

---

## auflösung

---

die auflösung bestimmt die dynamische präzision eines tons, d.h. die anzahl der werte, die ein ton annehmen kann. die auflösung wird in *bit* ausgedrückt. je höher die dynamik ist, desto besser sind die klangvariationen wahrnehmbar und desto mehr fülle hat der ton. ein paar beispiele: bei 8-bit kann ein ton 256 verschiedene werte haben, bei 16-bit sind es 65'536 werte, bei 24-bit sind schon 16'777'200.

---

## abtastung / sampling

---

die abtastung eines audiosignals besteht darin, in regelmässigen intervallen ( welche durch die ermittelte abtaste rate fixiert werden ) die amplitude eines signals zu messen. die abtaste rate gibt bei digitalen aufnahmen an, mit welcher häufigkeit das analoge signal abgegriffen und in digitale signale umgewandelt wird. sie ist in khz ( kilohertz ) ausgedrückt. je höher die frequenz ist, desto originalgetreuer und genauer wird die tonübertragung sein. in cd-qualität ( 44,1 khz ) werden jede sekunde 44'100 samples entnommen. in hi-res audio kann diese samplingfrequenz z.b. 192 khz oder mehr erreichen.

---

## cd-qualität / hi-res-qualität

---

seit ihrer entstehung vor mehr als 30 jahren ist die cd auf die qualität 16 bit / 44,1 khz beschränkt. es handelt sich dabei um einen kompromiss zwischen dem wunsch nach klangqualität und der optimierung des dazu benötigten speicherplatzes. aktuelle entwicklungen im elektronischen und digitalen bereich haben diesen kompromiss überwunden. hi-res audio übertrifft messtechnisch bei weitem die qualität der cd. mit einer abtaste rate von z.b. 192 khz und einer auflösung von 24 bit entspricht der klang dem ergebnis aus dem aufnahmestudio, er ist präziser und vor allem authentischer. ein kurzer vergleich : mp3 (komprimierung mit verlust), cd ( komprimierung ohne verlust ), hi-res audio ( hohe auflösung und abtaste rate ).

es ist möglich, cd's auch als völlig unkomprimierte dateien zu rippen, also die daten auf der disc direkt zu kopieren. windows-rechner speichern sie als wav-dateien ( waveform-audio-file-format ), auf dem mac werden sie als aiff-dateien ( audio-interchange-file-format ) gespeichert. wav-dateien haben allerdings den nachteil, dass die titelinformationen standardmässig nicht gespeichert werden – ein grund, warum flac wesentlich praktischer ist. der andere grund: flac-dateien sind erheblich kleiner als wavs. manche studio-master-labels bieten musik sowohl im wav- als auch im flac-format an.

---

## dsd

---

direct stream digital ( dsd ) verwendet eine anders geartete kodierung. statt größerer bit-tiefe wird nur *ein bit* verwendet, dafür aber eine erheblich höhere abtastfrequenz für aufnahme, speicherung und wiedergabe in extrem hoher klangqualität. bei seiner ursprünglichen entwicklung kam eine abtaste rate von 2,822 mhz zum einsatz. dieses format nennt man dsd64 ( 64-faches sampling im vergleich zur cd ). in jüngerer zeit wurden noch deutlich höhere raten entwickelt: dsd128 und dsd256. es gibt sogar das format dsd512, das jetzt in einigen studios verwendet wird. dsd64 und dsd128-dateien können auf einem über eine asynchrone usb-verbindung an das system angeschlossenen computer mit einem software-player wiedergegeben werden.

---

## hochauflösende audio-formate

---

es gibt eine reihe von hra-formaten. gutes hra-equipment sollte möglichst viele davon unterstützen. musik in cd-qualität ist ebenfalls in zahlreichen formaten verfügbar. hier eine übersicht über die gängigen formate, die sowohl für verlustfreie musik in cd-qualität als auch für hi-res-audio-formate zum einsatz kommen.

---

## flac: studio-master-klangqualität ( 24-bit ) und cd-qualität ( 16-bit )

---

die meisten online erhältlichen musikdateien (sowohl in hi-res als auch in cd-qualität) liegen im flac-format vor: *free lossless audio* codec ( das format ist frei, nicht die musik! ). 24-bit-flac-dateien gibt es normalerweise in versionen mit 96 und 192 khz. einige alben haben aber auch das format 24-bit/44,1 khz oder 24-bit/48 khz. die version mit 24-bit/192 khz entspricht dem qualitativ hochwertigsten allgemein erhältlichen format und ist mit einem studio-master-format vergleichbar.

anders als bei dem mp3-format, das auf kosten der qualität die dateigröße reduziert, arbeitet flac verlustfrei, ganz wie eine zip-datei für computer. es wird während der wiedergabe dekomprimiert und liefert genau dieselben daten, die vor der komprimierung vorhanden waren.

apple hat ein eigenes verlustfreies format: apple lossless ( alac ) funktioniert wie flac, ist aber mit itunes kompatibel. manche plattenfirmen, die studio-master-downloads anbieten, stellen diese sowohl im flac- als auch im alac-format zur verfügung. ein weiterer vorteil dieser beiden formate besteht darin, dass sie informationen über die musik in form von metadaten enthalten. darin sind künstler, albumtitel, name und nummer der einzelnen stücke, musikgenre, komponist, katalognummer usw. enthalten.

diese daten werden in jeder studio-master- oder anderen hi res audio-datei kodiert, die man online kaufen kann. bei gerippten cd`s fordert die entsprechende software diese daten aus einer datenbank im internet an und speichert alle informationen. sie können diese daten auch bearbeiten oder manuell eingeben.

### analog vs. digital

---

in einem analogen signal repräsentiert die veränderliche elektrische spannung des signals die akustische wellenform. der augenblickswert kann stufenlos jeden wert zwischen minimum und maximum einnehmen. im gegensatz dazu: digitales signal, bei dem nullen und einsen die audioinformation abbilden, d.h. eine "eckigere" wellenform darstellen. man kann sie allerdings auch sehr fein und in hoher qualität erzeugen und reproduzieren.

### analog digital converter ( adc ) / digital analog converter ( dac )

---

ein elektronischer schaltkreis, der analoge in digitale signale wandelt ( adc ). alle audio-receiver oder audio-controller besitzen a/d-wandler, um analoge eingangssignale auf die digitale ebene zur weiterverarbeitung zu bringen. umgekehrt sind digital/analog-wandler üblicherweise eine chipgebundene elektronische schaltung, die digital codierte audiosignale in analoge signale verwandelt. cd-player oder musikserver z.b. besitzen d/a-wandler. es gibt auch externe, teilweise hochkarätige stand-alone d/a-wandler als eigenes gerät ( dac ).

### streaming

---

das streaming ( englisch "stream" / strom, fluss ) ist eine wiedergabeform, die einen erleichterten zugang zur musik mit einem abonnement für unbegrenzte musik ermöglicht. das streaming erlaubt zur gleichen zeit die wiedergabe eines titels und das herunterladen von dem server, auf dem er sich befindet. der musiktitel ist während der wiedergabe auf dem gerät gespeichert, kann aber für eine spätere wiedergabe lokal gespeichert werden und dann ohne internetverbindung wiedergegeben werden. musikstreamingdienste in hi-res qualität sind z.b. qobuz, tidal, soundcloud, deezer, spotify, apple music.

### download

---

der download ist eine wiedergabeform, die auf einem gesonderten einkauf basiert. dieser ermöglicht die wahl eines formats, das am besten zu ihren wünschen passt, sowie der besitz der erworbenen datei. manche nichtkomprimierte und grosse formate sind für diese wiedergabeform geeigneter. manche künstler bevorzugen es, ihre musik ausschliesslich über diese form anzubieten.

### musik und klangqualität

---

der zugriff auf musik ist heute mit hilfe von digitalen medien, internet und streaming noch nie so einfach gewesen. der übergang von der analogen zur digitalen musik ist allerdings nicht spurlos passiert. die audio-komprimierung und die mp3-formate haben der musik für eine beträchtliche zeit ihre lebendigkeit und atmosphäre genommen. auch die emotionen die eine lp-langspielplatte zu vermitteln in stande wahr, verschwanden. als antwort auf diese globale verschlechterung der musikwiedergabe, entstanden sukzessive verbesserungen der digitalen qualität sowohl als software ( musikdateien ) als auch als hardware ( audio geräte ). heute koexistiert die analoge und die digitale welt in einer art, die das musikerlebnis fördern. es wurden auch neue chancen wahrgenommen, die klangqualität durch digitale musik auf ein audiophiles niveau zu heben. die musik respektieren heisst auch den klang und seine reproduktion respektieren.