

## ■ Mittendrin statt nur dabei

Mit der richtigen Lautsprecheranordnung lassen sich auf dem Wohnzimmersofa Kinofilme und Musik-CDs akustisch ganz neu erleben.

Ohrenbetäubender Hubschrauberlärm von hinten, röhrende Motoren von der Seite, Geschrei aus dem Hintergrund – ein Kinobesuch von heute ist ein akustisches Rundumerlebnis, bei dem der Zuschauer regelrecht im Klang „baden“ kann. Auch im heimischen Wohnzimmer ist Rundumklang immer mehr gefragt, damit man auf dem Sofa und dennoch mittendrin im Geschehen sitzt.

Siebzehn Zentimeter lassen die Welt räumlich erklingen: der Abstand zwischen den Ohren. Er sorgt dafür, dass wir ein Schallereignis lokalisieren und seine Richtung bestimmen können. Kommt ein Signal genau von links, erreicht es das linke Ohr etwa eine halbe Millisekunde früher. Außerdem ist das Signal am rechten Ohr schwächer, vor allem bedingt durch den akustischen Schatten des Kopfes bei höheren Frequenzen. Beide Effekte und ihr komplexes Zusammenspiel bilden die Grundlage des Richtungshörens. Zudem wertet das Gehör die Unterschiede im Frequenzspektrum an beiden Ohren aus.

Selbst starke Reflexionen verwirren das Gehör nicht: Wenn zwei



Orchester Santa Maria

Der Surround Sound bringt den Konzertklang auch in die heimischen vier Wände.

kohärente, also im Verlauf übereinstimmende Schallwellen maximal 30 Millisekunden verzögert eintreffen, nutzen wir nur das erste Signal für die Richtungsbestimmung, selbst wenn das nachfolgende einen stärkeren Pegel hat. Erst bei einem richtigen Echo mit Zeitunterschieden von mehr als 50 Millisekunden nimmt unser Gehör zwei getrennte Schallereignisse wahr.

### Die perfekte Illusion

Wer in seinem Wohnzimmer einer CD lauscht, möchte die Musik erleben, als wäre er live dabei. Dazu müssen die Lautsprecher eine Art Kopie der Originalquelle liefern, eine Phantomschallquelle. Die sich überlagernden Schallsignale müssen also dafür sorgen, dass die räumliche Dimension des Klangbilds übertragen und beim Zuhörer im Kopf erzeugt wird, quasi als Illusion.

Im einfachsten Fall sind zwei Lautsprecher erforderlich, landläufig mit Stereophonie bezeichnet. Ein Signal, das aus dem linken Lautsprecher früher und/oder lauter kommt, erzeugt den Eindruck, als wäre die Klangquelle auf der linken Seite angesiedelt. Auf diese Weise lässt sich der Ort der Phantomschallquelle zwischen den Lautsprechern mittels Lautstärke oder Zeitverzögerung hin- und herschieben. Stereo funktioniert jedoch nur, wenn

Lautsprecher und Zuhörer ein gleichseitiges Dreieck mit einem Basiswinkel von 30 Grad bilden. Der Bereich, in dem der Zuhörer das perfekte Klangerlebnis genießen kann, ist somit sehr klein. Und wie beim flächigen Bild einer perspektivischen Darstellung fehlt der Zweikanal-Stereophonie die Tiefe.

Erst zusätzliche Lautsprecher seitlich oder hinter dem Hörer liefern die gewünschte Tiefe und simulieren die Schallreflexionen, die wesentlich zum Raumeindruck beitragen. Sitzen wir z. B. in einem Konzertsaal, hören wir nicht nur den Direktschall von vorne, sondern auch diffusen Schall, der durch Reflexionen an den Wänden entsteht. Dieser Schall informiert unser Gehör darüber, dass wir in einem Raum sitzen und nicht im Freien. Bei vielen Aufnahmen werden eigene Mikrofone für den Diffusschall eingesetzt, wobei der Toningenieur darauf achten muss, dass diese Signale im Hintergrund bleiben, um den Hörer nicht zu verwirren.

Vier Lautsprecher liefern also einen wirklichen Eindruck räumlicher Tiefe. Ein zentraler Lautsprecher erweitert die ideale Hörzone, damit „links links bleibt“, auch wenn man näher am rechten Lautsprecher sitzt. So definieren fünf Lautsprecher und ein Subwoofer (damit's schön „wummert“)

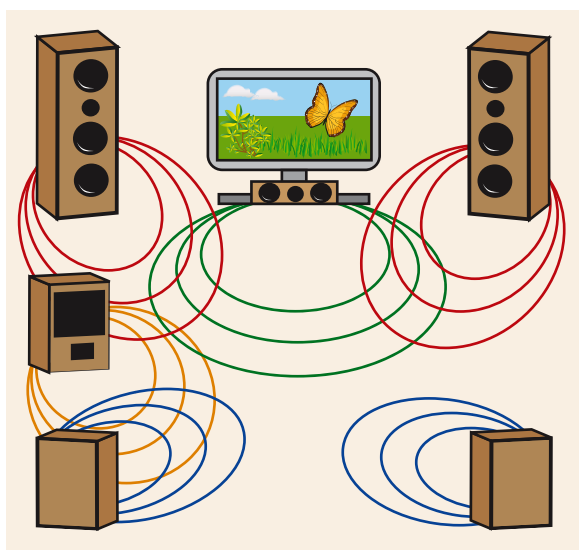


Abb. 1 Sechs Lautsprecher definieren den aktuellen Standard für Surround: drei vorn, zwei hinten und ein Subwoofer. Die Frontlautsprecher bilden einen Winkel von etwa 60 Grad, die seitlichen Lautsprecher stehen in einem Toleranzbereich zwischen 100 und 120 Grad.

den aktuellen Dolby Digital 5.1 Surround-Standard zuhause (Abb. 1). Während Klassikaufnahmen die Raumakustik eines Konzertsaals möglichst naturgetreu wiedergeben sollen, werden die Surroundkanäle bei Filmen gezielt für akustische Effekte eingesetzt, z. B. für eine akustische Verfolgungsjagd quer durchs Kino. Im Kino lässt sich die Klangkomposition jedoch nur auf wenigen Plätzen adäquat genießen, obwohl zusätzliche Surround-Lautsprecher den Hörbereich vergrößern. Insofern trägt der Rundumklang dort zwar zur Gesamtatmosphäre bei, aber er hilft nicht, Schallquellen präzise zu lokalisieren.

Die Zukunft des Surround Sounds geht noch darüber hinaus und nutzt die Wellenfeldsynthese. Dieses Verfahren basiert auf dem Huygens-Prinzip, nach dem sich jede Wellenfront als Überlagerung vieler Elementarwellen beschreiben lässt (Abb. 2). In Raumpunkten, welche die ursprüngliche Welle passiert, werden neue „kleinere“ Wellen erzeugt. Inzwischen haben Forscher des Fraunhofer-Instituts für Digitale Medientechnologie IDMT, an dem der MP3-Erfinder Karlheinz Brandenburg arbeitet, ein entsprechendes Verfahren unter dem Namen ISONO zur Praxisreife gebracht. Zahlreiche Lautsprecher rund um den Zuschauerbereich erzeugen die nötigen Elementarwellen zur Synthese der gewünschten Wellenfront. Ein Computer berechnet den richtigen Zeitpunkt, wann ein Lautsprecher sein Signal abgeben

muss, um z. B. zu einer Kreiswelle beizutragen. Werden die Lautsprecher nahe der virtuellen Schallquelle zuerst angesteuert, scheint die Signalquelle außerhalb des Zuschauerraums zu liegen, sind sie zuletzt dran, scheint sie innerhalb zu sein. Das Ergebnis: ein stabiles Schallfeld mit einer verblüffend echten räumlichen Qualität. Wer in jüngerer Zeit eine Aufführung der Bregenzer Festspiele besucht hat, konnte bereits ein Ohr auf diese neue Beschallungstechnik werfen.

### Zwei statt fünf

Doch nicht jeder mag sein Sofa mit Lautsprechern umzingeln und sich den Kopf darüber zerbrechen, wie er die Kabel für die Rücklautsprecher an der Balkontür vorbei bekommt. Für diese Zeitgenossen gibt es seit einigen Jahren den virtuellen Surround Sound. Die Systeme verwenden meist zusätzliche Frontlautsprecher, die so ausgerichtet sind, dass ihre Schallwellen von den Wänden reflektiert werden, bevor sie die Ohren erreichen. Ein Teil des Kluges scheint also von hinten zu kommen – wie bei einer echten Surround-Anlage. Der Nachteil besteht jedoch darin, dass man sein Wohnzimmer genau ausmessen muss, um die Lautsprecher zu kalibrieren. Ansonsten könnte es passieren, dass die Reflexionen am falschen Ort oder im falschen Winkel auftreten.

### Surround für unterwegs

Viele Hörer genießen ihre Musik inzwischen komprimiert. Dank MP3-Surround müssen sie auf Rund-

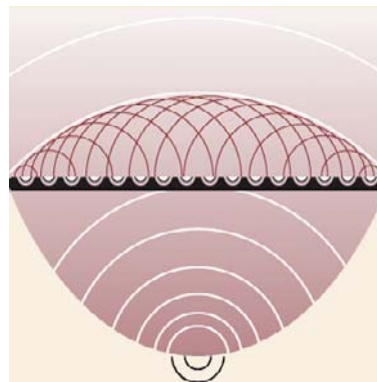


Abb. 2 Bei der Wellenfeldsynthese werden gezielt einige Signale etwas verzögert, andere leicht verstärkt. Überlagern sich die Schallwellen, entsteht eine Wellenfront, die von einer virtuellen Schallquelle auszugehen scheint.

umklang aber nicht verzichten. Und die entsprechenden Dateien sind nur rund zehn Prozent größer als herkömmliche Stereo-MP3-Dateien. Der Trick besteht darin, das ursprüngliche Mehrkanalsignal zu einem zweikanaligen Summensignal zu verarbeiten und anschließend zu komprimieren. Gleichzeitig werden alle räumlichen Informationen wie Laufzeit- und Pegeldifferenzen aus dem Multikanalsignal in einem eigenen Datenstrom gesammelt, der nur eine geringe Rate von maximal 16 kBit/s benötigt und in den freien Datenfeldern des MP3-Datensatzes unterkommt. Beim Empfänger gilt es, das Summensignal wieder mit den Raumparametern zusammenzusetzen.

Ob im Kino, auf dem heimischen Sofa oder unterwegs – akustisch sind wir dank Surround Sound mit-tendrin statt nur dabei!

Ulrich Kilian

Dr. Ulrich Kilian,  
science & more  
redaktionsbüro,  
uk@science-and-  
more.de