



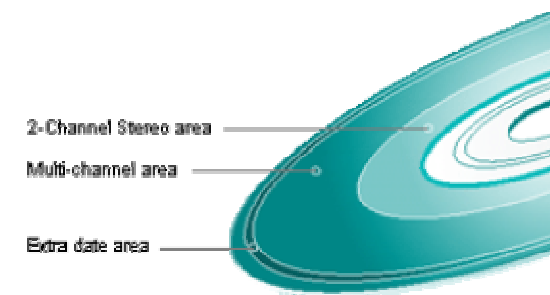
### Die Super Audio Compact Disc

ist eine Weiterentwicklung der ursprünglichen CD durch die Firmen SONY und PHILIPS, wobei die qualitativ bestmögliche Musikwiedergabe im Vordergrund steht.

#### Aufbau

entspricht weitgehend dem der DVD, Spurbestand und minimale Pit-Länge wurden gegenüber der CD mehr als halbiert.

2-Kanal-Stereo-Bereich  
Multi-Channel-Bereich (6-Kanal)  
Zusätzlicher Datenbereich  
(CD-Text, Songtexte, Bilder...)



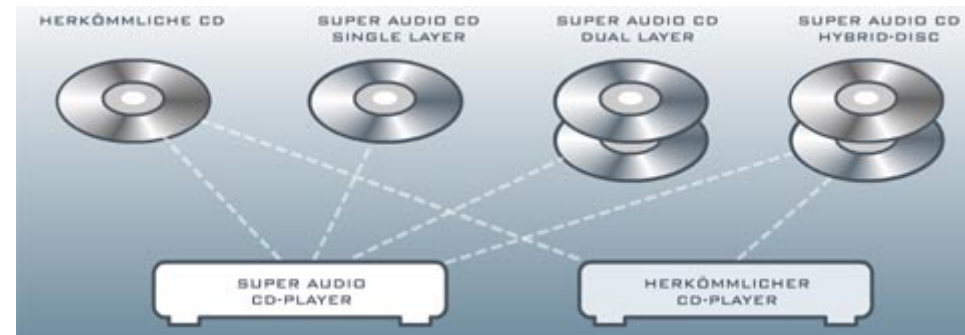
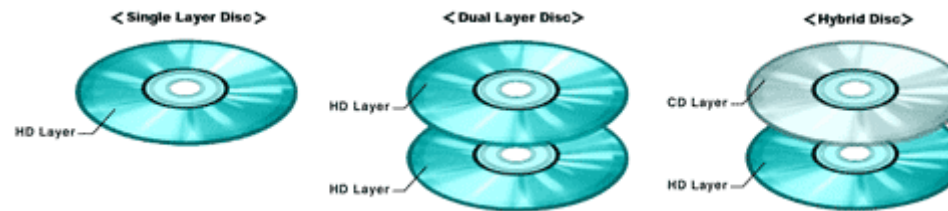
#### Speicherkapazität

Bedingt durch den Aufbau 4,7 GByte (Single-Layer SACD) - mehr als 7-fachen der CD  
Bei Dual-Layer SACD (zwei Schichten übereinander) sogar knapp 9 GByte.



## Die drei SACD-Formate

- Einschichtige Disc (Single Layer Disc)
- Zweischichtige Disc (Dual Layer Disc)
- Hybrid-Disc



Eine **einschichtige SACD** enthält eine hochkapazitive Schicht mit Stereo und/oder Mehrkanalton-Informationen und kann nur auf einem SACD-Player abgespielt werden

Eine **zweischichtige SACD** enthält zwei hochkapazitive Schichten mit Stereo und/oder Mehrkanalton-Informationen auf ein und derselben Seite der Scheibe. (→ Dies ermöglicht z.B. das Abspielen eines Doppelalbums auf einer Disk.)

**Eine zweischichtige SACD** kann nur auf einem SACD-Player abgespielt werden.

Eine **Hybrid-Super Audio CD** enthält

- eine hochkapazitive Datenschicht mit Stereo und Mehrkanalton-Informationen für die Wiedergabe auf einem SACD-Player und
- eine herkömmliche CD-Datenschicht für die Wiedergabe auf einem Standard-CD-Player.

→ Dadurch kann die **Hybrid-SACD** sowohl auf Standard CD-Playern als auch auf SACD-Playern abgespielt werden.

Alle drei Disc-Formate bieten Mehrkanaltonfähigkeit.



### Wie werden die Formate kombiniert?

Die SACD kann als Hybrid-Disc einen "Red Book"-kompatiblen 44,1kHz / 16bit Layer enthalten und ist dann – natürlich in CD-Qualität - auf jedem Standard CD-Player abspielbar.

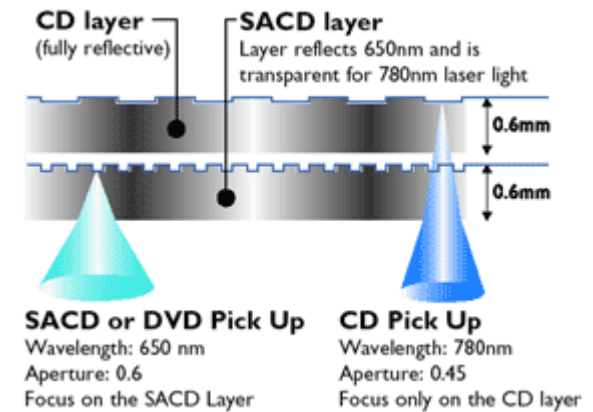
Auf der Hybrid-SACD liegen zwei Schichten übereinander, die von zwei Lasern abgetastet werden, die mit verschiedenen Wellenlängen arbeiten:

SACD-Laser – arbeitet mit 650 nm, kann auf jede der beiden Schichten fokussiert werden

CD-Laser – arbeitet mit 780 nm, Fokus nur auf die CD-Schicht

Am nächsten zum Abtastkopf liegt die SACD-Schicht, die nur die SACD-Laserstrahlen reflektiert und für den CD-Laser transparent ist. Die CD-Schicht reflektiert alle Strahlen.

→ Dadurch Abwärtskompatibilität



### Kopierschutz

SACDs benötigen Geräte, die zur Wiedergabe geeignet sind. SACD-Player von Sony beispielsweise haben keinen digitalen, sondern immer noch einen analogen Ausgang (6-Cinch Kabel in Richtung Verstärker). Dies soll mindestens so lange so bleiben bis es einen Kopierschutzstandard für digitale Audioinhalte gibt. Die CDs selbst haben eine Wasserzeichen-Technik, die vor Raubkopien schützen soll: Mit Geräten ohne digitalen Ausgang eine "sinnvolle" Strategie.

### Tagesaktuelles Preisbeispiel vom 1.12.03



Philips DVD 763-DVD Player ab **182,--** + Versand

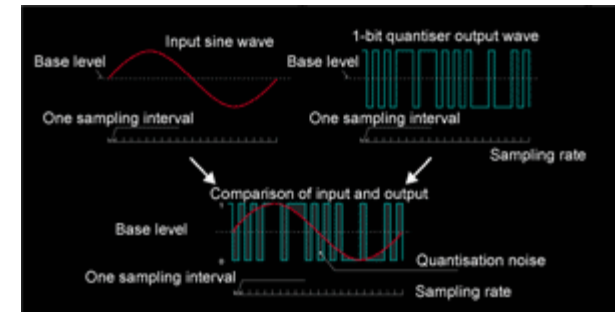


### Pulse Code Modulation – PCM (bei CD oder DVD-A)

Beim PCM-Encoding wird das Analogsignal mit fester Abtastfrequenz und Wortlänge gesampled. Dabei bestimmt die Größe der Abtastfrequenz, wie oft das Analogsignal pro Sekunde als digitaler Wert festgehalten wird, die Wortlänge (oder Bitrate) ist verantwortlich für die Genauigkeit der gemessenen Amplitude.

Bei der Audio CD werden pro Sekunde 44.100 Wörter (44,1 kHz) zu je 16 Bit (65536 feste Abstufungen zwischen Null und Vollaussteuerung) gespeichert.

Die Samplingfrequenz steht in direktem Zusammenhang mit der maximal fehlerfrei zu übertragenden Audiofrequenz, die theoretisch höchstens die Hälfte der Samplingfrequenz sein kann. Audio CDs können daher maximal 22,05kHz übertragen. Auf der DVD Audio mit PCM in 192kHz können theoretisch Signale bis 96kHz gespeichert werden.



### Direct Stream Digital – DSD (bei SACD)

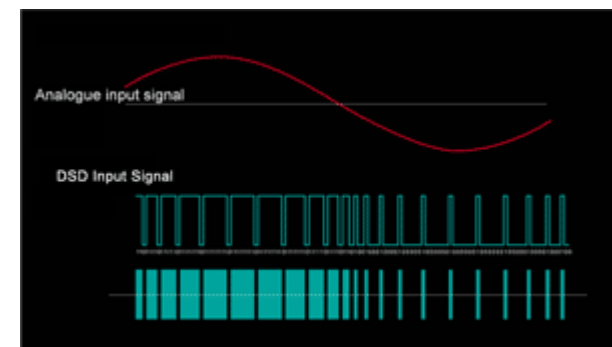
Schon 1991 begann man bei Sony nach einer neuen Audio-Technologie für eine herausragende Klangqualität zu forschen. Das Resultat der Forschungen war DSD, eine Technologie, die die Musik direkt als hochauflösendes digitales Signal aufzeichnet, das die ursprüngliche analoge Wellenform in exzellenter Qualität reproduziert. Sony stellte 1996 die erste auf DSD basierende Aufnahmetechnologie für professionelle Studios vor.

Das DSD Encoding verwendet einen 1-Bit-Analog-/Digitalwandler mit einer Abtastrate von 2,8224 MHz. Anders als bei PCM wird der hochauflösende Datenstrom (das 1-bit-Ausgangssignal des Sigma-Delta-Modulators) *direkt gespeichert* auf einem SACD-Master-Recorder und nicht mittels Downsampling- (Decimation-) Filter in ein Multibit-Signal umgerechnet.

→ Bei der DA-Wandlung entfällt dementsprechend das Oversampling-Filter.

Die Pulsdichte des DSD-Datenstroms reflektiert die Amplitudenänderung des Eingangssignals:

Je größer die Amplitudenänderung, desto höher die Pulsdichte, mit anderen Worten, es werden nicht absolute Werte der Amplitude, sondern ihre Veränderung gespeichert.





Stärken hat das Format außerdem bei sehr kleinen Pegeln: Während in PCM hier weniger Bits zur Verfügung stehen, bleibt die Genauigkeit der Abbildung in DSD konstant.

Dank der 1-Bit-Technologie von DSD ist der Impulsstrom außerordentlich präzise und originalgetreu, da überflüssige Quantisierungs- und Dezimierungsprozesse entfallen.

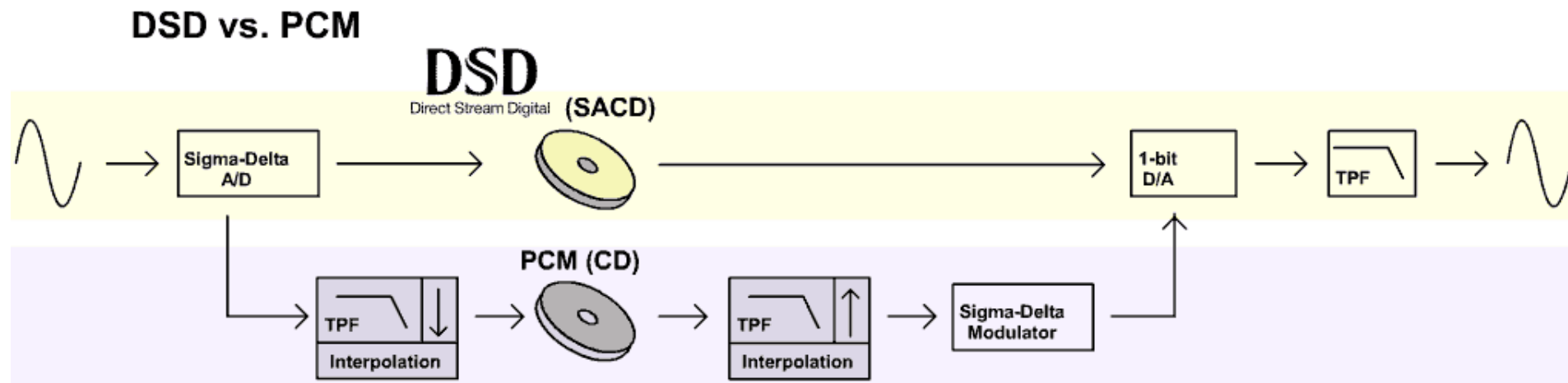
Auf der Wiedergabeseite werden klangmindernde Interpolations- und Anti-Aliasing-Filter überflüssig, die bislang bei der herkömmlichen CD dazu verwendet werden, Frequenzen oberhalb 20 kHz abzutrennen.

Im DSD-Format ist der Frequenzgang auf 100 kHz ausgeweitet, mit einem Dynamikbereich von 120 dB im hörbaren Frequenzbereich.

→ Kurzum, DSD ermöglicht die direkte Aufzeichnung eines sehr präzisen, hochauflösenden Datenstroms, der dann in exzellenter Klangqualität wiedergegeben werden kann.

Namhafte Toningenieure und Tonmeister wissen die außergewöhnliche Qualität der DSD-Technik schon länger zu schätzen.

Viele haben bereits signalisiert, dass DSD alle Leistungsmerkmale eines zukunftsweisenden hochauflösenden Tonstandards besitzt.



**Signal-Verzerrung and -Requantisierung wird verursacht durch Dezimierung und Interpolation**



### Technisch eindrucksvolle Daten des DSD-Verfahrens

DSD-Sampling-Rate (Abtast-Frequenz) von 2,8224 MHz ist 64mal so hoch wie bei der CD (44,1 kHz), bei der man die mittlerweile über 20 Jahre alte PCM-Technologie einsetzt.

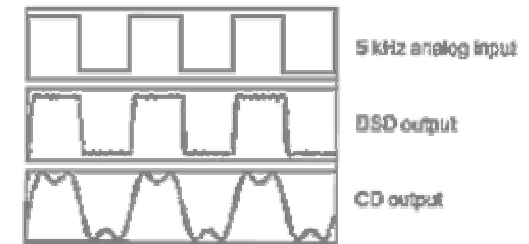
Dadurch erreicht man einen Dynamikumfang von  $\rightarrow$  120 dB im hörbaren Frequenzbereich (CD erreicht 98 dB), bei einem Frequenzgang von über 100 kHz.

D.h. die Dynamik steigt im Vergleich zur CD auf einen mehr als 12mal so hohen Wert!

$\rightarrow$  Das Ergebnis ist eine bisher noch nie da gewesene HiFi-Qualität.

Die Wandlung von analog zu digital und zurück ist viel einfacher als bei PCM.

Im A/D-Wandler brauchen wir kein Downsampling, und auf der Seite des D/A-Wandlers kein Upsampling.



### Bearbeitungs-Nachteil DSD:

Der einmal digitalisierte DSD-Stream lässt sich extrem schwierig bearbeiten.

Einzig Pegelveränderungen, wie Fades, EQ und Dynamics lassen sich bei den verfügbaren DSD-Systemen innerhalb der DSD-Domäne ausführen, solange man die richtige Hardware, in der Regel Sony-Technologie verwendet.

Filterungen wie Entrauschen, DeClicken oder Reverb-Effekte sind derzeit in der Regel nur durch den Wechsel in die PCM-Domäne zu erreichen.

### Anschaffungs-Nachteil DSD:

Können Musik-Produzierende bei der Migration von CD- zu DVD-Audio-Mastering in der Regel bestehendes PCM-Equipment weiter verwenden oder zumindest aufrüsten, steht für DSD eine komplette Neuanschaffung ins Haus.

Nicht nur werden für die Digitalisierung im Studio neue Wandler benötigt, die aus analogem Ausgangssignal einen DSD-Stream erzeugen, auch für die Aufzeichnung dieser Streams müssen spezialisierte Systeme eingesetzt werden.

Sony unterstützt dabei die Studios mit dem "Sonoma" System, einer Eigenentwicklung, die renommierten Studios teils kostenlos verfügbar gemacht wird, um die Produktion von SACD-Titeln voranzutreiben.

Merging Technologies ("Pyramix"), Sadie, Cube-Tec ("AudioCube") und Sonic Studio bieten ebenfalls DSD-Systeme an.

**PCM Audio Workstations**

Digidesign Pro Tools HD	ab ca. € 12.000,-
Sonic Studio HD	ab ca. € 12.630,-
Cube-Tec AudioCube	ab ca. € 14.000,-
Sadie PCM8	ab ca. € 9.900,-

**DVD-Audio Software**

Minnetonka DiscWelder	ab ca. € 495,-
Sonic Solutions One-Click DVD	ab ca. € 990,-
Sonic Solutions DVDAudioCreator	ab ca. € 5.999,-
Cube-Tec CubeDVD-A	auf Anfrage

**DSD Workstations**

Cube-Tec AudioCube	auf Anfrage
Sonic Studio DSD	ab ca. € 15.000
Merging Technologies Pyramix	
Sadie DSD2 / DSD8	ab ca. € 9.750,-
Sony Sonoma System	auf Anfrage

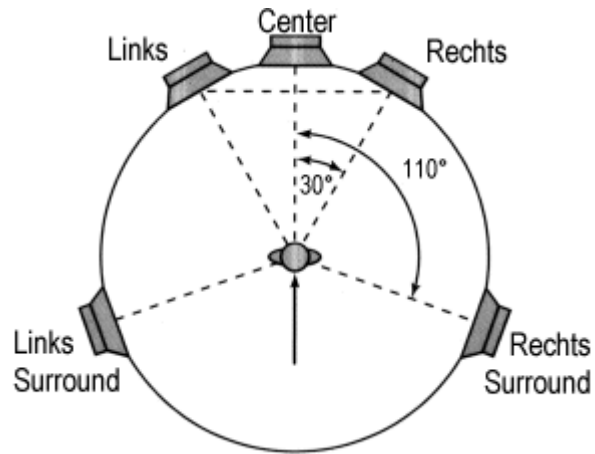
**DSD-Wandler**

DCS 972 / DCS 974	ab ca. € 5.500,-
EMM Labs Meitner ADC8 / DAC8	
Genex GXA8 / GXD8	ab ca. € 2.995,-
Prism Sound ADA-8 mit DSD-Modul	auf Anfrage
Tascam DS-D98 DSD Recorder	ab ca. € 7.995,-

**Schnittstelle****S/DIF** (Sony Digital Interface)

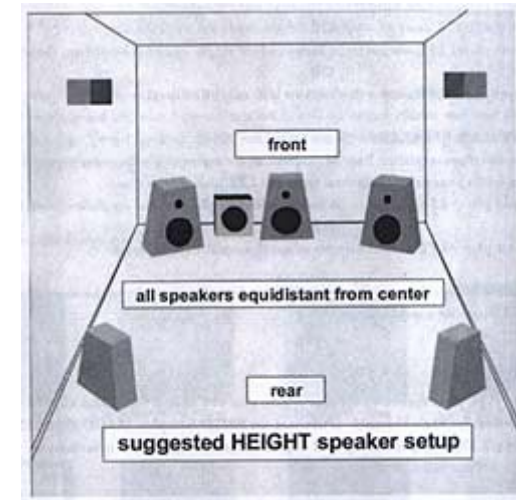


### Mehrkanalton:



Typische Mehrkanal-Konfiguration bestehend aus

- einem Super Audio CD Player
- einem mehrkanaligen (5.1) Receiver oder Verstärker und
- der entsprechenden Anzahl Lautsprecher



Der Subwooferkanal wird bei der Firma Telarc als Höhenkanal eingesetzt.

### „5.1 - Das unbekannte Wesen“

Dazu ein Ausschnitt aus einem Interview (28.01.02) einer Audiozeitschrift mit einem Schweizer Ingenieur, der eine SACD Editier-Station für Sony entwickelt

AVGUIDE: Wer macht denn nun neben Sony Music Mehrkanalaufnahmen?

KOCH (Ingenieur): Neu im SACD-Lager hinzugekommen ist Universal. Aber auch etliche kleine audiophile Labels wie DMP, Telarc, Delos u.a.

AVGUIDE: Wir haben den Eindruck, dass viele Toningenieure noch gar nicht wissen, was sie mit den 5.1 Kanälen eigentlich tun sollen.

KOCH: Das stimmt. Es ist immer noch die große Frage, wie die sechs Kanäle überhaupt einzusetzen sind.

Bei einer Tonmeisterversammlung in den USA gab es zum Beispiel Diskussionen, wie wichtig der Centerkanal ist. Einer fand ihn sehr wichtig zur Darstellung der Frontperspektive, eine anderer behauptete gerade das Gegenteil. So gibt es auch verschiedene Philosophien. Das kommt sicher auch auf die Musik an.





Die räumliche Abbildung wird am Schluss eine artistische Entscheidung sein.

AVGUIDE: Was meinen Sie zum Overhead-Kanal von dmp und Telarc? Hier wird ja der Subwooferkanal für die Information der Raumhöhe verwendet. Dieses Signal wird von ein oder zwei Lautsprechern über den Köpfen der Zuhörer abgestrahlt.

KOCH: Es gab viele Abhandlungen darüber, wieviele Kanäle und welche Konstellationen es braucht, um einen Raum optimal abbilden zu können. Aber ein wesentlicher Bestandteil einer Mehrkanalaufnahme ist doch die Höhe.

AVGUIDE: SACD startete in Stereo und kam erst später mehrkanalig. War dies eine Folge der mehrkanaligen DVD-Audio?

KOCH: Die SACD war von Anfang an als Mehrkanalformat definiert. Die ISC (International Steering Committee), das Gremium aller grossen Record Labels, hat 1991 die "Bibel" für das nächste System nach der CD festgelegt. Unter den 14 Punkten waren Hybrid-Disc, Sechskanal etc. Sony und Philips haben sich zusammengetan, haben die 14 Punkte genau angeschaut und versucht, diese zu beantworten. Das größte Problem dabei war die Hybrid Disc. Philips hat die Hybrid Discs mehr oder weniger im Alleingang entwickelt und bewiesen, dass sie machbar ist.

Die Sony Corp. wird in Japan stark von Sony Music Japan getrieben. Was Sony Music sagt, ist Gesetz.

In Japan ist der Markt für Mehrkanal wahrscheinlich wegen den kleinen Räumlichkeiten nicht so groß. Deshalb unterstützte Sony Japan das Mehrkanalformat weniger als Philips. So ist eine Diskrepanz zwischen Sony und Philips entstanden.

Philips sah den Erfolg vor allem mehrkanalig. Und deshalb startete Sony mit Stereo-SACD-Spielern und Philips etwas später mit einem Mehrkanalplayer

**2-Kanal-Stereo**

**Multi- Channel**



Sony:

„SACD - digitale Technik mit analogem Hörerlebnis - bietet eine weitere Stufe auf dem Weg zum vollkommen naturgetreuen Klang:

SACD-Multichannel transportiert den Raumeindruck eines Konzertsalles in das eigene Wohnzimmer.



### SACD vs. DVD-A

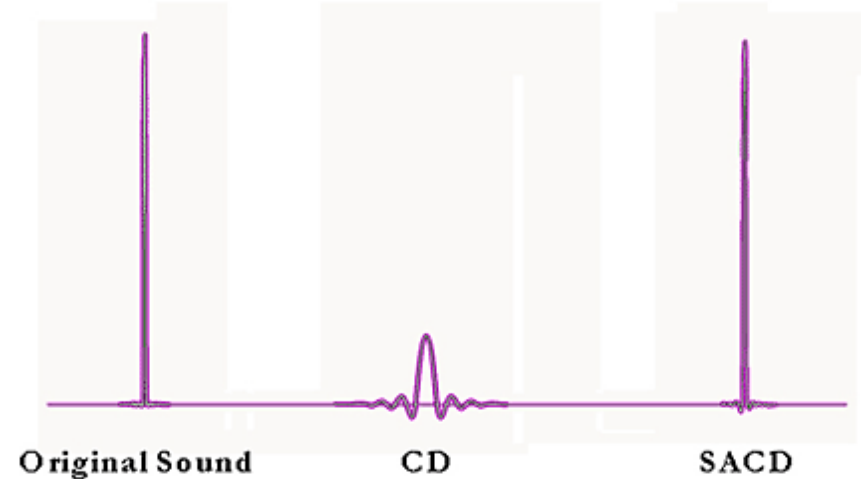
„Artegra has also followed the development of DVD-A recording technology. Our original plan was to release on both formats. But, though we have purchased state-of-the-art DVD-A players and recordings, we find that DVD-A recordings are not as satisfying to listen to as SACD recordings. Recordings made at 24 bit 96 kHz are certainly better than CD, but don't reveal details of timbre, space and dynamics as well as SACD. DVD-A programs made at 24 bit, 192 kHz resolution are nearly as good as SACD programs. But the current DVD-A spec does not allow both 2 channel and multichannel programs in 24/192 resolution.”

### „Musik für Fledermäuse?“

AVGUIDE: Wie wichtig ist denn der erweiterte Frequenzbereich?

KOCH: Da werden wir nicht mehr wissenschaftlich, denn das ist eher Glaubenssache. Ich brauche immer wieder folgendes Beispiel: Der Mensch ist wie ein Tier, das eine Gefahr nahen hört. Tritt zum Beispiel ein Löwe auf einen trockenen Ast, so nimmt der Mensch dieses kurzzeitige Knacken sehr intensiv als Gefahr wahr. Wir hören rasch ansteigende Impulse besser als langanhaltende hohe Frequenzen, die uns keine Gefahr melden. In der Musik hat es sehr viele Impulse mit kurzen Anstiegszeiten. Das ist so meine Theorie, weshalb man Dinge hört, die sich oberhalb 20 kHz abspielen.

## Super Audio CD is more faithful to the original sound.



**Short, loud pulses are very difficult to reproduce. This chart shows that SACD can reproduce these difficult sounds much more accurately than CD.**



**Quellen** oder

**Ein großes Dankeschön an das Internet und die Leute, die weltweit Daten zur Verfügung stellen!!**

[www.alexemde.de](http://www.alexemde.de)

[www.amazon.co.uk](http://www.amazon.co.uk)

[www.artegra.org](http://www.artegra.org)

[www.audiophiles-hifi.de](http://www.audiophiles-hifi.de)

[www.avguide.com](http://www.avguide.com)

[www.diskidee.nl](http://www.diskidee.nl)

[www.dolby.com](http://www.dolby.com)

[www.electronic-daten.de](http://www.electronic-daten.de)

[www.FL-electronic.de](http://www.FL-electronic.de)

[www.lexikon.burosch.de](http://www.lexikon.burosch.de)

[www.motionlink.com.au](http://www.motionlink.com.au)

[www.mp3-world.net](http://www.mp3-world.net)

[www.philips.de](http://www.philips.de)

[www.sony.de](http://www.sony.de)

[www.universal-sacd.de](http://www.universal-sacd.de)