

# Hörvergleich DSD und PCM

Diesem äußerst spannenden und aktuellen Thema haben sich die beiden Studenten Dominik Blech und Min-Chi Yang in einer Tonmeister-Diplomarbeit des Erich-Thienhaus-Instituts in Detmold gewidmet. Wir möchten nicht versäumen die Ergebnisse an dieser Stelle zusammen mit Kommentaren in kompakter Form zu veröffentlichen.

Nicht nur die Medienformate wie DVD-Audio und SACD stehen im Wettbewerb, sondern auch die Audio-Kodierungsverfahren. Für den einzelnen Anwender ist es nahezu unmöglich diese Verfahren nebeneinander unter fairen Bedingungen zu beurteilen. Um so interessanter ist das Bemühen der beiden Studenten Dominik Blech und Min-Chi Yang, hier der Wahrheit ein ordentliches Stück näher zu kommen und die beiden Verfahren, das traditionelle PCM (Puls Code Modulation) und das von Sony und Philips forcierte DSD (Direct Stream Digital) in einem umfangreichen Hörversuch zu vergleichen.

## Testaufnahmen

Wichtig ist natürlich für eine Vergleichbarkeit, dass die Aufnahmebedingungen möglichst identisch sind und das keine Nachbearbeitung an dem Material erfolgt. Die Aufnahmen wurden daher von den beiden Studenten in den Studios des Erich-Thienhaus-Instituts aufgenommen. Das nötige Equipment lieferten lobenswerterweise die Hersteller. Sowohl Stereo- als auch Fünfkanal-Surround-Sound-Aufnahmen wurden durchgeführt. Es kamen lediglich zwei (Stereo), bzw. fünf (Surround) Hauptmikrofone zum Einsatz und zwar von den Herstellern Schoeps und Sennheiser, die beide Mikrofone mit erweitertem Frequenzgang anbieten. Die Mikrofonsignale wurden mit einem Lake People Mikrofonvorverstärker auf Line-Pegel angehoben und im Regieraum aufgesplittet und den dCS-Wandlern analog-nach-PCM (24 Bit / 176,4 kHz) und analog-nach-DSD zugeführt. Die beiden digitalen Datenströme wurden dann mit einer Pyramix Audioworkstation von Merging Technologies aufgezeichnet.

Insgesamt wurden acht Stereo und zwölf Surround-Aufnahmen parallel durchgeführt. Die Palette reichte von Sprachaufnahmen über Einzelinstrumente (Cembalo, Gitarre, Oboe, Orgel, Percussion etc.) bis hin zu Trio- und Streichorchester-Aufnahmen.

## Abhören und ABX-Bewertung

Zum Abhören wurde das Material direkt aus dem Pyramix über D/A-PCM- und DSD-Wandler von dCS ausgespielt. Das Material konnte sowohl über Lautsprecher der Firma Manger als auch über Kopfhörer von Stax abgehört werden. Der Testkandidat entschied sich vor Testbeginn für eine der 20 Musikhörproben und bei Stereo ggf. noch für das Abhörverfahren (Lautsprecher oder Kopfhörer). Die Lautsprecheranordnung entsprach den Richtlinien der ITU und der Raum wurde nach ITU- und EBU-Richtlinien eingemessen.

Die eingesetzte ABX-Software basiert auf einer Entwicklung der Emil-Berliner-Studios. Über eine Remote konnte der Proband beliebig oft Probe A, B und X anhören und auch den Abspielpunkt verändern (s. Foto). Nach dem der Proband sich entschieden hat drückt er eine Taste um welche Probe es sich bei X handelt (A oder B).

Der Proband musste in zwei Blöcken 20 Hörproben bewerten. Vor dem eigentlichen Test wurde eine Lernphase vorangestellt, bei der sich der Proband mit den

technischen Bedingungen und der Bedienung vertraut machen konnte.

## Ergebnis

Insgesamt wurden 145 Tests von 110 Probanden durchgeführt. Ungefähr ein Drittel entschied sich für Stereo, der Rest für Surround-Material. Lediglich vier der 145 Tests lagen im Rahmen der kritischen Wahrscheinlichkeit von fünf Prozent. Das entspricht nicht mal drei Prozent der Gesamttests. Damit ist statistisch klar, dass es unter den gegebenen Testbedingungen den Probanden nicht möglich war, zwischen PCM oder DSD zu unterscheiden, bzw. klangliche Unterschiede auszumachen.

Die vollständige Diplomarbeit können Interessierte übrigens in Kürze im Internet einsehen: <http://played.by/dsdpcm>

## Interview

Beide Diplomanden gaben PRODUCTION PARTNER Redakteur Peter Kaminski noch ein ergänzendes und aufschlußreiches Interview.

**PRODUCTION PARTNER:** Sicherlich war es sehr schwierig, vergleichbare Recording- und Wiedergabepfade aufzubauen. Welchen Einfluss könnten hier die Wandler spielen?

**Dominik Blech:** Nun, die Wandler im Signalweg spielen bei unserem Hörtest natürlich eine äußerst relevante Rolle. Unser Ziel war, einen möglichst objektiven Hörtest durchzuführen, bei dem unterschiedliches Equipment in den beiden Signalzweigen DSD und PCM weitestgehend vermieden wird. Den Schwachpunkt stellen hier zwangsläufig, aber unvermeidlich, die A/D- bzw. D/A-Wandler dar. Selbstverständlich hätte ein Test mit Wandlern unterschiedlicher Hersteller gar keinen Sinn gemacht, da jedes Gerät bedingt durch analoge Ein- und Ausgangsstufen seine eigene Klangcharakteristik besitzt. Sonst wäre es wieder so ein Apfel-Birnen-Vergleich geworden, von dem es ja schon etliche gibt. Wir mußten uns also für einen Wandler entscheiden, der beide Verfahren unterstützt. Ebenso war es wichtig, einen praktikablen Testverlauf zu garantieren, bei dem Latenzen, die beim Umschalten durch Synchronisation zweier Systeme auftreten würden, vermieden werden. Deswegen haben wir uns für die äußerst hochwertigen Wandler von dCS entschieden, die ja beide Wandlungsverfahren optimieren und dem Anwender außerdem die Möglichkeit bieten, zwischen mehreren Filtern und Noise-Shapern zu wählen. Hierbei hielten wir uns an die Empfehlungen, die wir von dCS für unseren Hörtest bekamen. Darüber hinaus sind diese in der Lage, am Output ein datengebittmapptes Signal zur Verfügung zu stellen, welches uns ermöglichte, nur ein einziges Recording-System zu benutzen und dadurch oben erwähnte Latenzen zu vermeiden.

**PRODUCTION PARTNER:** Ein weiteres kleines Problem war ja das Umschalten zwischen PCM und DSD.

**Min-Chi Yang:** Leider war es nicht nur ein kleines Problem. Systembedingt produziert dieses „Non-Audio“-

Format, welches das Audiomaterial selbstverständlich in keiner Weise klanglich verändert hat, im Moment des Stop- bzw. Play-Befehls beim DSD-Signal ein minimales Knacken, wohingegen das PCM-Signal bei der gleichen Funktion vollkommen knackfrei schaltet. Schon in der Vorbereitungsphase veranlaßte uns dieses minimale Nebengeräusch, unser Rechnerkonzept zu ändern und etliche technische Tricks zu kombinieren. Dadurch konnten wir es nahezu eliminieren.

**PRODUCTION PARTNER:** Hatte dieses Nebengeräusch denn negative Auswirkungen auf die Testergebnisse?

**Min-Chi Yang:** Nein, auf keinen Fall. Dass dieses Knacken in der Regel nicht zur Kenntnis genommen wurde und somit den Test nicht seiner Aussagekraft enthebt, zeigt die erheblich höhere Anzahl an Testergebnissen, in denen kein Unterschied gehört wurde. Wir sind uns relativ sicher und werden dies ausführlicher in der Diplomarbeit begründen, dass durch dieses unvermeidbare Nebengeräusch, welches mit der Qualität des digitalen Aufzeichnungsformats natürlich nicht in Verbindung steht, in den vier außerhalb des klar erkennbaren Trends liegenden Fällen unterbewußt ein vermeintlicher Unterschied wahrgenommen wurde.

**PRODUCTION PARTNER:** Gibt es eigentlich auch Aussagen, ob in der ersten Hälfte gegenüber der zweiten Unterschiede in der Beurteilung festzustellen sind? Die Testsession hat ja doch eine ganze Zeit in Anspruch genommen.

**Dominik Blech:** Sicherlich - und das bestätigen unsere Gespräche mit den Probanden, die wir ergänzend zu dem Fragebogen jeweils geführt haben - ist der Hörvergleich sehr anstrengend gewesen, da äußerst konzentriertes Hören erforderlich war. Jeder Proband konnte den Testablauf aber nach Bedarf auch unterbrechen und eine kleine Pause machen. Dies war für uns sehr wichtig, damit der Leistungsdruck, dem sich die Testkandidaten bei einem subjektiven Test automatisch aussetzen, möglichst minimiert wird. Ermüdungserscheinungen blieben bei dem ein oder anderen aber dennoch nicht ganz aus. Bei vielen von ihnen ließ sich das aber nach eigener Aussage auch auf Frustration aufgrund des für sie nicht annähernd wahrnehmbaren Unterschieds zurückführen. Im übrigen sind die Testpersonen jedoch in der Mehrzahl professionelles und kritisch-analytisches Hören gewohnt.

Um aber den ersten Teil Ihrer Frage zu beantworten - hier ließ sich keinerlei Gesetzmäßigkeit beobachten. Da die von uns benutzte ABX-Testsoftware keine Einzelergebnisse aufgelistet hat, haben wir schon kurz nach Testbeginn damit begonnen, nach zehn Entscheidungen ein Zwischenergebnis abzuspeichern, um eine eventuelle Entwicklung innerhalb des Tests sehen zu können. Die Regeln der Stochastik scheinen hier allerdings voll zu greifen: Es konnte vorkommen, daß ein Proband im ersten Teil nur zwei Entscheidungen richtig hatte, wir uns schon tröstende Worte zurechtgelegt haben, er dann aber im zweiten Teil vielleicht acht oder neun Richtige hatte - oder auch andersherum. Dies hat uns aber bestätigt, dass aus statistischen Gründen eine so hohe Zahl an Entscheidungen durchaus sehr sinnvoll ist.

**PRODUCTION PARTNER:** Waren die Ergebnisse eigentlich unabhängig von den gehörten Musikbeispielen?

**Min-Chi Yang:** Ja, zumindest zeigen das die Ergebnisse. Wir haben bewußt versucht, ein möglichst breitgefächertes Testpublikum mit unterschiedlichen Hörgewohnheiten zu bekommen - vom absoluten Hörlaien bis zum Hörprofi - das aus dem breitgefächerten Angebot an Musikbeispielen in Stereo und Surround auswählen konnte. Die „glorreichen Vier“, die innerhalb der kritischen Wahrscheinlichkeit

lagen, hatten zwar unterschiedliche Musikstücke ausgewählt, übereinstimmend jedoch war, dass sie den Test alle mit einem Stereobeispiel und mit Kopfhörerwiedergabe durchgeführt haben. Es bestätigt uns ein wenig in der Vermutung, dass dieses minimale Knacken für die „unterbewusste“ Hörbarkeit verantwortlich war, da man dieses bei Kopfhörerwiedergabe natürlich direkter und im Wesentlichen ohne Raumeinflüsse wahrnimmt.

**PRODUCTION PARTNER:** Das Ergebnis dürfte für viele ja überraschend sein. Wie würdet Ihr dieses zusammenfassen und kommentieren?

**Min-Chi Yang:** In unserem Hörvergleich hat sich gezeigt, dass selbst mit hochwertigstem Equipment und unter optimalen Abhörbedingungen mit Hilfe des ABX-Tests keine signifikanten Unterschiede zwischen DSD und High Resolution PCM (24 Bit/ 176,4 kHz) hörbar sind. Aus unserer klangästhetischen Sicht als Tonmeister läßt sich aufgrund der Ergebnisse des Tests somit die These aufstellen, dass keines der getesteten Systeme sich durch klangliche Eigenschaften hervorhebt. Selbstverständlich wollen wir hier keine Allgemeingültigkeit aufstellen und - das möchten wir betonen - auch nicht die vier Testergebnisse außerhalb des Trends bzw. deren Probanden anzweifeln. Vielleicht hören einzelne Personen einen Unterschied. Wir suchen lediglich mit unserem Wissen über den Test und vor allem über die Probleme, die ein solcher aus Equipment-technischer Sicht mit sich bringt, nach möglichen Erklärungen dieser vier Ausnahmefälle. Wir selber waren zum Schluß dermaßen auf dieses wirklich extrem minimale Knackgeräusch fixiert, dass wir nachweislich „X“ zuweisen konnten. Hier greift also das Thema der Hörfokussierung. Aber 2,76 Prozent der Gesamttests sprechen für sich.

**PRODUCTION PARTNER:** Wie kann man erklären, dass besonders was DSD angeht, viele hier angeblich deutliche Unterschiede wahrnehmen? Man hört ja immer von dem so „weichen“ und „analogen“ DSD-Sound.

**Dominik Blech:** Naja, das ist eine nur schwer zu beantwortende Frage - wäre ich zynisch, würde ich sagen, dass man das hört, was man hören will, oder besser, was man hören soll! Eine - sagen wir mal - neue Technologie impliziert einen neuen Klang. Dank der firmenpolitischen und aus unserer Sicht nicht belegbaren Werbeaussagen bezüglich der vermeintlich großen klanglichen Unterschiede, kombiniert mit einem vielverbreiteten Hinweis auf die bereits so analog aussehende Wellenform liegen derartige Assoziationen denkbar nahe. Ist nicht jeder von uns schon einmal auf eine Hörillusion hereingefallen? Vielleicht ertappt sich auch manch Besitzer goldener Ohren an seiner Eitelkeit? Wir glauben aus unserer eigenen Erfahrung heraus, aber auch wiederum aus zahlreichen Gesprächen mit Probanden, die anfänglich zwar frustriert, dann aber um eine Erkenntnis reicher aus dem Hörstudio kamen, daß wir uns hier bereits sehr tief im Bereich der Psychoakustik befinden. Man geht in den Test und will einen Unterschied hören. Man klammert sich an etwas und hört diesen Unterschied - bis man auf einmal feststellt, dass das, worauf man gerade gehört hat, auf einmal bei dem anderen Signal auftritt. Ups! Deswegen stehen wir hinter dem ABX-Testverfahren, nur so läßt sich zeigen, was man selber noch in der Lage ist wahrzunehmen. Bilderreiche Worte für klangliche Unterschiede finden sich schließlich schnell und lassen sich auch blumig ausschmücken. Mir persönlich hat diese Erfahrung viel für meinen Berufsalltag gebracht.

**PRODUCTION PARTNER:** DSD hat ja einige Schwächen im Bereich der Nachbearbeitung. Viele Werkzeuge stehen lediglich für PCM-Bearbeitung zur Verfügung. Ist das Bearbeiten und Konvertieren/Requantisieren von PCM in DSD eine realistische Möglichkeit? Kann man hier gegebenenfalls von hörbaren Nachteilen bei einer solchen Verfahrensweise ausgehen?

**Min-Chi Yang:** Die angesprochenen Schwächen sind ja bekannt und selbst Sony & Philips empfehlen mittlerweile einen Multi-Bit-Ansatz bei der Bearbeitung vor der finalen 1-Bit-Wandlung. Dies ist auch durchaus ein Lösungsansatz, der für uns vorstellbar ist, schließlich bringt das Trägerformat der SACD ja den entscheidenden Vorteil eines funktionierenden Kopierschutzes mit sich. Wenn auch vielleicht nicht im Verbraucherinteresse, so könnte es dennoch der stetig steigenden Zahl von Raubkopien Einhalt gebieten. Wie sich der hierfür notwendige Konvertierungsprozeß klanglich auswirken würde und somit ein hörbarer Nachteil entstehen könnte, dazu müßte dann eine nachfolgende Diplomarbeit geschrieben werden. Sicherlich gibt es hier aber auch etliche technisch orientierte und gut begründete Statements für ein Pro und Contra. Die klanglichen Untersuchungen haben dann ja immer etwas Verspätung.

**Dominik Blech:** Das war dann letztendlich auch Anlaß für uns, diesen Hörvergleich durchzuführen. Bezeichnenderweise hat es ja z. B. auf Tagungen nie öffentlich einen derartigen Vergleich beider Verfahren gegeben. Durch die Auswertung unseres Fragebogens wissen wir, dass von den getesteten Personen - also größtenteils interessiertem Fachpublikum lediglich sieben der insgesamt 110 Personen eine Surround-Anlage besitzen. Es sollte doch im Interesse aller sein, einen einheitlichen Standard zu finden und nicht die Durchsetzung von vorteilbringenden und zukunftssträchtigen Innovationen wie dem Surround-Sound durch Kundenverwirrung aufgrund unterschiedlichster Formate zu gefährden, bzw. im Keim zu ersticken. Mit Sicherheit spielen hier aber nicht nur klangliche Aspekte eine Rolle.

**Autor und Fotos: Peter Kaminski  
Grafik: Dominik Blech und Min-Chi Yang**