Die Hörkette

km 051222

Wir wollen Musik auch zuhause in einer dem Konzerterlebnis ähnlichen Klangqualität genießen. Dazu brauchen wir eine Kette. Die Hörkette.

Eine Kette besteht aus vielen Kettengliedern und ist immer nur so stark, wie das schwächste Glied. Doch aus welchen Gliedern besteht die Hörkette?

Ganz grob:

1) Signalquelle
2) Signalverstärkung mit Lautstärkeregelung
3) Schallwandler

…scheint ja recht simpel. Doch nicht nur besteht jedes Glied aus einer Gruppe von Einzelgliedern und Verbindungen, sondern die Kette fängt viel früher an und hört erst dann auf, wenn die Musik im Hirn (oder Herzen) des Hörenden die schönen Emotionen entfacht hat, die unsere Stimmung heben. Aaalso:

Wie sagte der Lehrer im Film „Feuerzangenbowle? „Da fangen wir mal janz von vorne an!“

0) Die Musik muss zunächst auf einen Tonträger eingespielt und gespeichert werden. Dazu sollen alle Musiker*innen munter und spielfreudig sein, der Aufnahmeraum akustisch sehr gut geeignet sein, die Musik möglichst life, gemeinsam und zeitgleich eingespielt und aufgenommen werden. Konserven, bei denen der Toningenieur erstmal jeden in der schalltoten Kabine einzeln aufnimmt und diese dann nach Gusto und dem Eindruck seiner Studio-Abhörkette gemäß irgendwie zusammenmischt („overdubbing“ heißt das böse Wort), haben zwar irgendeinen Sound, aber keinen Klang, der mit dem Life-Erlebnis auch nur irgendetwas gemein hat. Diese Aussage gilt auch für per Computer erzeugte Sounds.

   Falls also die live-Voraussetzungen gegeben sind, dann braucht es einen Aufnahmeraum, der natürlich klingt, also echte Echos und Reflexionen beisteuert, es braucht sehr gute Mikrophone, die mit Bedacht und viel Erfahrung positioniert werden und Elektronik inkl. Kabel, die keine Verzerrungen hinzumischen, die in der Musik hin gehören. Daraus entsteht das „Master“, aus dem der Mastering-Tonmeister dann den Sound erstellt, der ihm vorschwebt. Bis dieses Datenpaket dann auf einem Tonträger landet, wird es noch einige Elektronik und Verbindungen durchlaufen. Am Ende kaufen wir das dann als LP, CD oder Datendownload.

1) Nun kommt das Datenwiedergabegerät, sei es…
   …ein Plattenspieler mit vielen Störquellen (Teller, Lagerung, Entkopplung, Tonarm, Nadel, Magnetspulen, Vorverstärkung, RIAA-Kurven-Entzerrung, Kabeln, Steckern etc...),
   …ein CD-Laufwerk mit ebenso vielen mechanischen Störmöglichkeiten, der Datenwandlung von digital zu analog, Vorverstärkung und Tonausgabe in 2 Kanäle, damit wir stereo (also mit 2 Ohren) hören können.
   …oder online-Portale, die nicht nur Daten im Hochbit-Format, sondern auch Daten in „Master“qualität bieten (Tidal etc), wie immer sie das auch definieren. Auch dieses Signal muss erstmal vom Server des Anbieters via Internet, LAN über 1001 Schnittstellen in unseren Datenumsetzer, der das dann analog-stereo an unseren (Vor-)Verstärker liefern soll.
   Wie viele Fehlerquellen in diesen Übertragungsketten möglich sind, kann man an 2 Händen nicht abzählen.

2) Vom schön aufbereiteten Datenmatsch aus (1) darf nun unser Vorverstärker die kleinen Signalspannungen erstmal aufpäppeln und im Pegel so anpassen, wie wir meinen, uns die Musiklautstärke zumuten zu wollen. Diese Kleinsignale übergibt er dem Endverstärker, der dies üblicherweise in 3 Verstärkungsstufen so aufpeppt, dass unsere Lautsprecher (oder Kopfhörer) damit was anfangen können. Dabei wird das Tonsignal durch etliche Widerstände, Kondensatoren, Leiterbahnen und Halbleiter geschickt, nicht ohne zuvor vom Verbindungskabel über eine Steckverbindung (meist Cinch) beliefert worden zu sein und am Ende dann intern das nun strom-starke Signal stereo per Ausgangsbuchsen ans angesteckte Lautsprecherkabel weiter zu reichen. Das bringt uns zu…

3) …dem Schallwandler. Ob nun ein Paar großer Lausprecher, meist mit 2 bis 4 verschiedenen Einzelschallwandlern für die unterschiedlichen Frequenzbereiche der Musik oder ein Kopfhörer, der nicht immer nur einen Breitbandwandler beinhaltet, sondern auch schon mal ebenfalls einen Mehrwegeaufbau beinhaltet. Diese Lautsprecher haben, nachdem das Signal meterlange Verbindungsleitungen überwunden hat, eingangs ein Anschlussterminal, also wieder Steck- oder Klemmverbindungen, wo das Signal mehrfach unterschiedliche elektrisch leitende Metalle durchdringen muss. Jede Verbindung (auch die Lötstellen) erzeugen Verzerrungen durch Übergangswiderstände, Spiegelungen oder Reflexionen. Dann wartet innen noch die Frequenzweiche, die mittels Spulen und/oder Kondensatoren die unerwünschten Frequenzanteile von den Einzellautsprecherchassis fern hält und zudem auch noch Hochlastwiderstände, die die Lautstärkepegel angleichen. Alles keine akustisch perfekten Bauteile, sondern welche, die unerwünschte Nebenwirkungen haben, die Ihnen aber weder Ihr Arzt noch Ihr Apotheker erklären kann. In den verschiedenen Lautsprecherchassis durchläuft das selektierte Tonsignal dann die Schwingspulen, die , weil das Signal ja eine Wechselspannung ist, in genau konstruierten Magnetfeldern hin und her wackeln und diese Bewegungen an jeweils geeignete feste Materialflächen abgeben, die dieses Gewackel in Schwingungen der Luftmoleküle umsetzen. Dort passiert also die Rückwandlung dessen, was gaaanz am Anfang die Mikrophone getan haben: der Übergang von elektrischen Wechselspannungssignalen in Luftschwingungen.
Ende der Hörkette? Mitnichten! Oder auch Mitneffen (um korrekt zu gendern) ;)

4) Die Luft ist ein Gasgemisch, das, je nach Zusammensetzung, ganz spezielle Schwingungsübertragung bietet. Es gibt einen Pegelabfall höherer Frequenzen über die Strecke, es gibt Abhängigkeiten von Temperatur, von Luftfeuchtigkeit und Zusammensetzung der Luftmoleküle. Unter Wasser hört sich sowas völlig anders an, das weiß jeder, der schon mal getaucht ist. Denn da ist die Luftfeuchtigkeit bei 100%.

   Auch im Hörraum auf der Strecke vom Schallwandler zum Ohr passiert so einiges, denn unser Ohr hört rundum und hört nicht nur die Schallanteile direkt vom Lautsprecher, sondern auch noch alles, was der überall hin in den Hörraum bellt und von dort reflektiert oder umgeleitet mit unterschiedlicher Zeitverzögerung endlich auch ins Ohr huscht. Dies erspart uns ein guter Kopfhörer. Wollen wir tiefe Frequenzen aber nicht nur hören, sondern auch, wie in der Natur, spüren, dann brauchen wir die großen Lautsprecher. Und müssen uns Gedanken machen, wie wir diese im Raum in Relation zu unserem Kopf und zu den begrenzenden Flächen (Wände, Fenster, Türen, Decke, Boden) aufstellen und ausrichten. Und sollten auch darüber nachdenken, was wir mit diesen Flächen machen, damit sie uns nicht zu sehr in die Suppe spucken. Noch viel schlimmer als im Wohnzimmer ist die Situation im Auto und ganz wild wird es im ultimativen Hallraum: einer Kirche. Aber wir können ja unsere Anlage nicht auf eine Lichtung in den Wald stellen, um die Raumeinflüsse zu eliminieren.

   All diese Luftschwingungen werden dann schließlich von unseren Ohrmuscheln eingefangen, kanalisiert und zu den Trommelfellen unserer zwei Ohren geführt. Auch diese Kanalisierung verändert Frequenz- und Zeitverhalten der Signalzusammensetzung. Hörgeräteakustiker

wissen, wovon ich hier schreibe! Das Trommelfell überträgt über die bekannten 3 Hörknöchelchen die Schwingungen in die Hörschnecke, wo die darin endenden Nerven daraus elektrochemische Signale machen und diese über die Hörnerven ins Gehirn leiten, wo unser Hirn daraus das macht, was uns erfreuen soll: Musik. Was hier noch so alles schief gehen kann, das erklärt Ihnen der HNO-Arzt.

Nun kennen wir die wirkliche Hörkette und die gewaltige Anzahl ganz unterschiedlicher Kettenglieder, von denen jedes Einzelne Verfälschungen einbringt, manche am Frequenzgang, manche im Zeitverhalten. Und wir beginnen zu verzweifeln, weil wir nur die wenigsten dieser Kettenglieder so in Schuss bringen können, dass uns das Endergebnis im Hirn gefällt.

Aber immerhin haben wir bei (0) die Möglichkeit der Auswahl, bevor wir unser Geld für schon anfangs verhunzten Klangmüll ausgeben. Und bei 1 bis 3 haben wir Gestaltungsmöglichkeiten. Nur sollte man das Pferd niemals von hinten aufzäumen, sonst kann man Schmerzen ernten:

Bevor man viel Geld in Verkabelung steckt, muss zuerst der Hörraum und dann auch die Anlage inkl. Aufstellung optimiert werden. Denn der Raum klingt immer mit. Es gibt Spezialisten, die sowas in der Beschallungstechnik, also in Konzertsälen, gelernt haben. Diese vertrauen auf Simulationen, aber brauchen trotzdem noch eine gehörige Portion Erfahrung, aus dem Gemessenen und Simulierten die geeigneten Schlüsse zu ziehen, damit das Wohnzimmer nach akustischer Optimierung noch als solches zu erkennen und zu nutzen bleibt. Technisch betrachtet, wird die erfolgreiche Maßnahme immer eine Mischung aus Dämmung und Diffusion von Reflexen sein. Wer mal einen wirklich schalltoten Raum betreten hat, weiß, wie unnatürlich sowas klingt – das darf nicht das Ziel für einen Wohnraum sein. Doch Reflexionen sind nicht die schlimmsten Störenfriede. Denn die Laufzeit des über den Umweg der Reflexion verzögerten Musiksignals ist meist so stark verzögert, dass dies das Hirn identifizieren kann und rausrechnet. In kleinen Räumen (Sprecherkabinen, Autos) sind die Laufzeitunterschiede allerdings dafür meist zu kurz. Da kann man nur noch mildern mit kluger Richtcharakteristik der Lautsprecher und gezielter Dämmung. In einigen Kettengliedern entstehen aber auch Echos mit sehr viel geringerem Zeitabstand zum Soll-Signal:

Jede Vibration generiert Signale(Echos), die garnicht vorhanden sind. Für Laien ist es erstaunlich, wie stark die Vibrationsentkopplung Eigenschaften wie Sprachverständlichkeit und räumliche Ortung verbessert. Das hat mit Überlagerung/Überdeckungseffekten zu tun, die keine Frequenzgangmessung und keine Verzerrungsanalyse aufdecken kann. Beispiel: versuchen Sie mal in einem (halligen) Meetingraum einzelne Leute, die mehrere Meter von Ihnen weg sitzen, aus dem Lärm heraus zu verstehen. Oder halt in vollbesetzten Restaurants die Leute am eigenen Tisch zu verstehen. Ich habe das Komfortniveau von Meetingräumen und auch Restaurants schon deutlich verbessern können durch teils einfache Maßnahmen. Gelernt habe ich das, als ich vor vielen Jahren anfing, Kunden im Beschallungsbereich zu bedienen - bis hin zu Kirchen. Gegen diese Problematik ist HeimHifi Honigschlecken.

Doch Echos passieren nicht nur im Großen, sondern auch im Kleinen. Werden benachbarte Kabelstränge, die das Signal transportieren, von außen mittels Vibrationen oder gegenseitig durch Magnetfelder bewegt, generieren sie wiederum Scheinsignale, also winzige elektrische Spannungen, die der nachfolgende Verstärker nicht als falsch versteht und brav mit verstärkt, sodass nachher am Lautsprecher auch Parasitärechos abgestrahlt werden, die im originalen Signal gar nicht vorkamen. Genannt: „Mikrophonie“. Sowas kann nicht nur in lockeren Kabeln, sondern auch in Bauteilen geschehen. In Kondensatorwickeln, in Spulenwickeln (auch Trafo), bei Bauteilen, die über Platinen schweben. Jedes Gewackel stromdurchflossener Leiter erzeugt Magnetfeldveränderungen, die als Störungen ins Nutzsignal induziert werden können. Deshalb ist auch das Ausphasen der Netzsteckerpolung wichtig (siehe eigener DL). Und all diese mikrophonierten Miniechos sind so gering verzögert, dass sie unser Hirn nicht mehr rausrechnen kann, sie verwackeln das gehörte Klangbild so, wie wir das von einer verwackelten Bildaufnahme kennen: die Schärfe geht flöten. Das

äußert sich in einer schlechten Zuordnung der Akteure auf der imaginären Klangbühne. Man hört Applaus nur noch als undefiniertes Rauschen ohne die einzelnen Klappeure auseinander halten zu können. Gleiches gilt für Chöre. Folglich kann man nicht mehr in die drei Dimensionen der „Hörbühne“ hineinhören, die Ortungsschäfte geht verloren, wie auch die subtilen Rauminformationen, die man in hervorragenden Aufnahmen und Ketten z.B. eines Kirchenchores klar erkennt: die Wände, sogar Boden und Decke der Kirche. Sowas kann man durch Entkopplung der Geräte vom Rack (der Standfläche) optimieren. Dazu bietet der Handel allerlei Hilfsmittelchen. Wer da mal kostenlos forschen möchte, der lege Nussschalen oder Eichendeckel als natürliche „Spikes“ unter seine Gerätefüße und wundere sich über die gesteigerte Ortungsschärfe seiner Klangbühne. Und sowas funktioniert mit gezielt gebauten Entkopplern noch viel besser. Aber Vorsicht: wenn man das erstmal begonnen hat, wird man süchtig nach immer besserem Klang! Leider bleibt diese Sucht nicht kostenlos…

Wenn das dann alles endlich mal stimmt, erkennt man Kabelunterschiede erst wirklich. Denn wenn die Kette keine Unschärfen mehr produziert, wird das Klangbild besser durchhörbar („transparent“). Auch für Frequenzen, die im unhörbaren Bereich über 16 kHz stattfinden. Wie, diese Frequenz hören Sie nicht? Ich auch nicht. Zumindest nicht direkt. Aber wenn eine Frequenz von 30 kHz und eine von 31 kHz direkt am selben Punkt zeitgleich erzeugt werden, dann sagt die Intermodulation: das ist 1 kHz – und die hören wir! Koppelkondensatoren, Kabel, etc. beeinflussen meist (Un)sauberkeiten im oberen Frequenzbereich, die sich in mehr oder weniger transparenter (nebelfreier) „Hinein“hörbarkeit in die Breite/Höhe der Bühnentiefe äußern. Damit wird das Gehörte plastischer und natürlicher. Auch feindynamische Ereignisse werden klarer differenziert. Was Sprache verständlicher und die Emotionen der Musik viel besser herüber bringt.

Ich hatte schon viele Kunden, die zuerst teure Kabel angeschlossen haben und dann enttäuscht waren, wenn sie keine Unterschiede hörten – und den ganzen „Kabelklang“ als „Voodoo“ abtaten. Weil halt die Hörkette schon an anderer Stelle viel zu intransparent (schlecht) war. Am Ende isses wirklich krass, wie deutlich selbst kleine Unterschiede zwischen Netzkabeln (ja! - bitte nicht schlagen!) hörbar werden, wenn die Kette erstmal stimmt. Da hat man schließlich den Eindruck, als raste die Bühne irgendwie ein, Alle stehen in allen 3 Dimensionen am richtigen Platz – das ist magisch. Bei einer meiner liebsten männlichen Stimmen, Paolo Conte, hat man fast den Eindruck, der stünde derart leibhaftig vor einem, dass man glaubt, seinen Mundgeruch hören zu können. Genannt: HighEnd. Ich nenne das dann „Musikgenuss“.