



UdK Berlin
Sengpiel
08.99
Schall

Was ist Schall in der Tonaufnahmetechnik?

Der Schall kann Nutzschaall sein, wie ihn etwa ein Streichquartett liefert oder auch Störschall, wie Verkehrslärm.

Lehrveranstaltungen an Hochschulen und Universitäten widmen im Fachbereich "Technische Akustik" immer stärker wichtige Themen dem Umweltschutz: Schallabstrahlung (Emission), Lärmeinwirkung (Immission), Maschinengeräusche, Straßenverkehrslärm, Körperschall, Lärminderung durch Kapselung, Trittschalldämmung in Gebäuden, Lärm am Arbeitsplatz, Schallschutz, Dämmstoffe und dazu besonders das Thema: Messung der (quadratischen) **Schallenergiegrößen**: Schall-Leistung, Schall-Energiedichte und Schall-Intensität.

Alle diese oben genannten umfangreichen Themen werden in der Tonaufnahmetechnik bei der "musikalischen Akustik" eher nicht benötigt. Daher kommen die für **uns** bedeutsamen Themen z. B. über die wichtigen (linearen) **Schallfeldgrößen** zu kurz. Es ist wenig bekannt, dass wir "Tontechniker" die Vorgänge bei der Schallabstrahlung von Musikinstrumenten im Konzertsaal, der Mikrofon-Schallaufnahme und der Schallempfindung des Gehörs akustisch anders als die Lärmbekämpfer in der "Technischen Akustik" betrachten - nämlich "quasi leistungslos".

Schallintensität ist gleich der Schalleistung pro Flächeneinheit. Schalleistung bzw. -intensität und Schalldruck stehen im gleichen Verhältnis zueinander wie etwa die Wärmeleistung einer Heizung und die Temperatur im Raum: Die abgestrahlte Leistung stellt die Ursache dar, der Schalldruck bzw. die Temperatur ist die empfundene Wirkung im Raum. Schall-Energiegrößen, wie Schall-Leistung, Schall-Intensität und Schall-Energiedichte haben für die Tontechnik so gut wie keine Bedeutung. Dem Tontechniker können Fragen zu eben diesen Größen und deren Energie- und Leistungs-Pegel bei seiner Arbeit nicht helfen. Vermeiden Sie doch das meistens falsch angewendete Wort "Intensität", denn in der Akustik ist die Schall-Intensität ein festgelegter Energiebegriff (Leistung pro Quadratmeter) und setzen Sie dafür die passenden Worte, wie Stärke, Amplitude oder Pegel ein; z. B. bei dem Satz: "Für das Richtungshören ist auch die Intensitätsdifferenz (der Intensitätsunterschied) an den Ohren verantwortlich." Gemeint ist hier die Schall(druck)pegeldifferenz an den Ohren, denn unsere Ohren sind keine Energieaufnehmer und -wandler, sondern Sensoren im Schallfeld. Erkennen Sie, dass der Satz: "Für die Lautstärke ist die **Intensität** des **Schalldrucks** verantwortlich" unsinnig ist. Der Trompeter blies auch nicht mit großer "Intensität" (Schallenergie), denn der erzeugte Schalldruck wird von Mikrofonen aufgenommen, die üblicherweise keine Intensitätswandler sind. Tonverantwortliche benötigen nie die Schall-Leistung eines Steinway-Flügels in Watt bei größtem Fortissimo und auch nicht die Orchester-Schall-Leistung pro 1 m² durchströmter Fläche; das ist nämlich die Schallintensität in W/m² als Schallenergiegröße beim Schlussakkord einer Beethoven Sinfonie. **Fragen dieser Art sollten sicher nicht in einer Tonmeister-Prüfung vorkommen.** Nebenbei: die bekannte "Intensitäts"-Stereofonie ist in Wirklichkeit ganz einfach Pegeldifferenz-Stereofonie. Auch die Trommelfelle unserer Ohren werden vom Schallwechseldruck p bewegt und können keine Schallintensität aufnehmen. Diese eindeutige Tatsache wird im Lehrfach Akustik selten deutlich genug herausgestellt.

Der Schallbegriff in der Tontechnik

Mit Schall werden durch schwingende Körper hervorgerufene kleine Luftdruckschwankungen über und unter dem statischen atmosphärischen Luftdruck bezeichnet, die durch das menschliche Gehör wahrgenommen werden. Das ist der Schallwechseldruck, der einfach **Schalldruck** genannt wird. Uns interessieren nur 20 bis 20000 Schwingungen pro Sekunde. Diese Schwingungen breiten sich in Luft in Längswellen (Longitudinalwellen) räumlich um die Schallquelle aus. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Schalls in Luft, die **Schallgeschwindigkeit** ist von der Temperatur abhängig, nicht aber von der Tonhöhe (Frequenz) und nicht vom Luftdruck.

Ein von Schallschwingungen erfasstes Raumgebiet nennt man Schallfeld, das durch die linearen **Schallfeldgrößen**: **Schalldruck**, **Schallauslenkung** und **Schallschnelle** beschrieben wird. Am weitaus wichtigsten ist der **Schalldruck** p in Pascal = N/m². Die Geschwindigkeit, mit der Luftteilchen (Moleküle) um ihre Null-Lage schwingen, heißt **Schnelle** v in m/s. Diese darf nicht mit der **Schallgeschwindigkeit** c (m/s) verwechselt werden.

In der Nähe einer Schallquelle befinden sich immer reflektierende Flächen, deshalb treffen beim Hörer neben der direkten Schallschwingung auch indirekte Schwingungen aus verschiedenen Richtungen ein und interferieren miteinander. (Betrachtung: Direkt- und Raumschall). Von Ort zu Ort wechseln die Phasenbeziehungen zwischen den Schwingungen und es können sich "stehende Wellen" bilden. Treffen an einem Ort etwa von mehreren Chorsängern Schallschwingungen ein, so bilden sich dadurch keine "stehenden Wellen", denn selbst wenn musikalisch der gleiche Ton im Unisono gesungen wird, sind die Schallschwingungen selbst bei Direktschall niemals synchron.

Der Schalldruckpegel

Die grundlegende wichtigste Größe zur Beschreibung der physikalischen Stärke eines Schallvorgangs ist die Schallfeldgröße Schalldruckpegel mit der Definition: $L_p = 20 \cdot \lg p / p_0$ in dB, wobei der Bezugsschalldruck die **Hörschwelle** mit $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ in N / m² ist. Schalldruck = Kraft durch Fläche: 1 N / m² = 1 Pa (Pascal).

Die Pegelrechnung wurde eingeführt, damit der Wertebereich, den das Gehör verarbeiten kann, sinnvoll darzustellen ist. Für die Empfindungsgröße "**Schmerzschwelle**" werden verständlicherweise unterschiedliche Werte angegeben: 120 dB SPL = 20 Pa, 130 dB SPL = 63 Pa und 100 Pa = 134 dB SPL. Schon ein Schalldruckpegel von 120 dB ist recht unangenehm (Unwohlsein) und schädigt in kurzer Zeit unser Gehör. SPL = Sound Pressure Level.

Ein häufiger Fehler ist, einen Wert für den Schalldruckpegel zu nennen, ohne dabei die Entfernung des Messmikrofons von der Schallquelle anzugeben, denn im freien Schallfeld nimmt dieser Pegel mit der Entfernung ab - und zwar mit 6 dB pro Entfernungsverdopplung. Die Angabe: ein Düsentriebwerk hat einen Schalldruckpegel von 140 dB ist unbrauchbar. Wo denn? In 1 m, 10 m oder vielleicht 100 m Entfernung? Das sollte doch unbedingt immer angegeben werden.

Merke: Schalleistung ist die Ursache - Schalldruck die Wirkung. Letzteres interessiert besonders den Tontechniker.

Siehe: <http://www.sengpielaudio.com/SchalldruckUndSchalleistung.pdf>