

# AUDIOSIGNALE

## DEFINITION AUDIOSIGNALE

Ein Audiosignal, auch Tonsignal genannt, ist ein elektrisches Signal, das akustische Informationen transportiert. Bei vielen Geräten der Unterhaltungselektronik wird die Bezeichnung Audiosignal auch zur Abgrenzung vom Videosignal verwendet.

Die Verarbeitung von Audiosignalen und die Umwandlung zwischen Schall und Audiosignalen (Mikrofonsignal) sind Gegenstand der Tontechnik und der Signalverarbeitung.

## FREQUENZBEREICH VON AUDIOSIGNALEN

- Ist an den menschlichen Hörbereich angelehnt (ca. 20 Hz – 20 kHz)
- Um hörbare Beeinflussungen des Signals nahe der beiden Grenzfrequenzen zu vermeiden werden hohe Ansprüche in der HiFi- und Studioteknik verwendet. Auch allgemeine Anwendungen, Geräte und Speichermedien haben hohe Ansprüche (z.B. Tieraufnahmen, Ultraschall, Super Audio CD, DVD-Audio)

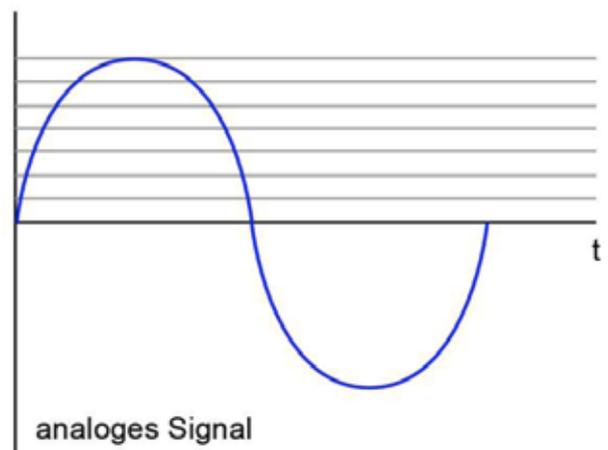
## BEISPIELE (SIGNALE)

Musikkassetten	50 Hz bis 12 kHz
professionelle Tonbänder	15 Hz bis 18 kHz
Compact Disc	0 Hz bis 22,05 kHz
Bühnenmikrofon	35 Hz bis 15 kHz
HiFi-Verstärker	10 Hz bis 30 kHz
Ultraschallmikrofon	1 kHz bis 150 kHz

## DIGITALE & ANALOGE AUDIOSIGNALE

### Analoges Audiosignal (Niederfrequenzbereich | 20 Hz bis 20 kHz)

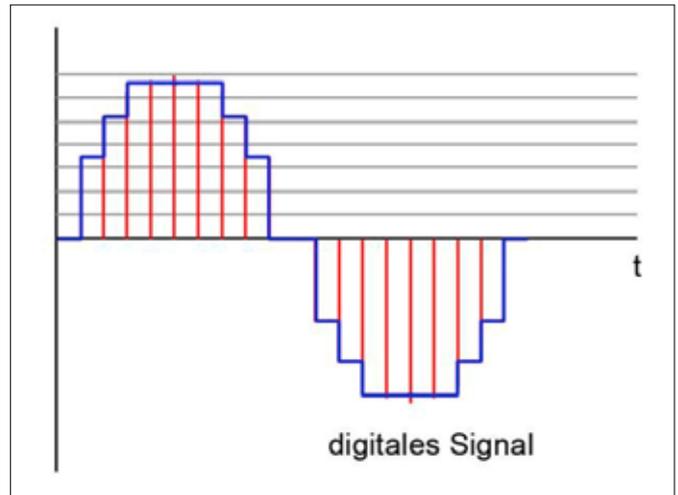
- Ist eine Welle
- Analoges Signal ist das eigentliche Stromsignal, deswegen auch sehr genau
- Störanfällig
- Es werden sich kontinuierlich ändernde Spannungen übertragen
- Jeder Punkt auf der Kurve hat einen Zahlenwert
- Radio oder Funk sind analog übertragene Signale
- Durch Außeneinflüsse und Störungen entsteht ein Grundrauschen
- Spannung ist analog zur Luftdruckänderung



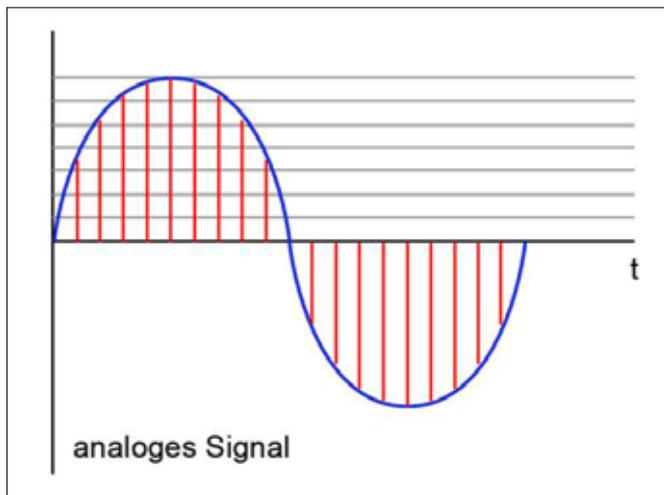
## DIGITALE & ANALOGE AUDIOSIGNALE

### Digitales Audiosignal (Hochfrequenzbereich | bis zu 2,8 MHz)

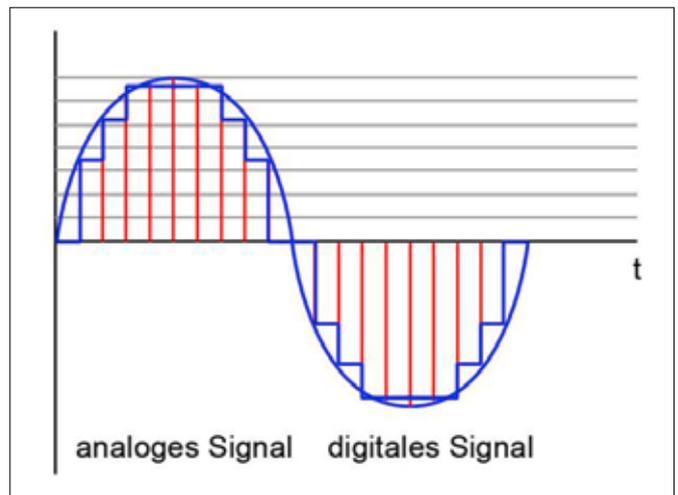
- Originales Signal ist immer analog und wird erst dann digitalisiert
- Zur Digitalisierung wird eine Abtastung definiert, die das Signal daraufhin abtastet
- Bei der Abtastung werden Werte auf- oder abgerundet
- Es entsteht eine Treppenform
- Bei der digitalen Übertragung werden nur Zahlenwerte (Binärsystem 0en und 1en) übertragen, die den Spannungen (analoges Signal) entsprechen
- Das digitale Signal ist nicht so Störanfällig wie das analoge Signal zuvor
- Samplingrate bestimmt die Häufigkeit von Messungen pro Sekunde
- Bittiefe gibt an mit wie vielen binären Stellen der Spannungswert abgespeichert wird



*Digitales Signal*



*Analoges Signal mit Abtastung*



*Analoges und digitales Signal überlagert zum Vergleich*

## SIGNALSTÄRKE

- Stärke des Signals wird allgemein als Pegel bezeichnet
- Bei analogen Audiosignalen entspricht der Signalpegel direkt der Amplitude der elektrischen Spannung, welcher proportional zum Schalldruck bzw. zur Schallschnelle ist
- Bei digitalen Audiosignalen ist der technische Signalpegel unabhängig von der Lautstärke und wird vom Datenübertragungsgerät bestimmt

## TONSIGNALTYPEN

Gemäß der Psychoakustik\* sind Töne der Sprache und Musik in der häufigsten Fällen komplexe Töne, also Schallsignale, die als Summe mit einer endlichen Zahl sinusförmigen Teiltönen beschrieben werden können.

Man kann drei grobe Unterscheidungen treffen:

- Harmonische komplexe Töne
- Angenähert harmonische komplexe Töne
- Gering harmonische komplexe Töne

### Harmonisch komplexe Töne

- Unterscheidung zwischen rein harmonischen und in-harmonischen komplexen Tönen ist fast unmöglich
- Als harmonisch komplexe Töne werden Töne bezeichnet, die periodisch sind und deren Grundton der, hauptsächlich wahrgenommenen Tonhöhe entspricht
- Weiteres Kriterium kann durch auditive Tonhöhenvergleich mit Sinustörungen verifiziert werden. Dazu zählen fast alle physikalisch erzeugten Töne, Gesangsstimmen und Sprache

### Angenähert harmonisch komplexe Töne

- Töne, deren höhere Frequenzanteile in einem nicht genau ganzzahligen Bezug zur Grundfrequenz stehen
- Weisen einen nicht zu vernachlässigenden Anteil an Inharmonizität auf

### Gering harmonisch komplexe Töne

- Teilfrequenz hebt sich deutlich vom harmonischen Muster ab
- Dazu gehören alle Klänge, welche durch Anschlagen von Glocken, Stäben oder Röhren oder membranartigen Körpern entstehen
- Gebräuchliche Musikinstrumente dieser Art sind z.B. Glockenspiele, Xylophone, Marimbaphone, Pauken und Trommeln
- Frequenzen von Eigenschwingungen (Glocken, Platten, Stäbe, Membranen) stehen nicht von vornherein in einer harmonischen Beziehung zueinander. Deshalb müssen sie durch gezielte Bearbeitung und Formumgebung in ein annähernd harmonisches Verhältnis gebracht werden

\*befasst sich mit der Beschreibung des Zusammenhanges der menschlichen Empfindung von Schall als Hörereignis

# MESSUNG VON AUDIOSIGNALLEN

## Pegel

Für ein Messobjekt können ganz unterschiedliche Pegelmessungen interessant beziehungsweise erforderlich sein. Sie dienen zur Beurteilung der Qualitätskriterien einer Audioübertragungseinheit.

Die wichtigsten sind:

- Ein Eingangspegel, der einen bestimmten Ausgangspegel wie 1 Volt oder 1 Watt erzeugt. Oder auch den Verstärkungsfaktor eins. Die Messobjekt-Verstärkung wird detaillierter weiter unten besprochen.
- Ein Eingangspegel, der eine bestimmte Ausgangsverzerrung erzeugt. Das kann beispielsweise 1 % THD+N sein.
- Ein Pegel, der ein gutes Rauschverhalten mit einer guten Aussteuerungsreserve liefert. Wird oft als Betriebspegel bezeichnet.
- Ein vorgegebener Eingangs- oder Ausgangspegel, der in einem definierten Testdokument angegeben ist.

## Frequenzmessung

Frequenzmessung gibt die Ausgangspegel eines Messobjekts an, wenn es mit verschiedenen Frequenzen eines bekannten Pegels stimuliert wird.

## THD+N (Total Harmonic Distortion + Noise)

Harmonische Gesamtverzerrung in Kombination mit Rauschen.

## Phase

In der Tontechnik werden Phasenmessungen verwendet, um den positiven oder negativen Zeitversatz in einem Zyklus einer periodischen Wellenform wie einer Sinuswelle zu beschreiben, der durch eine Referenzwellenform gemessen wird.

## Übersprechen

Bei Audiosystemen von mehr als einem Kanal ist das Auftauchen des Signals eines Kanals mit einem reduzierten Pegel im Ausgang eines anderen Kanals unerwünscht. Ziel ist vielmehr eine möglichst hohe Kanaltrennung. Diese Signal-Leckage über Kanäle hinweg wird Übersprechen genannt.

## SNR (Signal-to-Noise-Ratio)

Das Signal-Rausch-Verhältnis (Signal-to-Noise-Ratio, SNR) ist ein Maß für die Differenz zwischen Nutz- und Rauschsignal – und damit für die technische Qualität der Signalübertragung. Es ist definiert als das Verhältnis der mittleren Leistung des Nutzsignals zur mittleren Rauschleistung des Störsignals.

## AUDIOFORMATE

### MP3 (MPEG-1 Audio Layer III | .mp3)

MP3 ist wohl das bekannteste und meist verbreitete Audioformat der Welt. Es wurde vor mehr als 20 Jahren zum Standard für Musikdateien im Internet und ist seit 2017 frei verfügbar. Entwickelt wurde MP3 übrigens u.a. vom Fraunhofer-Institut in Deutschland. Rohe Audiodaten werden bei der Umwandlung in MP3-Dateien stark komprimiert, um Speicherplatz zu sparen. Nur was für den Menschen hörbar ist, soll erhalten bleiben. Den Grad der Komprimierung - die sog. Bitrate - kann man einstellen. 192 kBit/s (Kilobit pro Sekunde) entsprechen in etwa CD-Qualität. Bei höheren Bitraten klingen MP3-Dateien für die meisten Menschen verlustfrei. Geringere Bitraten kommen z.B. bei Internetradios zum Einsatz.

Vorteile:

- weit verbreitet
- wird von vielen Abspiel-Geräten unterstützt
- hohe Kompression

Nachteile:

- ggf. hörbarer Qualitätsverlust, vor allem bei kleinen Bitraten

### WAV (RIFF WAVE | .wav)

WAV-Dateien sind unkomprimiert und belegen deshalb viel Speicherplatz. Dafür lassen sie sich bei der Audiobearbeitung gut nutzen und in nahezu jeder Software problemlos bearbeiten.

Eigentlich wurden WAV-Dateien 1991 für Windows-Rechner entwickelt. Sie lassen sich aber auch auf anderen Betriebssystemen abspielen und nutzen.

Vorteile:

- muss beim Bearbeiten nicht kodiert / dekodiert werden

Nachteile:

- sehr große Dateien

### WMA (Windows Media Audio | .wma)

Ursprünglich sollte das Format WMA (Windows Media Audio) mit MP3 konkurrieren, konnte sich aber nicht gleichermaßen durchsetzen. Die Audiodaten werden auch hier komprimiert - möglichst ohne hörbaren Verlust.

Manche Versionen von WMA-Dateien können einen Zertifikatsschlüssel enthalten, um Raubkopien zu verhindern.

Vorteile:

- gute Kompression bei hoher Sound-Qualität

Nachteile:

- kaum verbreitet
- wird nur von wenigen Playern unterstützt

## AAC (Advanced Audio Coding | .aac)

Dieses Audioformat gilt als Nachfolger des MP3-Formats. Die Entwickler haben es beim AAC-Format geschafft, die Speichergröße noch weiter zu verringern und dabei die Sound-Qualität bestmöglich zu erhalten.

Nach und nach kommt das AAC-Verfahren immer häufiger auf Musik-Websites, bei Internetradios und als Tonspur-Format bei Videodateien zum Einsatz.

Vorteile:

- sehr gute Kompression
- kleine Dateien bei hoher Audio-Qualität

Nachteile:

- noch nicht von allen Programmen und Geräten unterstützt

## Ogg (.ogg)

Bei Ogg-Dateien handelt es sich eigentlich um ein Container-Format. Es kann neben komprimiertem Audio auch Video- und Textdaten enthalten. Zudem lassen sich Ogg-Dateien gut als Online-Stream einsetzen. Trotzdem hat sich das Format bei Heimanwendern nie gegen MP3 durchsetzen können.

Vorteile:

- geringe Dateigröße bei guter Klangqualität
- lizenzfrei

Nachteile:

- von vielen Programmen nicht unterstützt
- muss für die Audio-Bearbeitung gewandelt werden

## FLAC (Free Lossless Audio Codec | .flac)

Der Name verrät es schon: Der FLAC-Codec ist frei verfügbar und komprimiert Audio-Dateien ohne jeden Qualitätsverlust. Das Format wird vor allem bei Musik verwendet, die dank FLAC originalgetreu wiedergegeben werden kann. Immer mehr Player unterstützen FLAC-Dateien - manchmal erst mit Hilfe eines Plug-Ins.

Mit dem FLAC-Codec werden Audiodateien rund 30 bis 60 Prozent kleiner. Sie sind damit noch deutlich größer als MP3-Dateien. Dafür kann man sie dekodieren und damit die Original-Daten ohne Verlust wiederherstellen.

Vorteile:

- verlustfrei
- lizenzfrei

Nachteile:

- relativ große Dateien
- nicht von allen Playern nativ unterstützt