knackgeräusch erzeugen, und schließlich sollten sie sich leicht aufrollen lassen. Viele dieser Anforderungen braucht ein Studiokabel eigentlich nicht zu erfüllen, aber wenn Sie ein Bühnentaugliches Mikrofonkabel benutzen, sind Sie in jedem Fall mechanisch auf der sicheren Seite.

Aber ich wollte mich in diesem Tutorial ja über die Audioqualität und nicht über die mechanischen Eigenschaften auslassen. Nun, die Signalübertragungsqualität eines Kabels wird durch seine elektrischen Eigenschaften bestimmt, und die wichtigste ist die *Impedanz*, also der Wechselstromwiderstand. Sie wiederum setzt sich zusammen aus dem ohmschen Widerstand, der Kapazität und Induktivität des Kabels. Vor allem die *Kabelkapazität* kann eine negative Rolle spielen: sie bestimmt (zusammen mit dem angeschlossenen Mikrofon) seine Grenzfrequenz: Frequenzen, die darüber liegen, werden immer stärker gedämpft und schließlich gar nicht mehr übertragen.

Die Impedanz hängt von der Konstruktion des Kabels, also dem Querschnitt und Abstand der Leiter zueinander und den verwendeten Materialien, vor allem aber von seiner Länge ab. Bei Open-Air-Konzerten sind Kabellängen von 100 m keine Seltenheit. In professionellen Tonstudios mit getrennten Regie- und Aufnahmeräumen, die manchmal noch nicht einmal benachbart liegen, geht das Mikrofonsignal zuerst durch ein herkömmliches Mikrofonkabel, dann über eine Buchse im Aufnahmeraum in ein Multicore-Kabel mit zahlreichen Adern, bis es schließlich nach vielleicht 20 m Leitungslänge oder mehr am Mischpult ankommt. Es versteht sich von selbst, dass man bei hohen Leitungslängen darauf achten sollte, dass ohmscher Widerstand und Kapazität pro Meter Länge nicht zu hoch sind. Allerdings: Bei Verwendung von Standard-Mikrofonkabeln mit durchschnittlichen elektrischen Impedanzwerten liegt die obere Grenzfrequenz, ab der überhaupt Verluste eintreten können, selbst bei Leitungslängen von 100 m weit jenseits des menschlichen Hörbereichs. Im Homerecording-Studio sind die Kabellängen aber viel kürzer. In der Regel ist das Mikro über ein einziges Kabel von 3 bis 6 m Länge an Preamp oder Mischpult angeschlossen. Hier spielt die Kabelkapazität und die daraus resultierende Höhendämpfung nun wirklich keine Rolle.

Instrumentenkabel

Anders sieht es bei Kabeln aus, mit denen elektrische Instrumente mit passiven Magnet-Tonabnehmern (also E-Gitarren, E-Bässe) usw. an ihre Verstärker angeschlossen werden. Magnetische Tonabnehmer haben sehr viel höhere Impedanzen als Mikrofone und arbeiten deshalb auch ganz anders mit Kabeln zusammen. Die Grenzfrequenz liegt im Bereich von 2 bis 5 kHz und wird entscheidend durch die Kapazität des Kabels mitbestimmt. Der Klang mit einem Instrumentenkabel hoher Kapazität ist deutlich dumpfer als mit einem geringer Kapazität. Die richtige Wahl des Kabels ist also wichtig. Dabei hat man zwei Einflussmöglichkeiten: die Art und Konstruktion des Kabels (hochwertige Kabel sind recht dick und haben eine geringe Kapazität pro Meter Länge) und seine Gesamtlänge, wobei letztere viel entscheidender ist: ein 2 m Kabel besitzt nur 1/5 der Kapazität eines 10 m Kabels gleicher Konstruktion. Auf der Bühne sind hohe Kabellängen oftmals erforderlich (wenn man keine Funkübertragung benutzt), und dort sollten Sie deshalb auch hochwertige Kabel mit geringer Kapazität verwenden, damit der Sound nicht zu dumpf wird. Im Studio können Sie in der Regel viel kürzere Kabel einsetzen. Da kann es sogar sein, dass ein Kabel mit sehr kleiner Kapazität pro Meter den Klang einer bestimmten E-Gitarre zu höhenreich und scharf macht. Man kann also nicht sagen, es gebe gute und schlechte Instrumentenkabel. Je nach Klang, den man erzielen will, kann ein billiges Kabel manchmal sogar besser klingen als ein hochwertiges. Ausprobieren ist hier die Devise.

Übrigens: das hier Gesagte trifft nur für Instrumente mit sogenannten passiven (hochohmigen) Tonabnehmern zu. Bei Instrumenten mit aktiven Pickups erfolgt eine Impedanzwand-

lung auf einen niedrigen Ausgangswiderstand, die den Einfluss der Kabelkapazität auf den Klang ausschließt.

Instrumentenkabel sind in aller Regel unsymmetrische, also einadrig abgeschirmte Kabel. Die Verbindung erfolgt über zweipolige Klinkenstecker. Warum verwendet man keine symmetrischen Kabel? Der Ausgang einer E-Gitarre oder eines E-Basses mit passiven Pickups ist konstruktionsbedingt unsymmetrisch. Symmetrische Kabel hätten hier gar keinen Nutzen. Bei Pickups mit aktiver Schaltung wäre theoretisch ein symmetrischer Ausgang möglich, aber hier ist die Ausgangsspannung des Signals so hoch, dass Einstreuungen über nicht zu lange Kabel kaum ins Gewicht fallen.

Linekabel

Line-Kabel sind meistens kurz und verbinden Geräte wie Vorverstärker und Wandler, Mischpult und Effektgeräte, Vorverstärkerausgänge (von Instrumentenverstärkern) mit Mischpulteingängen, Mixer-Ausgänge mit aktiven Monitorboxen usw. Ihnen ist gemeinsam, dass sie ein Signal mit vergleichsweise hoher Spannung führen.

Unter dem Line-Level versteht man Signalspannungen, die schon im Bereich der gewünschten Arbeitsspannung liegen, also nicht mehr verstärkt werden müssen. Je nach Studionorm liegt der Line-Level zwischen 0,316 V und 1,55 V. Dabei sind Einstreuungen durch Elektromog bei kurzen Kabellängen meist zu vernachlässigen. Line-Kabel müssen also nicht notwendigerweise symmetrisch sein. Wenn Line-Ausgänge und Eingänge zu verbindender Geräte symmetrisch ausgeführt sind, kann man sie sowohl durch symmetrische als auch unsymmetrische Kabel verbinden. In diesem Fall empfehle ich allerdings symmetrische Kabel, die kaum teurer sind. Damit liegen Sie auf der sicheren Seite, was Einstreuungen angeht. Symmetrische Kabel besitzen Steckverbinder entweder vom XLR-Typ oder dreipolige Klinkenstecker.

Es ist natürlich unter dem Gesichtspunkt der Einstreuung sinnlos, unsymmetrische Aus- und Eingänge durch symmetrische Kabel zu verbinden, auch wenn es problemlos funktioniert. Denn dabei werden zwei der drei Pole miteinander kurzgeschlossen.

Digitalkabel

Für die Verbindung digitaler Audio-Geräte mit maximal 24 Bit Auflösung gibt es verschiedene Schnittstellen:

AES/EBU: „professionelle“ zweikanalige Schnittstelle. Die Übertragung geschieht meist über abgeschirmte, symmetrische Kabel mit XLR-Steckverbindern.

S/PDIF: „Consumervariante“ der AES/EBU-Schnittstelle. Auch sie ist für den Zweikanalbetrieb gedacht (also für zwei Mono-Signale oder ein Stereo-Signal). Es gibt zwei Ausführungen der S/PDIF-Schnittstelle: die Verbindung über unsymmetrische Koaxialkabel mit Cinch-Steckern und die optische Übertragung über Lichtleiterkabel.

ADAT: eine mehrkanalige, von der Firma Alesis entwickelte Schnittstelle. Die maximale Übertragungskapazität reicht für 8 Audio-Kanäle mit 24 Bit Auflösung bei Abtastraten von 48 KHz oder 44,1 KHz. Die Verbindung geschieht über Lichtleiter.

T/DIF: eine von der Firma Tascam entwickelte mehrkanalige Schnittstelle. Die Verbindung geht über 25 polige D-Sub-Stecker und entsprechende Kabel.

Firewire: eine Schnittstelle, die meist bei der Verbindung entsprechender Geräte mit Computern benutzt wird. Über Firewire können – je nach Samplefrequenz – bis zu 32 Kanäle übertragen werden.

USB-2 (Universal Serial Bus): der Konkurrent von Firewire. Ebenfalls eine Computerschnittstelle, die für die gleichzeitige Übertragung vieler Audio-Kanäle eingesetzt werden kann. Die

ältere Schnittstellenversion USB 1 ist wesentlich langsamer und nur für wenige Kanäle geeignet.

Das Einzige, was Sie bei der digitalen Verbindung beachten müssen, ist, dass Sie die richtigen Kabel an den richtigen Anschlüssen verwenden. Lassen Sie sich nicht einreden, die Qualität (gemeint ist: der Preis) des Digitalkabels hätte einen Einfluss auf den Klang. Solange ein Kabel nicht defekt ist, überträgt es die Daten korrekt. Punkt! Einzelne Bits könnten nur durch enorme Störfelder geändert werden, die in einer normalen Studio-Umgebung niemals auftreten können.

Im Grunde können Sie jedes unsymmetrische Cinchkabel als S/PDIF-Verbindungskabel und jedes symmetrische Mikrofonkabel für eine AES/EBU-Verbindung einsetzen. Letzteres ist nur deshalb nicht zu empfehlen, weil Mikrofonkabel meist viel zu lang sind.

Bei optischen Kabeln gibt es natürlich schon gewisse Qualitätsunterschiede, weil das Licht mit zunehmender Leiterlänge gedämpft wird. Aber solche Kabel sind kaum länger als ein bis zwei Meter. Solange die Lichtleitfähigkeit für die Signalübertragung ausreicht, kann eigentlich nichts passieren.

Die Preisunterschiede bei Digitalkabeln sind gewaltig und sachlich kaum begründet. Optische Leiter mit vergoldeten Steckern sind höchstens aus ästhetischen Gesichtspunkten vertretbar, mit Audio-Qualität hat das jedoch nichts zu tun.

Sonstige Kabel

Netzkabel

Ich zitiere mal aus einer Internetseite eines Kabelanbieters:

„Die Netzkabel und Netzleisten ... sind sehr sauber verarbeitet und hohe Übergangswiderstände werden vermieden. Ein vernünftiger Kabelquerschnitt von 1,5 mm² und eine gute Kupferqualität reduzieren ebenfalls Verluste. In den Netzleisten übernehmen Stromschienen mit einem Querschnitt von 8 mm² die gleichmäßige Verteilung des Stromes und reduzieren Verluste. Kraft und Impulsivität Ihrer Anlage können sich frei entfalten.

Kraft alleine macht noch keinen Klang. Werden elektronische Geräte mit Signalen gespeist die nicht für sie geeignet sind, neigen sie zu "merkwürdigen" Effekten. Insbesondere hochfrequente Einkoppelungen hervorgerufen z.B. durch Handystrahlung, Computer, Funkverkehr etc. überlagern gerne die ursprünglichen Signale in den Schaltkreisen. Sie führen zu Interferenzen. Teilweise verschieben sie die Arbeitspunkte verschiedener Bauteile. Diese Effekte führen ... zu einer "Verschleierung" der Bild- und Tonqualität.“

Man beachte dazu Folgendes: Der Netzstrom hat einen viele Kilometer langen Weg über offene Hochspannungsleitungen hinter sich, die alles Mögliche einfangen können. Im Haus wird er dann auf 230 V gewandelt, durch Stromzähler, Sicherungsautomaten und Schmelzsicherungen mit unmöglichen Übergangswiderständen geleitet, durch minderwertige Hausleitungen über mehrere Stockwerke transportiert, vorbei an Quellen mit erheblichen Störstrahlungen. Glauben Sie im Ernst, die letzten drei Meter von der Steckdose zum Gerät würden da irgendetwas ausmachen? Ich denke, diese Frage können Sie selbst beantworten.

Lautsprecherkabel

Eigentlich gehören sie zum Backend, aber da ich an dieser Stelle ein eigenes Kabelkapitel schreibe, will ich sie auch hier behandeln.

Lautsprecherkabel spielen nur eine Rolle, wenn Sie passive Monitore verwenden oder Ihre Mixes zu Vergleichszwecken auf Ihrer HiFi-Anlage abhören.

Es wird immer wieder angeführt, dass der ohmsche Widerstand von Lautsprecherkabeln den Klang beeinflussen kann und er deshalb so klein wie möglich sein sollte. Grund sei der so genannte *Dämpfungsfaktor*, der möglichst hoch sein sollte. Ohne jetzt ins technische Detail zu gehen, hier eine kurze Erklärung: Der Dämpfungsfaktor beschreibt, wie gut und schnell die Schwingung eines Lautsprechers nach einem kurzen Signalimpuls gedämpft wird. Er soll ja möglichst nicht unkontrolliert nachschwingen. Der Dämpfungsfaktor wird zunächst durch die

Qualität des Verstärkers bzw. der Endstufe bestimmt, die die Lautsprecherbox speist. Der ohmsche Widerstand zwischen Lautsprecher und Ausgangsklemmen des Verstärkers verschlechtert den Dämpfungsfaktor der Endstufe aber erheblich. Das Kabel ist natürlich ein Teil dieses Widerstandes, allerdings ein kleiner. Einen viel größeren stellt die bei Mehrwegboxen notwendige passive Frequenzweiche dar. Sie verschlechtert den Dämpfungsfaktor um Größenordnungen mehr als das Lautsprecherkabel.

Natürlich sollten Sie etwa gleich lange Kabel mit ausreichendem Querschnitt verwenden. Aber es müssen keine 10 mm² Leitungsquerschnitt sein, sondern 1,5 bis 2,5 mm² reichen bei den im Wohnzimmer oder Studio üblichen Längen völlig aus, und ein Längenunterschied von 1 bis 2 m bei rechter und linker Box macht auch nichts aus.

Kabelklang – Mythos oder Wahrheit?

Nach dem bisher Gesagten sollten ausreichend dimensionierte, gut abgeschirmte und kontakt-sichere Kabel keinerlei Einfluss auf den Klang haben können (Ausnahme: Instrumentenkabel bei passiven Tonabnehmern), dennoch verdienen sich viele Firmen mit dem Verkauf super-teurer Spezialkabel eine goldene Nase, und manche Käufer behaupten auch, eine Klangverbesserung zu hören. Skeptiker sollen durch Klangbeispiele auf den Webseiten der Hersteller überzeugt werden, die zugegebenermaßen durchaus Unterschiede zwischen billigen und teuren Kabeln deutlich machen. Was ist also dran am Kabelklang?

Ich gestehe, ich gehöre zu den Skeptikern. Die ins Feld geführten Argumente, warum teure Spezialkabel besser klingen sollen, überzeugen mich nicht, da sie pseudowissenschaftlich sind. Eine nachvollziehbare Erklärung, weshalb solche Kabel die Gesetze der Physik außer Kraft setzen oder wenigstens auf neuen, begründbaren Funktionsprinzipien beruhen, fehlt bisher. Da die oft genannten Argumente kleine Kabelkapazität und geringer ohmscher Widerstand leicht widerlegt werden können (warum sollte ich mir ein superteures Spezialkabel kaufen, wenn ich den gleichen Effekt durch ein kürzeres Standard-Kabel viel billiger erreichen kann?), werden häufig „neue Erkenntnisse aus der Materialforschung“ angeführt. Zum Beispiel, dass Metalle kristallinen Charakter haben, mit unzähligen Bruch- und Störstellen, die den Elektronenfluss hemmen können. Dazu muss man wissen, dass sich die Elektronen in Metallen völlig frei und unbeeinflusst vom Kristallgitter bewegen (anders als in Halbleitern, wo Störstellen durchaus eine Rolle spielen). Dann wird wieder behauptet, dass die Elektronen in eine Richtung besser fließen als in die andere, weshalb die teuren Spezialkabel eine Vorzugsleitrichtung hätten und nicht umgedreht verwendet werden dürften. Dumm nur, dass das Mikrofonsignal keine Gleichspannung ist, wo die Elektronen als Gleichstrom von einem zum anderen Ende durch die Leitung fließen, sondern eine Wechselfeldspannung, bei der sie hin- und herpendeln. Was soll da eine Vorzugsrichtung nutzen?

Es wird sogar behauptet, dass ein teures Kabel den Klang verbessere, wenn es vor oder hinter einem sehr viel schlechteren angeschlossen wird. Wie anders könnte man einem Studiobesitzer, der Aufnahme- und Regieraum durch 25 m Multichorkabel mit dünnen Adern verbunden hat, ein sündhaft teures Mikrofonskabel andrehen?

Wenn die Erklärungen nicht schlüssig sind, sollen es halt die Klangbeispiele richten. Und in der Tat, man hört einen Unterschied: das teure Kabel klingt tatsächlich etwas besser. Doch der Vergleich hinkt, denn es wurde nicht dieselbe Tonquelle mit demselben Mikrofon zur selben Zeit über zwei parallele Mikrofonskabel aufgenommen (was technisch auch schlecht möglich wäre), sondern die Aufnahmen entstanden nacheinander. Nun wissen wir aber, dass zwei Gesangsphrasen – selbst vom selben Sänger gesungen und über dasselbe Mikrofon aufgenommen – unterschiedlich klingen. Sogar kleine Änderung der Artikulation, der Atmung, des Aufnahmeabstands und- Winkels sind hörbar. Natürlich strengt sich ein von der Firma bezahlter Sänger auch mehr an, wenn er über das teure Kabel aufgenommen wird. Und ist eine

Aufnahme nur unmerklich lauter (1 bis 2 dB genügen), so wird sie auch von jedem Hörer als besser beurteilt.

Verstehen Sie mich nicht falsch: ich schließe keineswegs kategorisch aus, dass Mikrofonkabel einen wahrnehmbaren Einfluss auf den Klang haben könnten, eventuell durch bisher noch nicht entdeckte Effekte, die sich bei entsprechender Forschung vielleicht ja noch physikalisch erklären und messtechnisch nachweisen lassen, doch die Argumente der Hersteller und ihre Audiobeispiele sind nicht überzeugend.

Es bringt auch nichts, sich einfach ein Kabel zu kaufen und auszuprobieren, ob einem damit der Klang besser gefällt. Dabei kann man leicht einem Selbstbetrug unterliegen, denn die Erwartungshaltung will befriedigt werden. Schließlich hat niemand ein absolutes Gehör und jeder unterliegt den Gesetzen der Psychoakustik. Aus deren Erkenntnissen wissen wir: unser Gehör lässt sich sehr leicht durch zahlreiche Faktoren täuschen und beeinflussen: Lautheit, Überdeckungseffekt, Hörermüdung, Gewöhnungseffekt usw. Waren Sie schon einmal auf einem Rockkonzert mit lausigem Sound, der aber mit der Zeit immer besser zu werden schien? Nun, meist ist nicht der Tonmixer für diese Verbesserung verantwortlich, sondern die Gewöhnung Ihres Gehörs, das lernt, den Sound anders zu filtern. Nicht der Klang, sondern die Wahrnehmung hat sich geändert. Wenn Sie also einige Aufnahmen mit Ihrem alten Mikrofonkabel anhören und dann mit dem neuen (bei dem Sie sich vielleicht auch mehr Mühe gegeben haben – schließlich soll sich die Anschaffung ja lohnen), erwarten und hören Sie vermutlich einen besseren Klang.

Wie kommen wir der Sache um den Kabelsound also objektiv auf den Grund?

Ich beschreibe Ihnen jetzt ein Verfahren, mit dem Sie recht zweifelsfrei feststellen können, ob ein teureres Mikrofonkabel besser klingt als ein billiges. Es ist allerdings ziemlich aufwändig, und Sie brauchen dazu einen Assistenten:

Besorgen Sie sich eines der superteuren Hi-End-Mikrofonkabel im Versandhandel. (Sie können es innerhalb von 14 Tagen ohne Angaben von Gründen zurückschicken. Es besteht also kein finanzielles Risiko.) Das Kabel sollte möglichst genauso lang sein, wie eines Ihrer Standard-Mikrofonkabel.

Nehmen Sie eine exzellent produzierte CD, am besten keine überproduzierte Rock-Scheibe, sondern eine mit wenigen Instrumenten und Stimmen, hoher Dynamik und Durchsichtigkeit.

Importieren Sie einen Track der CD in Ihr DAW-Programm (oder nehmen Sie ihn direkt über den Line-Eingang auf), kürzen den Track auf eine geeignete Passage und geben Sie diese über die Studio-Monitore wieder.

Bauen Sie Ihr bestes Mikrofon etwa 25 bis 50 cm vor einer Ihrer Monitorboxen auf (die andere können Sie ausschalten). Machen Sie mit Ihrem Standardkabel zunächst ein paar Probeaufnahmen und ändern Sie die Mikrofonposition, bis Sie den bestmöglichen Klang erreicht haben. Steuern Sie exakt aus. Eventuell können Sie Schwächen im Frequenzgang durch einen Equalizer im Aufnahmekanal kompensieren. Wenn Sie eine optimale Position gefunden haben fixieren Sie sie. Das Mikrofon darf sich beim Kabeltausch nicht bewegen!

Lassen Sie für die folgenden Aufnahmen unbedingt alle Einstellungen (Pegel, EQ) unverändert. Die Probeaufnahmen können Sie löschen.

Wir beginnen mit dem Standard-Mikrofonkabel:

Nehmen Sie die Passage nun nacheinander dreimal auf verschiedenen Spuren auf. Vergessen Sie nicht, die vorigen Aufnahmen stumm zu schalten, damit sie nicht wieder mit aufgenommen werden.

Hören Sie sich diese absolut gleich langen und gleich lauten Aufnahmen jetzt an und vergleichen sie. Sie sollten absolut identisch klingen, denn Sie haben ja dieselbe Quelle mit demselben Mikrofon in derselben Position und mit demselben Kabel aufgenommen.

Wenn Sie dennoch Unterschiede hören, so liegt das vielleicht daran, dass Sie leise Umgebungsgeräusche mit aufgenommen haben – einen zwitschernden Vogel, ein vorbeifahrendes Auto usw. Löschen Sie diese Aufnahme wieder und machen Sie eine neue, bis kein Unterschied mehr feststellbar ist.

Machen Sie nun zusätzlich von jeder Aufnahme eine identische Kopie, sodass Sie insgesamt sechs Soundfiles haben. Verschieben Sie diese alle auf eine Spur und ordnen Sie sie in beliebiger Reihenfolge hintereinander an.

Wechseln Sie jetzt das Mikrofonkabel und wiederholen Sie alle Schritte mit dem teuren Hi-End-Kabel.

Vergleichen Sie einmal den Pegel von zwei Aufnahmen mit unterschiedlichen Kabeln, am besten mit einem sehr präzisen Level-Meter mit Hold-Funktion, oder indem Sie die Statistikfunktion Ihrer DAW-Software bemühen. Sie zeigt unter anderem den Maximal- und RMS-Pegel jedes Soundfiles an. Die Werte sollten eigentlich bis auf die Stelle hinter dem Komma gleich sein, sonst haben Sie etwas verstellt, oder die beiden Kanäle des Software-Mixers sind nicht identisch eingestellt. Es ist eigentlich nicht möglich, dass ein wenige Meter langes Mikrofonkabel durch seinen Widerstand von ein paar Milli-Ohm messbaren Einfluss auf den Pegel hat. Versuchen Sie, den Fehler im Setup zu finden und wiederholen Sie die Aufnahmen, denn das Experiment kann nur gelingen, wenn die Pegel mit beiden Mikrofonkabeln absolut gleich sind.

Schieben Sie nun alle Files hintereinander auf eine Spur mit jeweils kurzen Pausen dazwischen. Setzen Sie Marker zu Beginn aller Aufnahmen.

Bei den meisten DAW-Programmen kann man die Namen der Files im Spurenfenster ausblenden. Tun Sie das.

Nun kommt Ihr Assistent ins Spiel. Bitten Sie ihn, die Files völlig willkürlich auszutauschen, aber so, dass die verschobenen Files wieder an den Markern beginnen. Anschließend sollten Sie nicht erkennen können, welche Files zu welchen Aufnahmen gehören. Falls sich die Namen nicht ausblenden lassen, stellen Sie einfach den Monitor aus und steuern Sie die Wiedergabe mit Tastaturbefehlen.

Jetzt können Sie sich alle 12 Aufnahmen beliebig oft anhören und feststellen, ob Sie Unterschiede hören. Falls nötig, können Sie mit den Markern auch zu einzelnen Files springen und auch solche vergleichen, die nicht hintereinander abgelegt sind.

Notieren Sie, wenn Sie Unterschiede hören, die vermutete Reihenfolge, zum Beispiel:

A A B B A B B B A A B A

Notieren Sie auch, ob Ihnen Version A oder B besser gefällt.

Sie besitzen dabei immer noch eine Information, die eine wirklich objektive Beurteilung erschwert: Sie wissen nämlich, dass es sechs Versionen von A und sechs von B gibt.

Wenn Sie ehrlich zu sich sind, dann vergessen Sie dieses Wissen und schreiben auf, was wirklich Sie hören. Das könnte zum Beispiel auch sein:

A A A A B A A A A A B

Jetzt lassen Sie sich die Filenamen wieder anzeigen und vergleichen Sie.

Wenn Sie sechs oder weniger Treffer haben, handelt es sich wohl um Zufall, denn auf einen statistischen Durchschnitt von 6 kämen Sie auch, wenn Sie eine Münze werfen würden.

Haben Sie mehr Treffer, dann machen Sie das Ganze lieber noch ein paar Mal, ehe Sie Geld zum Fenster rausschmeißen. Vielleicht erlauben Sie dazu Ihrem Assistenten, die Anzahl der As und Bs willkürlich zu ändern, also etwa zwei der As zu löschen und durch Bs zu ersetzen. Wenn Sie das absolute Gehör haben, sollten Sie es herausfinden können.

Haben Sie eine hohe Trefferwahrscheinlichkeit, und klingt in Ihren Ohren tatsächlich das teure Kabel merklich besser, dann haben Sie mich und andere Skeptiker widerlegt. Gratuliere!

Im nächsten und abschließenden Tutorial befasse ich mich mit dem Einfluss der DAW und des Backends auf die Audioqualität.

Und denken Sie daran: Wenn Ihnen diese Tutorial-Reihe gefällt, dann können Sie sich revanchieren, indem Sie unseren Rock-Doppeldecker **The Bearded's Project – Hope|Omid** für nur 16 Euro kaufen. Der Verkaufserlös kommt voll und ganz der Kinderhilfe Afghanistan zugute. Mehr dazu erfahren Sie auf unserer Projekt-Seite: www.thebeardedproject.de

Dort finden Sie auch Rezensionen und Songbeispiele.

Vielen Dank.

Roland Enders