

Grundlagen von Akustik und Naturakustik

Die Wissenschaft der Akustik

Die Akustik ist die Lehre vom Schall. Sie ist eine Wissenschaft, die sich ursprünglich mit allen Erscheinungen befasst, die über das Ohr wahrnehmbar sind.

Allgemein setzt sich die Akustik mit den Zusammenhängen der Entstehung und Erzeugung, der Ausbreitung und Messung sowie der Wahrnehmung und Wirkung von Schall auseinander.

Weitere Bestandteile der Akustik sind die Wechselwirkungen von Schall mit Materialien sowie die Wahrnehmung durch das Gehör und seine Auswirkung auf Menschen und Tiere. Die Akustik ist ein interdisziplinäres Fachgebiet, welches eng mit anderen Fachgebieten verknüpft ist, unter anderem mit der Physik, der Psychologie, der Physiologie und der Materialwissenschaft. Die Akustik bildet demnach eine der grundlegenden Wissenschaften unserer heutigen Zeit.

Akustische Begriffe und Definitionen

Ein Klang ist dadurch definiert, dass die Schwingung eines musikalischen Systems in einer zeitlich, periodischen Abfolge verläuft. Eine Schwingung wird durch die **Frequenz** beschrieben. Die Frequenz einer Schwingung bestimmt, ob diese in einem für uns hörbaren Bereich liegt oder nicht. Sie gibt allgemein die Häufigkeit von Schwingungen innerhalb eines bestimmten Zeitraumes an, beispielsweise eine Schwingung mit 250 Hz (entspricht etwa der Tonhöhe des Grundtons der weiblichen Stimme) schwingt innerhalb einer Sekunde 250 mal. Die Tonhöhe des Schalls nimmt ab und wächst mit der Anzahl der Schwingungen pro Sekunde.

Schallwellen unterschiedlicher Frequenzen haben im selben Medium (z. B. Luft, Wasser) unterschiedliche physikalische Eigenschaften: Ganz tiefe Töne werden von der Luft nur wenig abgeschwächt und tragen deshalb sehr weit; unterhalb des menschlichen Hörbereichs werden sie als **Infraschall** bezeichnet, der es etwa Elefanten ermöglicht, sich über viele Kilometer hinweg zu verständigen. **Ultraschall** hingegen wird stark atmosphärisch abgeschwächt, er verliert sich mit zunehmender Entfernung schnell.

Wir sprechen von einer **harmonischen Schwingung**, bzw. einem harmonischen Klang, wenn die Frequenzen der einzelnen Töne untereinander und zur Grundfrequenz in einem ganzzahligen Verhältnis stehen. Ist weder die Periodizität der Schallwellen, noch ihre harmonikale Zusammensetzung gegeben, so sprechen wir von einem Geräusch beziehungsweise, einem Knall.

Schallschnelligkeit

Schallgeschwindigkeit gibt das Tempo des sich ausbreitenden Schalls an. Es ist abhängig vom Medium:

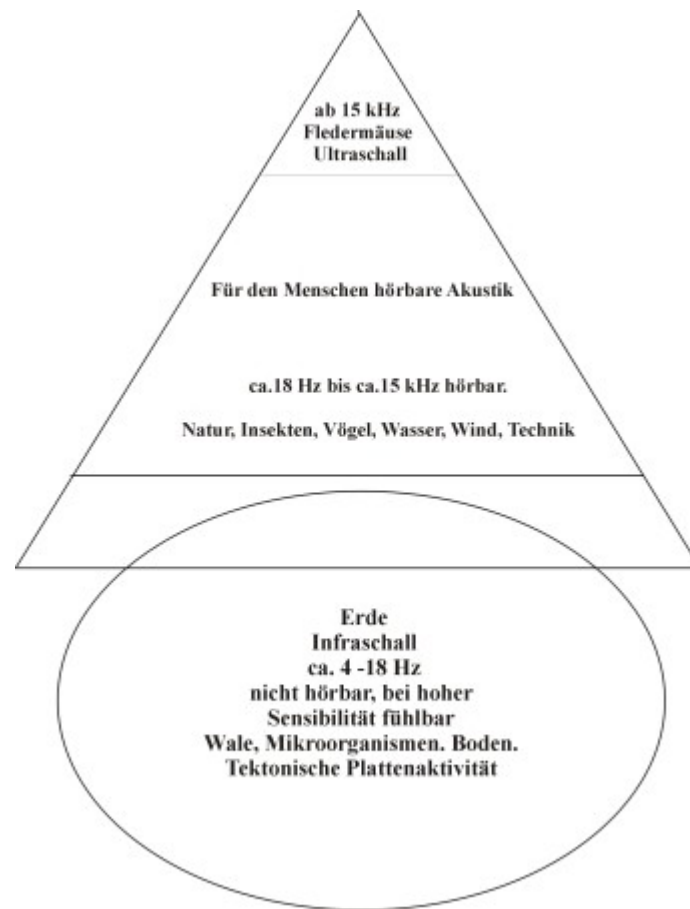
Luft:	343	m/sec
Wasser:	1440	m/sec
Aluminium:	6260	m/sec

Körperschall

Der Mensch hört nicht nur mit dem Ohr. Frequenzinformationen werden auch auf anderen Wegen als Information zum Gehirn weiter geleitet. So werden tiefe Frequenzen (Erdfrequenzen) über die Knochenleiste transportiert. Sie sind für die emotionale Empfindungsfähigkeit notwendig (Wohlgefühl). Trittschallfrequenzen, über die Füße aufgenommen, sind bedeutsam für das Knochensystem und die Wirbelsäule. Auch unsere Haut nimmt Frequenzinformation auf.

Die natürlich abgestrahlte Kugelschallwelle durchdringt den ganzen Körper und versetzt jede Zelle in eine spürbar angenehme Schwingung. Der ganze Körper "hört" mit.

Frequenzbereiche der Natur



Akustik in der Natur

Die Naturakustik bezeichnet die physikalischen Vorgänge beim Entstehen und Ausbreiten von Klängen, **wie sie ohne Einwirkung oder Manipulation des Menschen geschehen**. Für den Erfinder Rudolf Mechow war diese natürliche Funktionalität des Klanges Vorbild für die Entwicklung des Naturschallwandlers®.

Die Naturakustik beschreibt also die Gesetze der Natur. An dieser Stelle soll angemerkt sein, dass sich ursprünglich jeder naturwissenschaftliche Bereich, so auch die bisher klassische Akustik, dieser Absicht unterordnet. Jede Naturwissenschaft hat, wie es schon im Klang der Bezeichnung liegt, den allgemeinen Anspruch, die Gesetzmäßigkeiten der belebten und unbelebten Natur zu beschreiben oder anders ausgedrückt-basierend aus Beobachtungen und der Natur - Wissen zu schaffen.

Dennoch ist und bleibt es eine Tatsache, dass mit der Entwicklung der modernen Lautsprechertechnologie viele Messungen an jedweden Systemen vorgenommen wurden, die zu allgemein gültig erklärten Ergebnissen führten und schließlich auf die Gesetzmäßigkeiten der Natur übertragen und entsprechend interpretiert wurden.

Man hat demnach nicht mehr auf direktem Wege aus den Quellen der Natur selbst geschöpft, sondern aus den Ergebnissen, die die von Menschenhand angefertigten Systeme (Lautsprecher), lieferten.

Dies hat in der Konsequenz dazu geführt, dass die Gesetzmäßigkeiten der Natur nicht oder nur vermindert berücksichtigt und im weitesten Sinne getrübt wurden.

Das ist der Grund dafür, warum wir ausdrücklich den Begriff der **Naturakustik** wählen, um ganz deutlich aufzuzeigen, dass sich dieses Fachgebiet ausschließlich auf die natürlichen Zusammenhänge des Klanges in der Natur konzentriert.

Was ist Naturschall?

Ein Geräusch in der Natur – das sanfte Plätschern eines Bachlaufes, den Gesang eines Vogels im Wald, das Spiel einer Geige oder eines Klaviers – hören wir als klare und präzise Wiedergabe in der gesamten Umgebung. Dabei ist es egal, aus welcher Richtung wir uns der Schallquelle (z.B. dem singenden Vogel) nähern, wir hören ihn von überall gleich klar, präzise und deutlich.



Der Gesang des Vogels erklingt im gesamten Wald. Der Vogel erzeugt seinen Gesang im Verhältnis zu herkömmlichen Akustiksystemen mit einer unwahrscheinlich geringen Leistung. Dennoch hat sein Gesang soviel Energie, dass er über weite Distanzen zu hören ist. Würden wir nun eine konventionelle Lautsprecherbox in den Baum hängen und einen Klang abspielen, so wird - auch wenn diese Box wesentlich mehr Leistung hat als unser Vogel - schon bald kaum mehr etwas verständliches zu hören sein. Der Wind würde die Schallwellen schon bald so „zerzaust“ haben, dass von der ursprünglichen Klanginformation kaum mehr etwas zu erkennen ist. Wie ist das zu erklären?

Alle Klänge und Geräusche in der Natur, wie auch die Klänge von Musikinstrumenten und die menschliche Stimme breiten sich physikalisch gesehen in kugelförmigen Schallfeldern aus. Von einem Punkt ausgehend bewegen sich alle Frequenzen des Klangbildes gleichzeitig in alle Richtungen des Raumes. Der Anteil am Direktschall beträgt dabei nur 10-15%. Den größten Teil des Geräusches erleben wir als Raumklang.

Ein Klanggeschehen besteht immer aus einem Komplex von Schallwellen, die sich kugelförmig ausbreiten, während jede einzelne Schallwelle in sich, entsprechend ihrer Frequenz schwingt.

Es entstehen kontinuierlich neue Schallwellen, die sich wiederum zu einem genau definierten Klang zusammenschließen, die gemeinsame Amplitude der Schallwellen bleibt innerhalb eines Momentes immer gleich. Überall wo wir uns im Raum befinden, hören wir denselben Klang, dennoch verändert sich innerhalb sehr kurzer Zeiteinheiten das gesamte Klangbild.

Natürliche Wellenausbreitung

Wenn jemand zwei Steine ins Wasser wirft, sehen wir eine gegenseitige Wellenüberlagerung, bei der sich jede Welle frei entfaltet, obwohl sie die andere gleichzeitig durchdringt. In der Natur löschen sich Wellen nicht, sondern durchdringen sich gegenseitig auf harmonische Weise.

Schallwellen breiten sich nicht nur in der Fläche aus, sondern in Form einer dreidimensionalen Kugel im gesamten Raum. In der Natur verhält sich jeder Klang nach diesem Gesetz der Expansion: Ob das nun der Gesang eines Vogels im Wald, das Rauschen der Blätter im Wind oder die Melodie einer Geige ist! **Diese natürlich erzeugten Klänge erleben wir nie als störend, bedrängend oder zu laut.** Im Gegenteil: Wir suchen eine natürliche Akustik gern auf, da wir sie als erholsam und entspannend empfinden.



Bild: Natürliche Wellenüberlagerung

Erregerpunkt und Abstrahlfläche – Wie der Klang entsteht

In der Natur breitet sich Klang wie beschrieben physikalisch korrekt und gesetzmäßig aus. Das Abstrahlprinzip hat die Form eines indirekt abgestrahlten Direktschalls. Es gibt dabei stets einen Punkt, in dem die Klangerzeugung verursacht wird (Erregerpunkt) und einen Punkt oder meistens eine Fläche, über die der erzeugte Klang in die Umgebung transportiert wird (Abstrahlfläche). Der Erregerpunkt ist in der Natur dabei niemals identisch mit der Abstrahlfläche, sondern räumlich davon unterschieden.

Beispiele:

Wasserplätschern
Tropfen trifft auf Oberfläche = Erregerpunkt
Wasseroberfläche = Abstrahlfläche
Ein Wasserfall oder Meeresrauschen ist davon ein Vielfaches.

Mensch
Stimmbänder = Erregerpunkt
Mund und Körper = Abstrahlfläche

Gong
Klöppelschlag = Erregerpunkt
Metallkorpus = Abstrahlfläche

Violine
Bogenstrich = Erregerpunkt
Korpus und Saiten = Abstrahlfläche

Beispiel: Klangerzeugung der Violine

Die Saiten der Violine werden mit dem Bogenstrich zum schwingen gebracht, wodurch die Schallwellen entstehen. An der Stelle, wo der Bogenstrich die Saiten berührt, befindet sich der Erregerpunkt des Klanges. Mit der Erzeugung des Klangimpulses durchströmen die Schallwellen den Korpus der Violine. Innerhalb dieses Vorganges löschen und verstärken sich bestimmte Frequenzen, je nach dem ob sie miteinander rasonieren oder dissonieren. Das hängt nun einerseits von den erzeugten Frequenzen ab und andererseits von der Bauweise des Resonanzraumes. Das ist der Grund dafür, warum sich eine "Stradivari" von einer normalen Geige unterscheidet, obwohl sie augenscheinlich genau gleich aufgebaut ist.

Die Bauweise des Resonanzraums ist also maßgeblich dafür, wie ein Klang letztendlich klingt.

Gehen wir davon aus, ein Violinspieler ist Herr über seine Kunst, so sind die Schallwellen, die den Violinenkorpus verlassen immer harmonische Schallwellen, die sich innerhalb des Resonanzraumes, also dem Violinenkorpus gebildet haben.

Vom Gesamtklangbild umfasst der Erregerimpuls ca. 10- 15 % Direktschallenergie, alles andere ist indirekt abgestrahlter direkter Schall. Als Gesamtheit hören wir das Klangbild.



Direkter Schall wird also indirekt abgestrahlt. Betrachten wir die menschliche Stimme: Sie entsteht im Kehlkopf (direkt) und wird über den Mund (indirekt) abgestrahlt.

Der Schlagzeuger schlägt auf die Trommel und das Trommelfell strahlt das Signal ab.

Der "Erregerpunkt" ist niemals die "Abstrahlfläche".

So erzeugte Klänge und Geräusche werden vom Körper als normal, weil natürlich erkannt und "verarbeitet".

Beim Naturschallwandler® strahlen beide Lautsprecher den Schall auf den Campanoiden (ein von Rudolf Mechow entwickelter und patentierter geometrischer Körper, der die Schallwellen kugelförmig abstrahlt) ab. Dadurch wird der Direktschall fast vollständig eliminiert und es wird wie in der Natur, der indirekte Schall abgestrahlt. Auch hier gibt es, ebenfalls der Natur entsprechend, die erste Wellenfront und damit kein diffuses Schallfeld, das bei herkömmlichen, direkt abstrahlenden Systemen entsteht.

Wir erkennen, dass von der akustischen Seite her ein **neues Denkmodell** erforderlich ist, um das grundlegend Andere und Neue des Naturschallwandlers® zu verstehen. Er bildet das akustische Geschehen weitestgehend authentisch ab. Unser Körper "versteht" diese Art der Schallemission und deutet sie als normal und natürlich. In der akustischen Wahrnehmung des Zuhörers entsteht ein akustisches Hologramm, eine Abbildung dessen, was akustisch räumlich vonstatten geht.

Klang und Oberwellen

Der natürliche Klang besteht aus einem Grundton und zahlreichen **Oberwellen** oder **Obertönen**. Oberwellen sind ganzzahlige Vielfache einer bestimmten Grundfrequenz, eines bestimmten Grundtones.

Der gleiche Ton A auf verschiedenen Instrumenten ergibt immer eine andere Klangfarbe. Aufgrund der unterschiedlichen Oberwellen entsteht die individuelle Klangfarbe, die dem spezifischen Instrument entsprechen. Deshalb klingt der gleiche Ton A eines Saxophons anders als der einer Trompete.

Der Klang mit seinem vollständigen Oberwellenspektrum hat eine fundamentale Bedeutung für unser Wohlbefinden. Der menschliche Organismus ist ausgerichtet auf die Wahrnehmung des gesamten Oberwellenspektrums. Die Vollständigkeit des Klangspektrums hat für die Gesundheit und die therapeutische Arbeit eine tragende Bedeutung. (Siehe unter: Therapie von Schwerhörigkeit).

Je weniger Obertöne wir reproduzieren können, je ärmer das Oberwellenspektrum einzelner Klänge wird, desto abgegrenzter und flacher nehmen wir den Klang wahr, desto mehr fehlt uns an ursprünglicher Information, die für unser gesundes Hören so wichtig ist.

Die Natur webt ununterbrochen einen Teppich aus obertonreichen und obertonärmeren Klängen und Geräuschen. Wir finden sehr dichte und weniger dichte akustische Orte.

Naturakustik mit ihrem Oberwellenreichtum ist für den Organismus eine absolute Bereicherung. Die Psyche reagiert darauf mit Wohlbefinden und Erholung.

Im durch die Naturschallwandler® hergestellten Raumklang bleibt das gesamte Klangspektrum erhalten - alle Frequenzen mit ihren vielstimmigen Obertönen, alle Instrumente mit ihren jeweils eigenen Feinheiten, alle Färbungen und Nuancen der Stimme. Während ein Ton nur aus einer Frequenz besteht, kommen in der Natur nur Klänge vor: Jeder Klang wird von vielen Obertönen begleitet, die die Klangfarbe prägen und ein komplexes Frequenzspektrum darstellen.

Klang und Ton

Ein Ton kann künstlich nur in Form einer einzigen Frequenz erzeugt werden (reine Sinusschwingung). Hierbei fehlen jegliche Oberwellen. Der Ton klingt zwar scharf und klar, gleichzeitig aber kalt und "ohne Seele". Reine Töne kommen in der Natur praktisch nicht vor.