

## Audiokabel

sind für viele Leute, oft insbesondere für gelernte und studierte Elektrotechniker, völlig überflüssig. Denn was soll ein Stück Draht dem Klang schon anhaben können im Vergleich zu den Hunderten von Lötstellen, Silizium-Transfers und Engstellen in Form von Kapazitäten, Induktivitäten und Widerständen in Bauteilen auf dem langen Weg, den das arme Signal durch all unsere Gerätschaften hinter sich bringen muß. Einzig im Vakuum erfreuen sich Elektronen einer unbeschwerter Reise.

Hat sich dann aber der theoretisch voreingenommene Kopf mal seiner Ohren besonnen und sich vorurteilsfrei der Mühe unterzogen, Musik über gute Komponenten anzuhören und dann mal ein Paar NF-Kabel oder die Lautsprecherkabel gegen andere wechseln zu lassen (Blindtest!), dann glaubt er zunächst seinen Ohren nicht, um dann, nach etlichen mit staunender und immer nachdenklicher werdender Miene begleiteten Rück- und Querchecks, endlich sein gespeichertes Wissen dazu zu benutzen, die doch vernommenen Klangeffekte physikalisch in Ursache und Wirkung zu zerlegen. Solches passierte in den späten 70ern den Freunden und Ingenieuren Bruce Brisson und Noel Lee in San Francisco. Was sie nach etlicher Bastelei und noch mehr Hörversuchen schließlich dazu veranlasste, die erste Firma zu gründen, die sich ausschließlich der Herstellung und dem Vertrieb von Kabeln widmen sollte, die für Audio-Zwecke gebaut waren: MonsterCable ward geboren. Wie dies in erfolgreichen Partnerschaften so geht, trennten sich die Beiden später und Bruce gründete seine Fa. MIT. Beides Marken, die auch heute noch ein gewichtiges Wort mitreden, wenn es um Kabel für Audioanlagen geht.

Leider nur sind die besten käuflichen Kabel, wozu ich neben den genannten und etlichen ungenannten auch die vorzüglichen Konstruktionen von David Magnan zähle, gelinde ausgedrückt: sauteuer. Was mich vor nun auch schon bald 20 Jahren dazu veranlasste das zu tun, was außer mir seither noch unzählige andere Leute mit gemischten Erfolgen versuchen: selbst Kabel zu drehen. Ich verlötete alle Industriekabel für die (un)möglichsten Anwendungen mit Bananensteckern oder Cinchsteckern und „horchte sie durch“. In den meisten Fällen führte das zu reichlich Frust. Denn die gehörten Unterschiede waren durchaus schon fast im Bereich verschiedener Verstärker, wenn auch nicht so groß wie bei unterschiedlichen Lautsprechern. Und die selbst gewickelten Konstrukte erreichten leider nie ganz die wenigen geliebten oder sogar teuer gekauften Markenreferenzen. Was ich messen konnte an den Kabeln und was ich aus der Materialspezifikation herleiten konnte, hielt ich buchhalterisch fest und trug alle Hörergebnisse in speziell angefertigte Hörchecklisten ein, damit man das Ergebnis später nachlesen und –vollziehen konnte. Dies Vorgehen zeigte sich später als sehr hilfreich. Denn mit den Jahren erkannte ich Zusammenhänge zwischen Daten und Hörempfindungen. Und die erworbenen Erfahrungen waren schließlich sogar interessant genug, dass mich Noel Lee (das „Head-Monster“), in seinen engen Kreis der Kabel(ent)wickler aufnahm, als ich mit Tricom seine Produkte in Deutschland zu vertreiben die Ehre hatte. Und dabei lernte ich noch sehr viel mehr zum Thema. Denn endlich konnte ich mir gezielt Musterkabel anfertigen lassen, wo immer nur eine kleine Komponente geändert war und ich somit ganz gezielt die Einzeleinflüsse heraus arbeiten konnte. So ist das ideal.

So habe ich gelernt, dass außer Längsinduktivität und Parallelkapazität, teils dem Reihenwiderstand und vor allem Sprungfunktionen in denselben, auch solche Dinge wie Mikrophonie, Skineffekt (ja, doch, auch im Audiobereich) und dielektrische Eigenschaften der Materialien zwischen Hin- und Rückleiter zählen. Denn nicht nur der Frequenzgang wird beeinträchtigt, sondern auch die Phase und die Schnelligkeit der Ummagnetisierung des Wechselfelds. Welche Dielektrika ideal sind steht schon in (alten) Physikbüchern: Vakuum, dann Luft, dann Stoffe mit möglichst hohem Luftanteil; das können textile Materialien sein oder auch Schäume von Kunststoffen. PTFE (Teflon) ist heute der bekanntermaßen verlustärmste unter den Kunststoffen, PVC der schlimmste, aber der billigste. PE (polyethylen), PU (polyurethan) und PP (polypropylen) liegen dazwischen. Ein minderwertiges Dielektrikum äußert sich klanglich in verzischten S- und F-Lauten. Leider ist es unmöglich, Vakuum in die Kabel einzubauen. Aber es gibt elektronische Bauelemente, die ein Vakuum beinhalten. (Hatte ich schon gesagt, dass ich das Hören mit Röhren vorziehe?)

Ein fester Aufbau des Kabels vermindert schädliche Vibrationen (Mikrophonie). Leider problematisch bei textilen Isolierungen, es sei denn man tränkt sie mit chemisch neutralen Mitteln. Denn aggressive Tinkturen würden den metallischen Leiter korrodieren und somit den Elektronentransport an den Korngrenzen hemmen. Man kann sich Mikrophonie so vorstellen: durch die Luftschwingung (an den Auflagen per Körperschall oder per Luftschall von den Lautsprechern kommend) werden Hin- und Rückleiter zu Relativbewegungen veranlasst, die wiederum ungewollte Parasitärspannungen in die signalführenden Leiter induzieren, die da nicht hin gehören. Klanglich äußert sich das in verwaschener Räumlichkeit und verwischten Höhen. Dies gilt übrigens gleichermaßen für elektronische Bauteile in Geräten.

Naja, langer Einleitung – kurzer Sinn: ich möchte im folgenden Text ein paar der gemachten Erfahrungen aus dem Nähkästchen lassen, damit der geneigte Leser sich womöglich eigene Lötereien auf einer besseren Basis antun kann und somit Zeit und Lötspitzen spart.

Apropos: Arbeiten Sie nie mit schlechtem Werkzeug: ein bis 450°C regelbarer (Weller) LötKolben, verschieden dicke Spitzen mit intakter Beschichtung, ein stets feuchter LötSchwamm, Entlöt-Saugpumpe, Löt fett/flussmittel und womöglich ein Lötbad sollten vorhanden sein. Unbedingt auch die „helfenden Hände“ kaufen, ein Gestell, das mittels zweier Krokodilklemmen Kabel und/oder Stecker festhält. Lötet man billige Cinchstecker die kein Teflon als Isolierung verwenden, dann sollte man diese während des Verlöten unbeding in eine Buchse stecken, weil sonst der Mittelstift nachher sonst wo hin zeigt, aber nicht mehr mittig sitzt. Für den anspruchsvollen Hörer verbieten sich solche minderwertigen Stecker ohnehin. Apropos Stecker: auch die beeinträchtigen das Klangergebnis. Die m. E. besten Cinchstecker sind extrem teuer, werden von Bocchino Audio in Australien hergestellt ([www.bocchtech.com](http://www.bocchtech.com)) bestehen aus reinem Kupfer statt des üblichen Messings und haben keine Nickelschicht unter dem Silber/Gold. Ebenso Top sind die von Eichmann und WBT. Es gibt aber auch deutlich billigere taugliche Alternativen von Monacor. Leider habe ich noch keine wirklich guten Cinchstecker mit Crimp/Schraubanschlüssen gefunden. Für Lautsprecher empfehle ich vergoldete Bananenstecker mit Berylliumbronzefedern, die behalten ihre hohe Spannkraft. Bananas erleichtern das Umstecken. Für dauerhafte Verbindungen sind aber gute Gabelschuhe (Spades) aus vergoldetem Kupfer empfehlenswerter, da der Kontaktdruck höher sein kann, ordentliche Buchsen

vorausgesetzt. Ein Kontaktfett ist immer dann zu empfehlen, wenn man die Steckverbindung mal einige Zeit in Ruhe lassen will. Ideal: siehe bei Holger Stein: [www.steinmusic.com](http://www.steinmusic.com).

### **Selbstgewickeltes:**

Einige Experimente machte ich mit Kupferlackdraht verschiedener Stärken und mit diversen Litzen, jeweils plus mit minus verdreht, mal als NF (Cinch)- mal als Lautsprecherkabel. Die relativ beste Version für NF war die mit HF-Litze (eng verdreht) und über die ganze Länge kleine Ferritrohrstückchen drüber gefädelt zur magnetischen Abschirmung und Verringerung der Induktivität. Es könnte zudem noch was verbessern, die beiden Litzenstränge stellenweise mit ein paar Tropfen Ennemoserlack zu verbinden um schädlichen Mikrophonie-Effekten vorzubeugen. Ist insgesamt mechanisch ziemlich fragil, aber lohnt klanglich. Konnte mit bis zu 500 DM Fertiggabeln mithalten. Ach ja, rechtssinnig verdreht klingt minimal besser als linkssinnig, hat wohl was mit der Magnetfeldrichtung des stromdurchflossenen Leiters zu tun. Näheres im Physikbuch.

Eines der besten meiner selbstgedrehten NF-Kabel ist allerdings aus'm Schrott. Also gut eingebrannt... ☺ - damit waren mal Thermoelemente an Motorenprüfständen verkabelt. Hat einen Flechtschirm aus Nickeleisendrähntchen (magnetische Schirmung) und zwei Litzenstränge (Ni-CrNi) mit thermisch resistenter Textilisolierung. Habe seinerzeit etliche Kataloge durchforstet, aber keinen Hersteller gefunden (muß wohl schon sehr alt sein), neuere Ausführungen arbeiten mit Teflonisolierung, die warten aber noch auf meinem Labortisch. Allerdings hab ich nicht sehr viel. Und es braucht Cinchstecker mit Crimp(schraub)anschlüssen, da es sich nicht wirklich löten läßt. Bzw. man crimpt dünne Kupferhülsen dran und verlötet die. Es klingt schon sehr nahe am Monster M1000, vom Charakter energetischer in Richtung Magnan Vi, wenn auch nicht ganz so frei und fein oben rum.

Hab auch sehr viele Varianten von Teflon-isolierten Litzenkabeln in allen möglichen Konfigurationen probiert. Die besten hab ich noch, waren teils auf dem Niveau des HF-Litzenkabels, aber nicht so gut wie's „Nickel“kabel. Keines der industrie-üblichen RG Kabel klang wirklich gut, auch nicht das oft gelobte RG 58 und schon gar nicht das unhandliche RG214/213. Habe auch viele Computerkabel in allen (un)möglichen Verschaltvarianten durchprobiert: nix g'scheites dabei. Auch die oft gelobten Flachband-Verbindungskabel, wo man abwechselnd plus und minus anschließt, klingen als LS-Kabel nicht wirklich toll. Gute Mittelklasse, aber billig. Da klingt ja schon ein 50 mm Aluband (selbstklebend, aus dem Baumarkt) vergleichsweise ordentlich. Als Cinchkabel angeschlossen fand ich Flachbandleiter interessant, solche, wie sie in Autos unter'm Himmel verlegt sind. Dürften vom Schrottplatz gar nix kosten. Nicht schirmbar, aber klanglich gar nicht schlecht. Da die meist mehr als 2 Leiterbahnen haben, sind Verschaltungsexperimente angebracht.

Das billigste noch taugliche Industriekabel für NF-Zwecke ist flexibles Antennenkabel (Koax, 75 Ohm) mit versilberter Litze. Das klingt zwar tendenziell etwas spitz, aber schnell und knackig. Und kostet fast nix.

### **Fertigkabel:**

Generell gilt bei NF (Niederfrequenz) Verbindungen: Dicker muss nicht auch besser sein. Gerade die Mogamikabel beweisen, dass dünner keine Nachteile bringt. Auch ist der Reihenwiderstand bei NF-Kabeln nicht unbedingt wichtig. Eines der besten mir bekannten NF-Kabel, das sündhaft teure Magnan Signature, hat längs sogar 30 kOhm, was zwar bei unpassenden Verhältnissen der Ausgangsimpedanz des treibenden Gerätes zur Eingangsimpedanz des empfangenen Gerätes problematisch sein kann und 6 dB Pegel schluckt, aber ansonsten nicht schadet.

Eines der m. E. besten NF-Kabel im Preis-Leistungsverhältnis war halt das Monster M1000 MK2, besonders bei tendenziell hell oder spitz klingenden Anlagen, wo es als eher warm "klingendes" Kabel wohltuend half ohne Hochtoninformationen zu verschlucken. Für Leute, denen das zu teuer war, nahm ich meist Monster IL 400 für die Satelliten und IL 401 für den Bass, das passte ebenfalls recht gut und war billig. Klanglich eher rund und harmonisch, ähnlich meinem leider nicht mehr erhältlichen Lieblings-(von den bezahlbaren) -lautsprecherkabel Monster SCI 16-4.

Möchte man der etwas müde klingenden Anlage Frische einhauchen ohne gleich spitzliche Hochtonverzerrungen zu verursachen, sollte man sich mal mit den Mogami-Kabeln auseinandersetzen. Insbesondere halte ich das „Absolute Pure“ für empfehlenswert; klanglich fast genauso gut, aber deutlich billiger ist das „Little Wonder“. Für digitale Verbindungen empfiehlt sich das „Pure Digital“, da es im Vergleich zu 75 Ohm Industriekabeln verzerrungsärmer klingt. Ich nehme es sowohl zwischen CD-Transport und DAC als auch für Videoverbindungen.

Ergänzung 2012: inzwischen hör ich mir kaum noch neue Kabel an, denn das, was sich am deutlichsten seither verändert hat, sind die Preise. Leider zur falschen Richtung hin. Und meine Vorräte an ordentlichen Kabeln sind hinreichend.

### **Löten:**

Mit Lötzinn habe ich auch gespielt. Und schließlich die guten Sachen alle mit Sn90Ag10 verlötet. Man sollte auf einen möglichst geringen Bleianteil achten (ist inzwischen eh verboten), da der den Klang in Richtung flach und fitzelig beeinträchtigt. Keine Welten, aber... Ein guter Kompromiss ist/war das überall erhältliche Sn60Pb38Cu2. Wichtiger als das Zinn ist die Löttechnik: möglichst heiß (>400°) mit relativ dicker Spitze aber nicht zu lange dranhaltend. Die Kabelisolierung sollte nicht (zu) weich werden und keinesfalls zwischen die Litzen fließen, da sie dort sonst die Luft-Zwischenräume füllen würde, was die dielektrische Güte verschlechtert. Das schadet insbesondere bei PVC-Isolierung, denn die bei deren Erhitzung ausströmenden Gase greifen das Kupfer an. Selbstverständlich müssen alle zu lötenden Kontaktflächen sauber und fettfrei sein. Lackdraht muß vorher entlackt werden. Am besten mechanisch mit einer scharfen Klinge. Mit Säure abätzen könnte das Kupfer angreifen. Beide Lötflächen vorverzinne. Notfalls mit Lötfett/Flussmittelpaste nachhelfen. Altes Zinn vorher absaugen. Nicht mit der Lötspitze am Kabel reiben und nicht damit zu fest drücken, sie dient nur der Erwärmung des Zinns! Das Kabel während des Erkaltes mittels feinem Schraubendreher (o.Ä.) fest auf die Lötfläche andrücken und nicht wackeln, auch wenn die Finger heiß werden. Damit das Zinn nur das Kabel dort hält wo es sein Signal direkt weiterreichen soll, aber nicht dem Signal als (schlechter) Leiter dient. Ich mache das übrigens auch beim Einlöten von Bauteilen in Platinen. Eine gute Lötstelle

glänzt nach dem Erkalten. Wenn man das Kabel mit der Zange an der Isolierung festhält: nicht zu fest zudrücken, weil: siehe im nächsten Satz. Und: das Kabel im Cinchstecker zwar zugentlasten, aber nicht zu fest zusammendrücken dabei. Denn wenn man das tut, quetscht man an dieser Stelle die Isolierung (das Dielektrikum) zusammen, was insbesondere bei weichen Materialien (Schäumen) die dielektrischen Eigenschaften lokal verändert, was einen Sprung im Wellenwiderstand bedeutet. Das kann hörbar sein.

Die beste Lötstelle aber ist keine Lötstelle: ordentlich gecrimpt hält und klingt immer besser als gut gelötet. Denn nur so ist absolut sichergestellt, dass das Signal vom Kabel direkt in den Stecker geht und nicht erst durch's Zinn muß. Zum Erreichen eines hohen Kontaktdrucks braucht man dazu Spezialzangen mit Hebelübersetzung. Monster crimps in einer großen Presse mit mehreren Tonnen Kontaktdruck. Das kommt einer Kaltverschweißung schon sehr nahe, ist es aber nicht, auch wenn Hochglanzbroschüren davon schreiben. Zur Sicherheit kann man ja nach dem Crimpen kurz nachlöten, muss aber darauf achten, dass die Isolierung nicht heiß wird (daher: besser sein lassen).

### **Hörtests:**

Da die Unterschiede im Klang bei verschiedenen Kabeln nicht derart krass sind, dass dies jeder Mensch noch im Vollrausch heraushören könnte gilt eine goldene Regel: nüchtern und ausgeschlafen sein, kein Zeitdruck oder Stress haben, äußere Ruhe (keine störenden Mitmenschen oder andere Nebengeräuschquellen). Vor dem Hörtest eine Weile ruhig auf dem Hörplatz sitzen und entspannen. Die Geräte sollten bereits wenigstens eine halbe Stunde warm gelaufen sein. Der Hörtest sollte sich auf eine oder zwei bekannt gute Aufnahmen beschränken. Möglichst live aufgenommene Stücke ohne (viel) elektronische Nachbearbeitung, natürliche Instrumente (Klavier) und Stimmen. Nach spätestens 3 hintereinander beurteilten Varianten das erste (Referenz)kabel wiederholen. Möglichst ein Protokoll führen. Man überschätzt gerne seine Fähigkeit, gehörte Eindrücke zu behalten.

Ein Helfer sollte die Kabel umstecken, die hörende Person sollte sitzen bleiben. Der Hörende weiß idealerweise nicht, was gerade angeklemt ist – das nennt man „Blindtest“ – damit kann man Vorurteile ausschließen. Man kann nach einem Durchgang ja tauschen, dann hat man 2 Meinungen. Dabei dann möglichst eine andere Reihenfolge der Testkabel wählen. Kann man Unterschiede nicht reproduzieren, dass hat man sie sich eingebildet. Vor dem Ziehen der Cinchstecker das empfangende Gerät aus oder zumindest den betreffenden Eingang taub schalten. Nie am Kabel, immer am Stecker ziehen. Sitzt er sehr eng, hilft leichtes Drehen im Uhrzeigersinn, damit er sich leichter löst – nicht wackeln, damit bricht man die Buchse oder deren Lötstelle im Gerät! Beim Wechseln der Lautsprecherkabel immer zuerst am Verstärker lösen und das nächste Kabel zuerst am Lautsprecher anschließen, so beugt man Kurzschlüssen vor.

Kabel dürfen nicht geknickt oder eingequetscht werden. Sonst könnte die Isolierung beschädigt werden, Erklärung siehe oben unter „Löten“.

