

MEHRERE SCHALLQUELLEN GLEICHZEITIG AUFNEHMEN

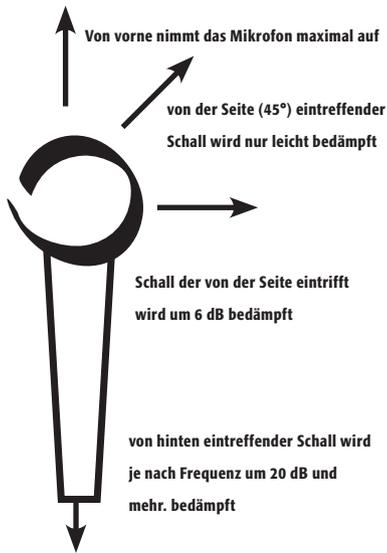
Die 3-zu-1-Regel

SO HilFT EUCh DER ALTE TONMEISTERGRUNDSATZ

Es gibt viele schöne Tonmeister-Faustregeln. Die vielleicht eleganteste lautet: „Je weniger Mikrofone, desto besser der Sound“. Wo nicht mehrere Mikrofone dasselbe aufnehmen, können zwischen ihnen auch keine Phasenprobleme auftreten. Dies erklärt, warum ein Palmtop-Recorder mit eingebauten XY-Billig-Elektrets manchmal besser klingt als eine Mehrspuraufnahme mit einem ganzen Koffer voller Schoeps-Mikrofonen. Aber es gibt eben auch eine Faustregel, wie man „trotz“ vieler Mikros noch anständigen Sound liefern kann. Diese ist als 3-zu-1-Regel bekannt.



Oft wird vergessen, dass die Hauptmikrofonverfahren – die gut klingenden mit wenigen Mikrofonen – nur für Aufnahmen aus der Distanz geeignet sind und nur bei großen Klangkörpern wie Orchestern und Chören ihren eigentlichen Zweck, nämlich die naturgetreue räumliche Abbildung, erfüllen. „AB“, „XY“, „ORTF“, „MS“, „Blumlein“ und andere Stereoverfahren werden zwar von Tontechnikstudenten fleißig gelernt, weil man die Mikrofonaufstellungen so schön in Klausuren prüfen kann. Sie kommen aber nur als



Richtwirkung eines Handmikrofons mit Nierencharakteristik

Hauptmikrofonverfahren in Betracht, das heißt: Aus der Distanz und so, dass man am Ende nur diese Mikrofone hört. Okay, Stützmikrofone, die nahe an den Schallquellen postiert werden, werden dann noch zugemischt – aber eben leise.

Die meiste Musik wird aber nicht mit dem Hauptverfahren abgenommen, sondern aus der Nähe mikrofoniert, wobei dann die einzelnen Mikrofonkanäle elektrisch mit dem Panorama-Potentiometer (Panpot) im Stereospektrum positioniert werden. Da wird alles Wissen um die Hauptverfahren zur Makulatur. Die 3-zu-1-Regel bezieht sich auf diese Close-Miking-Situation, die für Pop- und Rockmusikproduktionen den Regelfall darstellt. Sie lautet: „Zwei Mikrofone, die zwei Schallquellen aufnehmen, sollen voneinander mindestens dreimal so weit entfernt stehen wie der (geringste) Abstand eines der beiden Mikrofone zu seiner aufzunehmenden Schallquelle.“ Die Regel gilt für omnidirektionale Mikrofone (Kugelcharakteristik). Nieren verzeihen mehr Fehler und

können bei paralleler Ausrichtung geringfügig dichter nebeneinander stehen. Die Regel bezieht sich auf zwei Schallquellen, die unterschiedlich, aber gleich laut sind (etwa zwei Sängerinnen eines Background-Chors). Es geht bei dieser Regel nicht um die Aufnahme einzelner großflächiger und in sich phasenstabiler Instrumente mit zwei Mikrofonen, wie etwa beim Konzertflügel oder bei Marshall-Türmen.

Wieso gibt es diese 3-zu-1-Regel und was passiert wenn man sie missachtet? Es gibt einen goldenen Weg zu schlechtem Sound: Kammfiltereffekte aufgrund zusammengemischter phasenverschobener Signale.

Die Close-Miking-Situation ist für Pop- und Rock-Produktionen der Regelfall.

Wenn man zwei getrennte Schallquellen mit zwei benachbarten Mikrofonen aufnimmt, bedeutet das für jede dieser Schallquellen, dass sie von zwei Mikrofonen erfasst wird, allerdings aufgrund unterschiedlicher Laufzeiten, nicht gleichzeitig. Und so wird jede dieser



Für die Praxis ist wichtig, dass die Chorsänger und ihre Mikrofone genügend Abstand zueinander halten. In diesem Bild etwa wird die 3-zu-1-Regel beachtet.

Schallquellen bei der Wiedergabe über zwei Mikrofonkanäle mit einem Kammfiltereffekt wahrgenommen, wenn sie in der Mischung zusammenkommen. Der resultierende Frequenzgang wird wellig, der Klang undeutlich. Dies lässt sich vermeiden, indem die Mikrofone so weit entfernt voneinander aufgestellt werden, dass die entferntere Schallquelle nur sehr leise übertragen wird. Ab einer Pegeldifferenz von 10 dB hat sich die Welligkeit so weit verflüchtigt, dass eine Klangeinbuße nicht mehr hörbar ist. Es geht also darum: Das jeweilige Mikrofon muss die ihm nähere Schallquelle um mindestens 10 dB lauter aufnehmen als sie auf dem weiter entfernten Mikrofon ankommt. In der Praxis heißt das: Die Chorsänger und ihre Mikrofone sollen Abstand zueinander halten. Aus der Gesetzmäßigkeit, dass der Direktschall proportional zum Quadrat der Entfernung abnimmt, ergibt sich, dass diese 10 dB Differenz erreicht sind, wenn der Abstand der Mikrofone dreimal so groß ist wie der Abstand des einzelnen omnidirektionalen Mikrofons zu seiner Schallquelle. Die Berechnung dessen ist komplizierter, aber das Resultat ergibt die 3-zu-1-Faustregel.

Die 3-zu-1-Regel hat viele Voraussetzungen, sodass man in der Praxis vielfach von ihr abweicht. Sie gilt eigentlich für omnidirektionale Mikrofone, eigentlich für gleich laute Schallquellen, eigentlich für mono Zusammengemischtes und streng genommen nur innerhalb des Hallradius der Schallquellen (im Nahfeld). Dennoch gibt sie eine Antwort



Das Kleinmembranmikrofon rechts oben erfasst nicht nur den Hals der Gitarre, sondern auch die Gesangsstimme. Deren Anteile können mit dem Gesang auf dem Großmembran-Gesangsmikrofon interferieren.

darauf, wieso eine Mikrofonierung schlecht klingt, wenn man sie missachtet, auch wenn diese Bedingungen nur annähernd erfüllt sind. Wie sieht also die Praxis aus? Hier sind omnidirektionale Mikrofone eher ein Sonderfall. Populärer sind bekanntlich Nieren. Selbst wenn diese parallel zueinander ausgerichtet sind, befindet sich die entferntere Schallquelle ja schon etwas „off-axis“. Mit der Niere ist man schon eher auf der sicheren Seite, da die entferntere Schallquelle richtwirkungsbdingt et-

was mehr ausgeblendet wird. Dies gilt umso mehr, je weiter man die gerichteten Mikrofone voneinander wegspreizt. Auch dies führt zu einer besseren Kanaltrennung. Dennoch

Ab einer Pegeldifferenz von 10 dB sind Klangeinbußen nicht hörbar.

darf man die 3-zu-1-Regel im Auge behalten, denn im Bass wird jede Niere zur Kugel.

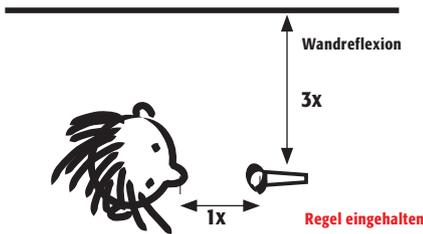
Damit ein Close Miking überhaupt funktioniert, muss die Positionierung der Mikrofone so nah an der Schallquelle sein, dass das Mikrofon überhaupt mehr von „seiner“ Schallquelle erfasst als Diffusschall (quasi den Nachhall) von fremden Schallquellen. Nur innerhalb des Hallradius überwiegt der Direktschall einer Schallquelle – und dieser Hallradius kann gerade in kleineren Räumen sehr klein sein. Zur Erinnerung: Der Hallradius markiert den Abstand um eine Schallquelle, bei dem Direktschallpegel und Diffusschallpegel gleich groß sind. (Unter dem Diffusschall versteht man mehrfach reflektierten Schall, der sich als Nachhall äußert. Der Diffusschallpegel ist überall im Raum gleich groß – weitgehend unabhängig vom Ort der Schallquelle.)

Leider ist die Sachlage noch etwas komplizierter. Denn bei gerichteten Mikrofonen ist nicht der Hallradius entschei-

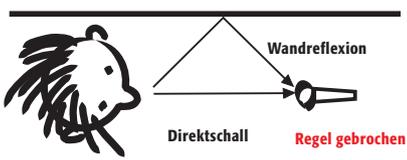
Wie entsteht der Kammfiltereffekt?

Wenn zwei gleiche Schwingungen (gleiche Frequenz und Amplitude) sich überlagern, verdoppelt sich ihr Pegel. Ein anderer Ausdruck für die Verdopplung beziehungsweise den Faktor zwei ist „+6 dB“. Sind zwei Schwingungen genau gegenläufig überlagert, löschen sie sich zu null aus. Ein anderes Wort für den Faktor null ist „-∞ dB“. Wenn zwei Mikrofone von zwei verschiedenen Positionen dieselbe Schallquelle aufnehmen und gleich angesteuert und gepegelt sind, führt ein Mischen beider Signale, je nach Wellenlänge des Signals, zu einer Auslöschung oder zu einer Pegelverdopplung. Der Schalllaufzeitversatz zwischen beiden Positionen bewirkt im einen Falle das Zusammentreffen zweier

Maxima („konstruktive Interferenz“), bei anderen Wellenlängen von Maximum und Minimum („destruktive Interferenz“). Stellt man das Resultat als Frequenzgang der Amplitude dar, ergibt das Bild von Pegelverdopplungen und Auslöschungen die Gestalt eines Kammes. In bestimmten Abständen prägen tiefe Kerben den Frequenzgang. Ein solch welliger Frequenzgang ist der Inbegriff der Undeutlichkeit. Zur Erinnerung: Die Wellen haben bei 20 Hz eine Länge von 17 Meter, bei 20 kHz jedoch nur 1,7 Zentimeter. Bei 1000 Hz sind es dann 34 Zentimeter. Die für eine Phasenauslöschung nötige halbe Wellenlänge bewegt sich also in den räumlichen Größenordnungen, in denen wir Mikrofone herumrücken.

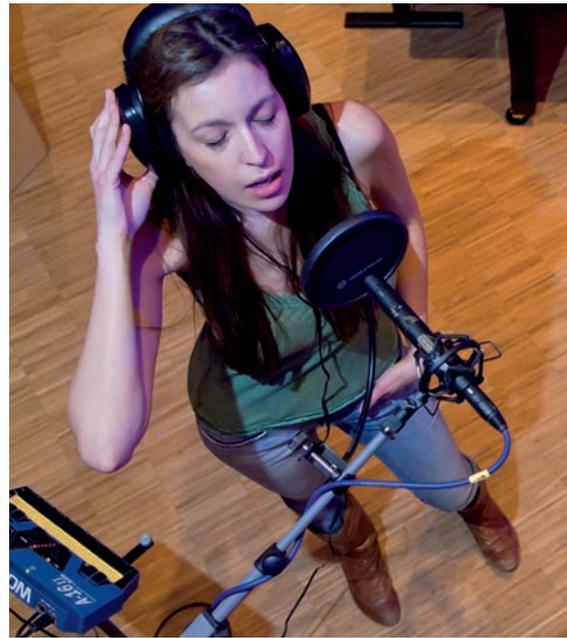


Der Abstand des Mikros zur Wand ist dreimal so groß wie der Abstand zur Schallquelle. Aller Voraussicht nach ruinieren die Reflexionen der Wand die Aufnahme nicht.



Das Phasing des Gesangs mit seinem Echo von der Wand ist garantiert, wenn nicht gerade ein flauschiger Flokati daran hängt. Das Mikrofon ist der Wand näher als der Schallquelle. Der Reflexionseinfallswinkel wird auch von der Niere bestens erfasst.

dend, sondern die sogenannte Hallrichtentfernung. Mit diesem schönen Wort ist der Abstand eines gerichteten Mikrofons (Niere etc.) gemeint, bei dem das gerichtete Mikrofon genauso viel Direktschall wie Diffus-schall aufnimmt. Die Hallrichtentfernung ist größer als der Hallradius, denn die Niere horcht ja gezielt in eine Richtung. Nur bei omnidirektionalen Mikrofonen (Kugeln) ist die Hallrichtentfernung gleich dem Hallradius. Was das Mikrofon liefert, kann man ja glücklicherweise mit der Solo-Taste abhören: Wird der Raumanteil und das Durcheinander aller Instrumente zu deutlich hörbar, muss man mit dem Mikrofon näher an die Schallquelle heran. Der aus zwei Mikros zusammengesetzte Raumanteil ist von Kammfiltereffekten allerdings geringer betroffen, da die vielfach reflektierten Schallwellen bei beiden Mikrofonen unterschiedlich, aus chaotisch vielen Richtungen eintreffen. Dieser Signalanteil (der Diffus-schall) ist also gar nicht bei beiden Mikros gleich – obwohl er sich gleich anhört und den gleichen Pegel aufweist. Daher wirken sich Hallradius und Hallrichtentfernung kaum auf die 3-zu-1-Regel aus. Anders formuliert: Die 3-



zu-1-Regel gilt auch noch bei Distanzen, die etwas über die Hallrichtentfernung hinausgehen.

Eine weitere Bedingung für die Gültigkeit der Regel ist, dass die Signale auf einem Lautsprecherweg zusammengesetzt werden. Das linke Mikrofon nach links und das rechte Mikrofon nach rechts – das geht immer. Es sei denn, man will Mono-kompatibilität wahren, und das ist ja eine wichtige Anforderung an Produktionen, die veröffentlicht werden sollen. Nicht zu vergessen ist auch die Bedingung, dass die 3-zu-1-Regel unterstellt, dass die aufgenommenen Schallquellen gleich laut sind. Tritt eine laute E-Gitarren-Box gegen eine Konzertgitarre an,

Unfreiwilliger Phaser – nein danke!

Frequenzeinbrüche zweier nur durch ein Delay gegeneinander verschobener Rosa-Rauschspektren. Die Auflösung der Anzeige genügt nur, die Interferenzen in den Tiefen darzustellen, der statische „Phaser“-Effekt zieht sich jedoch durch das gesamte Spektrum.



So nicht! Die nächste reflektierende Wand sollte nämlich mindestens dreimal so weit vom Mikro entfernt sein wie das Mikro von der Schallquelle.

Fotos: Wilschewski, Hersteller



Hier reflektiert nur der Fußboden. Und der Sänger ist groß genug gewachsen, um den Einsprechabstand zum Mikro um mehr als das Doppelte zu übertreffen.

muss das Konzertgitarrenmikrofon weiter aufgedreht werden. Dadurch kann es aber auch in größerer Distanz noch Kammfiltereffekte im E-Gitarren-Klang erzeugen.

Die 3-zu-1-Regel gilt nicht nur für zwei Mikrofone, sie gilt auch für eine reflektierende Wand in der Nähe eines Mikrofons. Die Reflexion einer Wand soll einen deutlich weiteren Weg zurücklegen und schwächer beim Mikrofon ankommen, als der Direktschall der Schallquelle. Es gilt: Die nächste reflektierende Wand soll mindestens dreimal so weit vom Mikrofon ent-

Die 3-zu-1-Regel gilt nicht nur für Mikros, sondern auch für Wände.

fernt sein wie das Mikrofon von der Schallquelle. Erst dann ist gewährleistet, dass der Reflexionsschall nicht mit zu hohem Pegel mit dem Direktschall interferiert. Bei tiefen Frequenzen und langen Wellenlängen ist dies oft gar nicht so leicht zu bewerkstelligen.

Das Schöne ist, dass man Phasing feinstimmen kann – mit dem Delay. Unterzieht man eines von zwei Mikrofonsignalen einem Delay von einigen Millisekunden, zieht man die ausgelöschten Frequenzen nach unten. Feinstes Tuning des Delay-Parameters erlaubt es, nach Gehör die ausge-

löschten Frequenzen so abzustimmen, dass sie auf Werte fallen in denen das aufgenommene Instrument womöglich gar keine Signalanteile hat. Hier lohnt es sich, genau hinzuhören.

Die flinken Finger am Fader sind ein weiteres Mittel zur Vermeidung von Kammfilterverzerrungen.

Sound Engineers in Musical-Produktionen kennen das Problem: Wenn sich im Musical der Held und die Angebetete direkt anschmachten, lässt man besser immer nur ein Mikrofon offen. Es ist nützlich, wenn man die Dialoge auswendig kennt und entsprechend mitpegelt. Wenn sich die beiden von Angesicht zu Angesicht ansingen, sind die Lavaliermikrofone garantiert dichter beieinander als das Dreifache ihres Abstands zu Mund und Nase. Die Vocals klingen dann wie durch einen Electro-Harmonix-Small-Stone-Phaser geschickt. Da hilft nur: Eines der Mikros leise drehen, denn es werden ja beide Darsteller ausreichend von einem einzigen Mikro erfasst.

Wenn wir einmal von schlechten Arrangements absehen, gibt es gar nicht so viele unterschiedliche Ursachen für Sound,

dem es an Transparenz mangelt. Träge Impulsantworten durch schlechte Mikrofone, Lautsprecher und Boxen sind eine häufige Ursache. Mitkopplungen, nichtlineare Richt- und Abstrahleigenschaften von Mikrofonen und Lautsprechern sind ein weiterer Klassiker.

Reflexionsschall, stehende Wellen und Resonanzen mögen das größte

Übel sein. Aber dann sind wir schon bei den großen Sound-Zerstörern Interferenzen, Kammfiltereffekte und „Phasenquark“. Für dieses Phänomen muss man sein Gehör schulen. Und wer wissen will, wie „phasig“ denn so klingt, der muss die 3:1-Regel nur einmal gezielt missachten. ▣



Der Autor
Jan-Friedrich **Conrad**

...findet, dass Beschallung die härteste und beste Schule für alle Tonleute ist. Außer einem Studio betreibt er noch den Service „JFC-Beschallungstechnik“.