

## 6.9 Mikrofonierung

Die Auswahl eines bestimmten Mikrofontyps, einer geeigneten Richtcharakteristik und die genaue Platzierung des Mikrofons im Verhältnis zur Schallquelle für eine konkrete Aufnahmesituation werden als Mikrofonierung bezeichnet. Gesamtklang, Raumeindruck, Störeinflüsse und Qualität der Aufnahme werden hierdurch beeinflusst und können später durch eine Nachbearbeitung kaum mehr korrigiert werden.

Bei naher Mikrofonierung überwiegt der Direktschall und die Schallquelle klingt sehr präsent und nahe, es wird jedoch fast kein Raumeindruck vermittelt. Bei größerem Mikrofonabstand wirkt der Höreindruck natürlicher, die akustischen Eigenschaften des Raumes und atmosphärische Umgebungsgeräusche wirken in die Aufnahme hinein. Bei zu großem Mikrofonabstand kann die Aufnahme diffus, konturlos und indifferent wirken.

### Sprachaufnahmen:

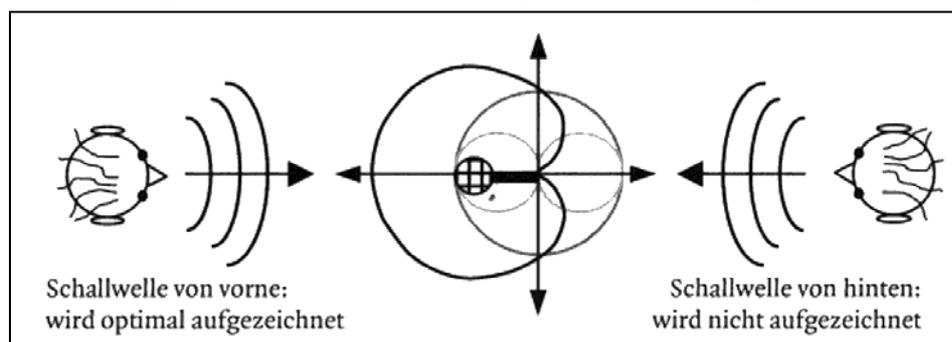
Ein Interview-Mikrofon wird je nach Aufnahmesituation ausgewählt. Eine Kugelcharakteristik eignet sich, wenn neben der Sprache auch die Atmosphäre übertragen werden soll. Druckempfänger sind hierbei weniger wind- und handempfindlich als Richtmikrofone. Die Nierencharakteristik wird für Aufnahmesituationen verwendet, bei denen Nebengeräusche ausgeblendet werden sollen. Das Störgeräusch entscheidet über die Mikrofonhaltung. Eine achtförmige Charakteristik blendet Störgeräusche ebenso gut wie die Niere aus und kann bei zwei Gesprächspartnern gut eingesetzt werden, muss aber fast in Mundhöhe gehalten werden.

Ein Nahbesprechungsmikrofon, das die Tiefenanhebung des Nahbesprechungseffektes elektronisch ausgleicht (Schalterstellung: Sprache), verfälscht die Atmosphäre. Grundsätzlich ist bei Sprachaufnahmen ein Wind- oder Popschutz zu empfehlen. Bei geringem Mikrofonabstand wird die Membrane nicht frontal, sondern zur Vermeidung von Übersteuerungen schräg angesprochen.

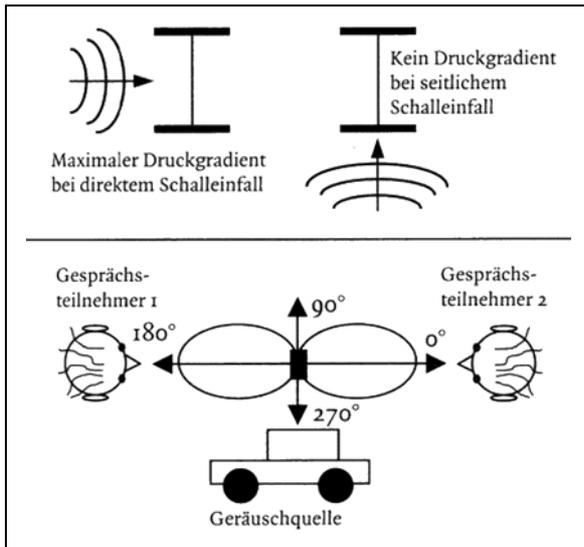
Mikrofonhaltung bei Interviews:



Nierenförmige Richtcharakteristik bei Sprachaufzeichnung:



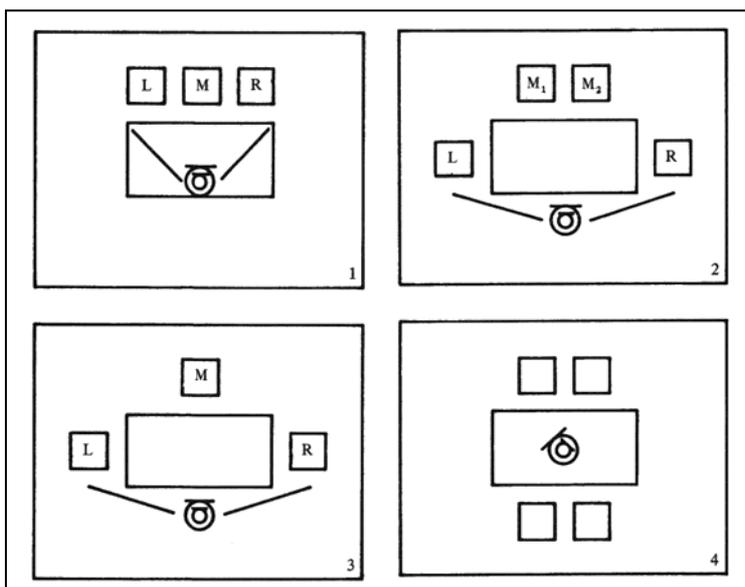
Achtförmige Richtcharakteristik bei Sprachaufzeichnung:



Für die Aufnahme von Gesprächsrunden kommen drei Möglichkeiten in Frage:

- Jeder Gesprächspartner wird über ein Einzelmikrofon aufgenommen, das in der Tonregie durch Panoramapotiometer in seine Abbildungsrichtung eingeordnet wird. Vorteil ist, dass die Mikrofone nur bei Bedarf geöffnet werden müssen. Um in den Gesprächspausen kein akustisches Loch zu erzeugen, muss zusätzlich ein Ruummikrofon aufgestellt werden. Das Verfahren eignet sich vor allem für Monoaufnahmen.
- Eine bessere akustische Atmosphäre wird mit zwei Mikrofonen mit Nierencharakteristik in XY-Aufnahmetechnik erzielt, die je nach Verteilung der Gesprächspartner um  $\pm 45^\circ$  bis  $\pm 90^\circ$  verdreht sind. Für Monoaufnahmen eignen sich zwei um  $90^\circ$  gedrehte achtförmige Richtcharakteristiken, die waagrecht gleich empfindlich sind, aber senkrechten Diffusschall ausblenden.
- Grenzflächenmikrofone auf dem Tisch liefern auch bei dem Mikrofon abgewendetem Sprecher noch gute Ergebnisse.

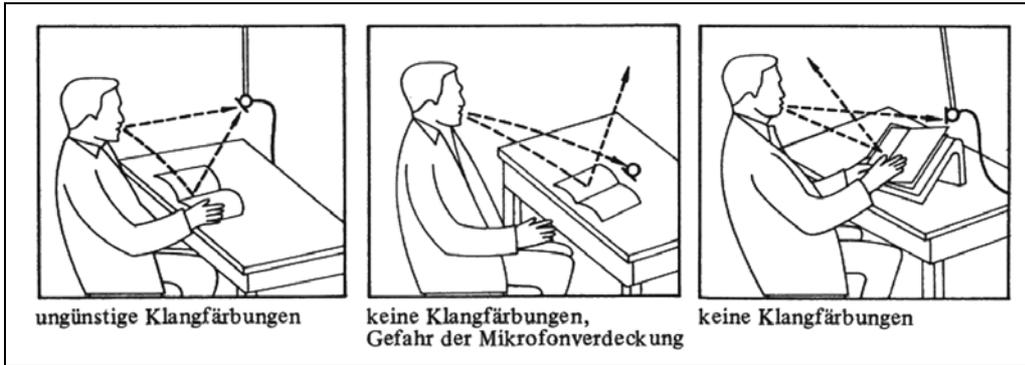
Mikrofonaufstellung bei Gesprächsrunden:



- 1: MS: Acht/Acht oder XY: Acht/Acht unter  $\pm 45^\circ$
- 2: MS: Kugel oder Niere/Acht XY: Niere/Niere unter  $\pm 45^\circ$
- 3: wie 2
- 4: XY: Acht/Acht unter  $90^\circ$  für Mono

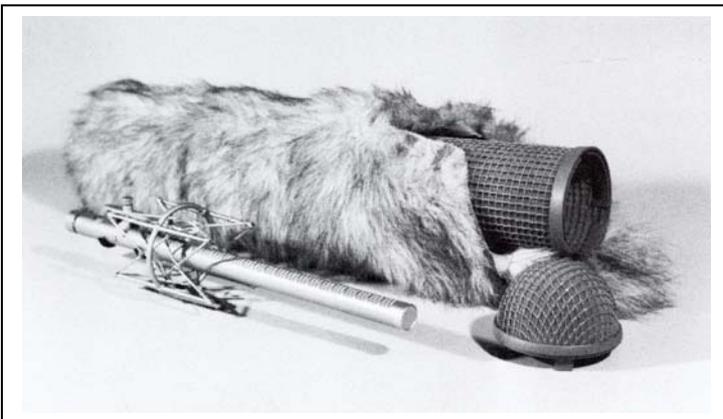
Störende Klangverfärbungen entstehen, wenn das Mikrofon neben dem Direktschall Reflexionen vom Sprechertisch oder Manuskript aufnimmt.

Vermeidung von Klangverfärbungen bei Sprecheraufnahmen:

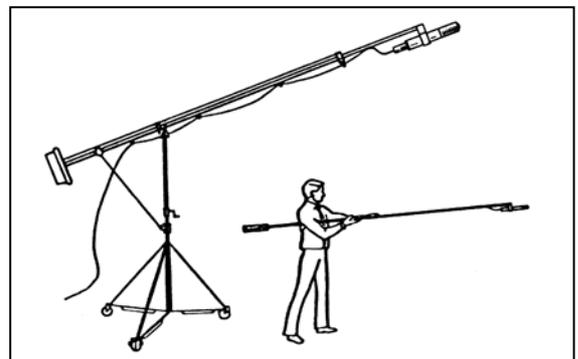


Für Fernsehaufnahmen, bei denen das Mikrofon nicht im Bild sichtbar sein sollte, werden häufig Richtmikrofone verwendet, die mittels einem Mikrofonboom oder einer Mikrofonangel in entsprechender Entfernung über den Sprecher gehalten werden. Dabei werden Störgeräusche weitgehend ausgeblendet, allerdings muss wegen der großen Richtwirkung das Mikrofon immer auf den Akteur gehalten werden. Abweichungen äußern sich gerade bei größeren Entfernungen in Form eines geringeren Sprachpegels. Windgeräusche im Freien werden durch einen Windschutzkorb mit Windschutz (Windjammer, Fellüberzug) vermindert. Weiterhin kann eine verdeckte Mikrofonaufstellung hinter Dekorationsteilen oder Requisiten erfolgen, sofern keine akustische Abschattung entsteht.

Richtmikrofon mit Windschutzkorb und Fellüberzug:



Mikrofonboom und -angel:



### Musikaufnahmen:

Um ein Gesamtbild des Schlagzeugs zu erhalten, werden 2 sog. Overhead-Mikrofone verwendet. Diese werden in einer Höhe von 1,5 m bis 1,8 m über dem Schlagzeug positioniert, so dass die Snare (kleine Trommeln) meist in der Mitte liegen. Je höher die Overheads angebracht sind, desto stärker geht der Aufnahmebereich in das Klangbild ein. Bei kleiner Schlagzeugausstattung reichen bereits die Overheads zur Aufnahme aus.

Bei größerer Ausstattung werden über Einzelmikrofone die verschiedenen Schlagzeuginstrumente noch zusätzlich aufgenommen und im Mischpult zusammen verknüpft. Je nach gewünschten Klangeigenschaften ist hierzu die Mikrofonposition wichtig.

Position von Overheadmikrofonen:



**Snare:**

Das Snare-Mikrofon befindet sich im Abstand von 3 cm bis 10 cm über dem Schlagfell in einem Winkel von etwa 30° bis 45° am Kesselrand. Die HiHat sollte sich im Bereich der höchsten Mikrofondämpfung befinden, weshalb vielfach eine Hyper- oder Supernierenrichtcharakteristik verwendet wird.

Aufnahme Snare:



Mikrofon mit Supernierencharakteristik über einer Snare. Die HiHat-Becken befinden sich im Winkel der geringsten Empfindlichkeit des Mikrofons von 135°. Das Mikrofon über der HiHat ist so ausgerichtet, dass es möglichst wenig von der Snare aufnimmt.

**Toms:**

Das Mikrofon befindet sich am Rand des Schlagfells in 5 – 12 cm Abstand. Es kann aber auch von unten in die Trommel gesteckt werden und liefert so einen von allen anderen Instrumenten abgetrennten sehr trockenen Bass, jedoch mit zu hohem Pegel, so dass dieser durch eine Vor-dämpfung oder im Equalizer reduziert werden muss.

Aufnahme Toms:



**Bassdrum:**

Das Mikrofon kann hier ebenfalls von hinten innerhalb der Trommel mit ca. 10 – 20 cm Abstand zum Schlagfell positioniert sein.

Mikrofon in einer Bassdrum:



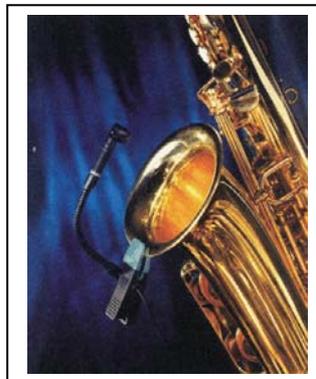
Kanalbelegung eines Mischpultes bei Schlagzeugaufnahmen:

1	2	3	4	5	6	7	8
Bassdrum	Snare oben	Snare unten oder HiHat	Tom 1	Tom 2	Tom 3	Overhead l	Overhead r

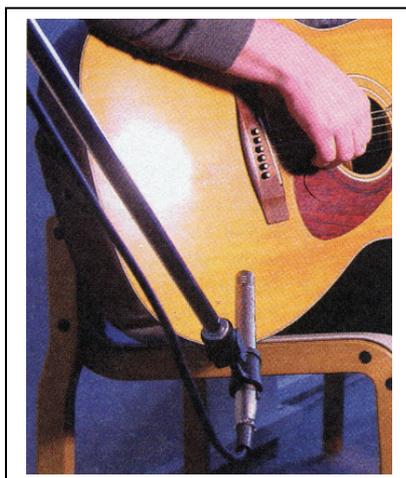
Mikrofonposition **Flügel:**



Mikrofonposition **Saxophon:**



Mikrofonposition **Gitarre:**



Mikrofonposition **Klarinette:**

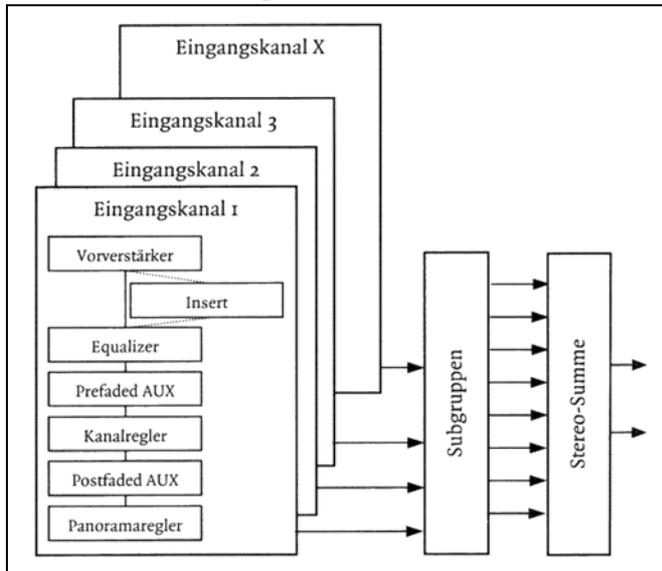


## 7. Tonbearbeitung

### 7.1 Mischpult

Das Mischpult ist die zentrale Schaltstelle in jedem Tonstudio und gehört zu den wichtigsten Werkzeugen im Audiodesign. Die Mikrofonsignale mit ihren verschiedenen Pegel laufen hier zusammen und werden in Klang und Lautstärke aufeinander abgestimmt, nachbearbeitet und schließlich zu Lautsprechern oder Aufnahmegeräten geleitet. Jedes in das Pult eingehende Signal durchläuft zuerst einen Eingangskanal und wird dann zu Subgruppen und der Stereo-Summe weitergeleitet. Mischpulte werden nach der Zahl ihrer Eingangskanäle und Subgruppen eingeteilt. Die Bezeichnung 32/8/2-Mischpult bedeutet 32 Eingangskanäle mit 8 Subgruppen und eine Stereo-Summe.

Aufbau eines Mischpultes:

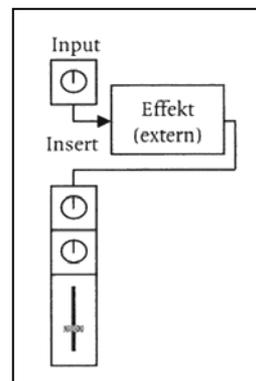


In einem Vorverstärker werden die unterschiedlichen Eingangspegel auf den Pegel des Mischpultes angeglichen. Null Dezibel entsprechen dabei dem genormten Studiowert von 1,55 Volt. Schwache Mikrofonpegel werden dabei besser verstärkt als die hohen Line-Pegel von elektrischen Instrumenten. Die Verstärkung muss so eingestellt werden, dass die maximale Eingangsspannung gerade kein Übersteuern des Mischpultes erzeugt und dennoch ein gutes Signal-/Rausch-Verhältnis erzielt wird. Bei unbekanntem Signal muss eine Aussteuerungsreserve (Headroom) von 12 dB eingehalten werden.

#### Insert:

Über den Kanal-Insert können zusätzliche externe Geräte eingeschleift werden.

Effekteinbindung über den Insertweg eines Mischpultes:



#### Ausspielwege:

Mit Hilfe der zwei bis sechs *Ausspielwege* oder *Sends* (Aux) ist es möglich, einen bestimmten Anteil des Eingangssignals zu einem externen Effektgerät zu leiten.

**Prefaded Sends** befinden sich vor dem Kanalregler, so dass der Pegel des Sendesignals ausschließlich vom Send-Regler bestimmt wird. Sie sind für das Monitoring im Live-Betrieb von Nutzen. Der Spieler hört hierbei das noch unbearbeitete bzw. ein für ihn abgemischtes Signal.

**Postfaded Sends** befinden sich hinter dem Kanalregler und senden daher nur bei nicht ganz zurückgeregeltem Kanalregler (Fader) ein Signal. Der Pegel des Send-Signals wird durch Send- und Kanalregler festgelegt. Wichtige Anwendung ist hier der Einsatz von Effekten wie Hall, Chorus oder Delay. In Gegensatz zur Ansteuerung von Effektgeräten über Insert genügt hier ein Effektgerät für alle Kanäle.

**Kanal-Regler:**

Mit dem Fader wird der Pegel des Einzelsignals im Summensignal im Bereich von  $-90$  dB bis  $+10$  dB bestimmt werden. Mit dem Mute-Knopf kann der Eingangskanal stumm geschaltet werden, mit dem Solo-Knopf werden alle anderen Kanäle unterdrückt.

**Subgruppen:**

Mehrere Schallsignale bilden eine Einheit und werden in gleicher Art klanglich bearbeitet. Subgruppen oder Busse ermöglichen die Zusammenfassung mehrerer Kanäle, welche durch das Signal-Routing festgelegt werden. Häufig werden zwei Busse zu einem Stereopaar zusammengefasst. In diesem Fall bestimmt der Panorama-Regler, auf welchen Bus des Paares das Eingangssignal mit welchem Pegel geleitet wird.

Ein Einsatzgebiet von Subgruppen ist z. B. die Mischung von Drum-Sets. Die mit verschiedenen Mikrofonen abgenommenen Eingangskanäle des Schlagzeugs werden mit dem entsprechenden Pegel und der richtigen Position im Stereopanorama innerhalb des Drum-Sets festgelegt und auf ein Subgruppenpaar geroutet. Die Lautstärke des Schlagzeugs kann nun einfach mit den Stereo-Subgruppenreglern festgelegt werden.

**Panorama-Regler:**

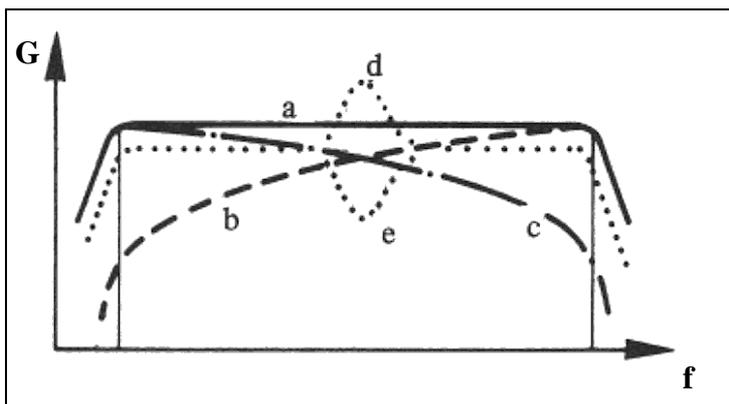
Mit dem Panorama-Regler kann die Position des Signals in der Stereobasis festgelegt werden. Dabei wird ausschließlich ein Pegelunterschied zwischen beiden Summenkanälen erzeugt und Laufzeitunterschiede bleiben unberücksichtigt.

**7.2 Equalizer**

Der Equalizer wird auch als Entzerrer bezeichnet und setzt sich aus mehreren Filtern zusammen, mit denen das Spektrum des Eingangssignals beeinflusst werden kann. Er wird einerseits dazu verwendet, um bekannte lineare Verzerrungen des akustischen Übertragungskette (Mikrofonfrequenzgang, Lautsprecherfrequenzgang, Raumübertragungsfunktion) zu korrigieren und stellt andererseits ein wichtiges Werkzeug zur kreativen Klanggestaltung dar.

Einige Mischpulte bieten zusätzlich die Möglichkeit, ein Hochpass- bzw. Low-Cut-Filter mit einer Grenzfrequenz von meist  $75$  Hz in den Kanalzug einzuschalten, um tieffrequente Störungen wie Trittschall, Wind- und Popgeräusche und Brummen abzusenken.

Verlauf von Frequenzgängen:



- a, linearer Frequenzgang,
- b, Abfall zu tiefen Frequenzen
- c, Abfall zu hohen Frequenzen
- d, resonanzartige Überhöhung: Präsenz
- e, resonanzartige Absenkung: Absenz

Das Übertragungsmaß  $G$  eines Übertragungssystems ist definiert als:

$$G = 20 \log \frac{U_a}{U_e} \text{ dB}$$

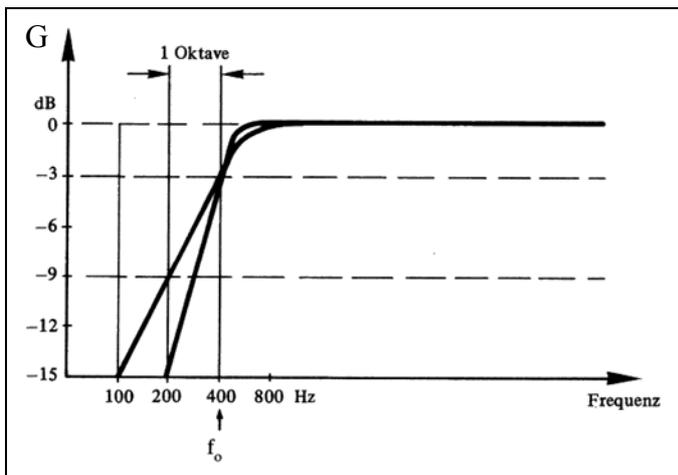
Der Übertragungsbereich beim Rundfunk liegt zwischen 40 Hz und 15 kHz. Das ARD-Pflichtenheft fordert bei 15 Hz eine Dämpfung von mehr als 12 dB. Oberhalb von 15 kHz soll das Signal so abfallen, dass bei 40 kHz eine Dämpfung von mindestens 20 dB erreicht wird.

### 7.2.1 Parametrischer Equalizer

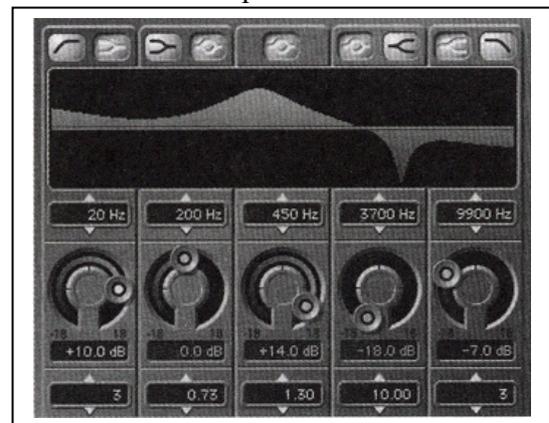
Ein wichtiges Kriterium von Equalizern ist die Anzahl der Filter bzw. die Anzahl der zu bearbeitenden Frequenzbänder. Je nach Anzahl der Frequenzbereiche gibt es 2-, 3- oder 4-Band-Equalizer. Jedes Frequenzband kann um mindestens  $\pm 15$  dB bzw. bei höherwertigen Geräten um  $\pm 18$  dB oder  $\pm 24$  dB Pegel verändert werden. Kann für jedes Frequenzband neben dem Verstärkungsfaktor auch die Mittenfrequenz eingestellt werden, so handelt es sich um einen semiparametrischen Equalizer. Kann auch der Q-Faktor bzw. die Güte des Filters, also die Breite des zu beeinflussenden Frequenzbandes, gewählt werden, handelt es sich um einen vollparametrischen Equalizer.

Bei Absenkung der tiefen Frequenzen muss im Signalpfad ein Hochpass eingefügt sein. Als Grenzfrequenz  $f_0$  (cut off frequency) wird bei Filtern immer die -3-dB-Grenze angegeben.

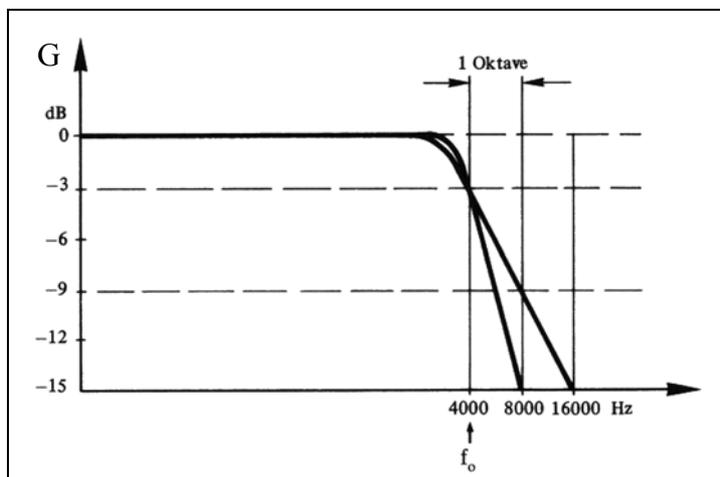
Hochpass (Tiefenentzerrer) mit Flankensteilheiten von 6 und 12 dB/Oktave:



Parametrischer Equalizer:

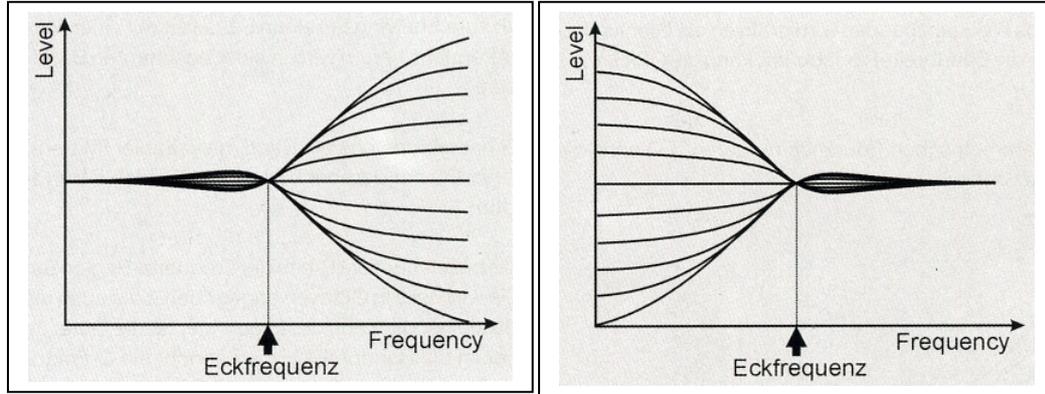


Tiefpass (Höhenentzerrer) mit Flankensteilheiten von 6 und 12 dB/Oktave:

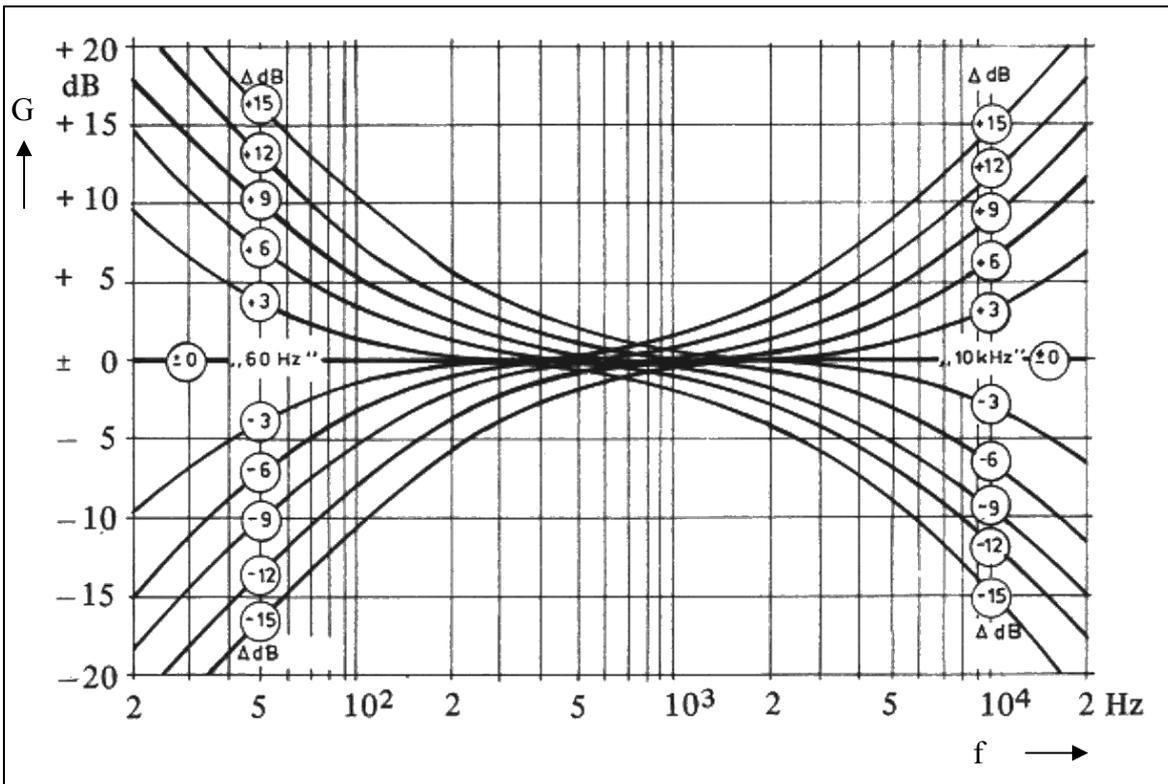


Wird die Grenzfrequenz fest eingestellt und kann nur die Verstärkung (Boost) bzw. Absenkung (Cut) in Dezibel variiert werden, spricht man vom sog. **Shelving Equalizer**. Höhen und Tiefen werden in den meisten Mischpult-EQs als Randbänder bezeichnet, weil sie das untere und obere Ende der zur Verfügung stehenden Frequenzbänder darstellen. Die Eckfrequenzen liegen bei den Tiefen bei 60, 80, 100 oder 120 Hz, bei den Höhen bei 8, 10, 12 oder 15 kHz.

Frequenzgang eines Shelving Equalizers für die Höhen bzw. Tiefen mit Anhebungen und Absenkungen oberhalb bzw. unterhalb der Eckfrequenz:

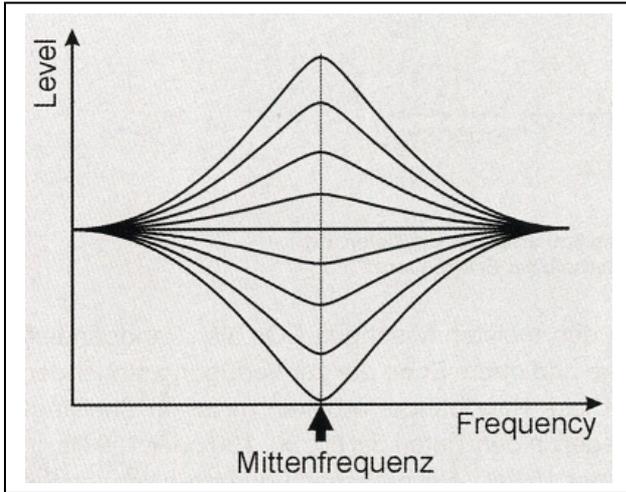


Höhen-/Tiefenentzerrer mit den Eckfrequenzen 60 Hz und 10 kHz mit Anhebungen und Absenkungen in 3-dB-Schritten bis  $\pm 15$  dB:



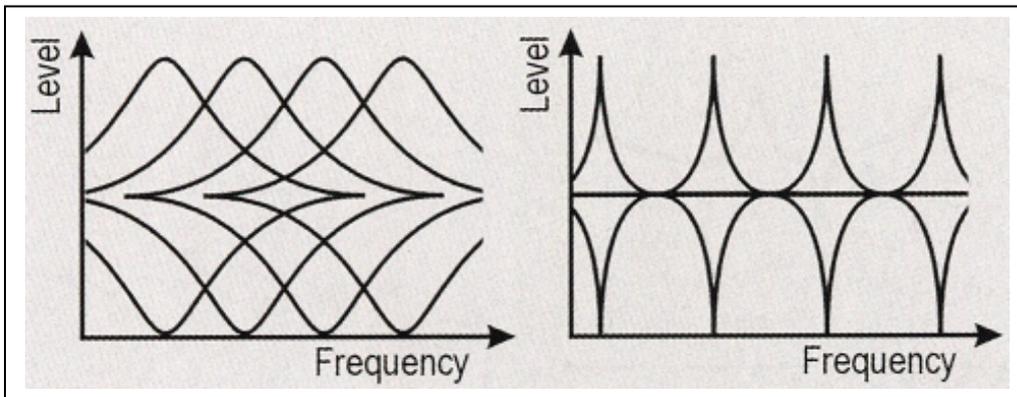
Mit einem **Präsenzfilter** oder Bandpass kann der Frequenzgang in einem wählbaren Bereich resonanzartig überhört werden. Das **Absenzfilter** oder die Bandsperre schafft spiegelbildlich dazu eine Pegelabsenkung in einem bestimmten Frequenzbereich. Mit dem Begriff Präsenzfilter ist die Absenzfunktion eingeschlossen. Im Unterschied zum Shelving EQ nennt man diese Equalizer mit einer variablen Mittenfrequenz und variabler Bandbreite **Peak-EQ**. Der Inhalt des angehobenen bzw. abgesenkten Frequenzgangs wird graphisch als Glocke (Bell) dargestellt.

Frequenzgang eines Peak-EQ:



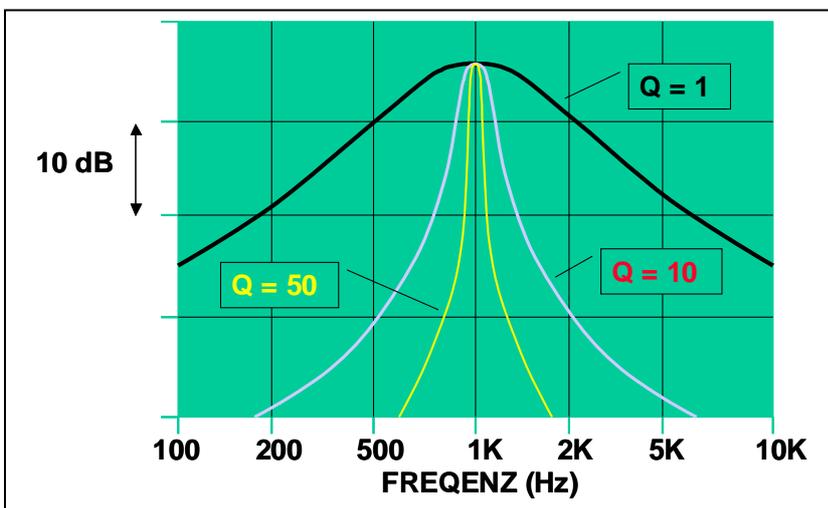
Es werden nur Frequenzen angehoben bzw. abgesenkt, die innerhalb einer Glocke liegen.

Peak-EQ: Anhebungen/Absenkungen und die Bandbreite bleiben jeweils gleich, die Mittenfrequenz wird verschoben.

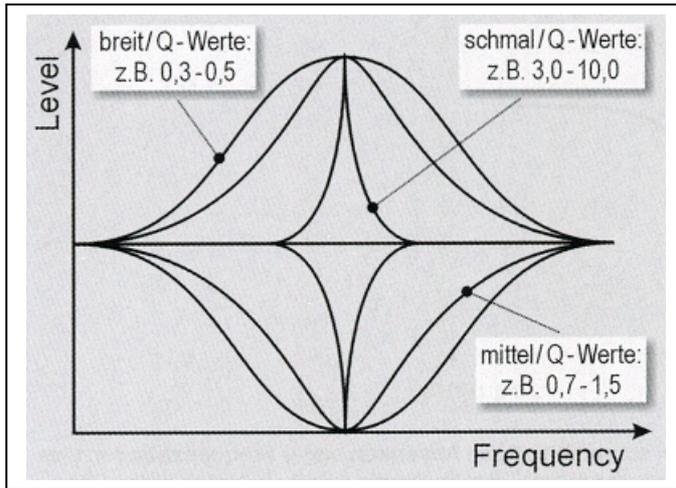


Der Q-Faktor oder die Güte bezeichnet die Breite der Frequenzregion um eine Mittenfrequenz herum. Sie wird entweder in Oktaven angegeben oder auch als Zahl (0,5 – 0,7 – 1 – 1,5 – 2,0). Je kleiner die Zahl, desto geringer ist die Güte. Je geringer die Güte, desto größer die Bandbreite. Ein Q-Faktor von 1,0 entspricht einer Bandbreite von 1 Oktave (-3-dB-Werte). Ein Q-Faktor von 0,5 ergibt ca. 2 Oktaven. Ein Q-Faktor von 2,0 bedeutet ungefähr eine halbe Oktave Bandbreite. Der Kehrwert der Güte ergibt die Dämpfung eines Übertragungssystems. Je höher die Güte, desto geringer ist daher die Dämpfung, was zu „Überschwingern“ führt.

Unterschiedliche Güte eines Bandpasses:



Unterschiedliche Güte:

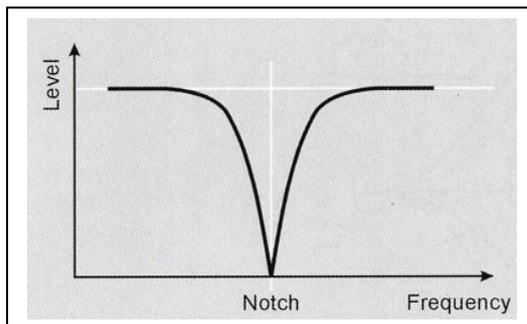


Konstante Pegelanhebung bzw. Absenkung, aber unterschiedliche Bandbreite.

Unter *Sweep-EQ* versteht man einen halbparametrischen, durchstimmbaren Equalizer ohne die Möglichkeit, die Bandbreite zu variieren. Der Q-Faktor liegt bei 0,75 bis 1.

Ein *Notch-Filter* (Kerbfilter) ist ein parametrischer EQ mit geringer Bandbreite und einer starken Absenkung. Sein Einsatzbereich ist die Verhinderung einer Rückkopplung bei Beschallungssystemen.

Notch-Filter:



### 7.2.2 Graphischer Equalizer

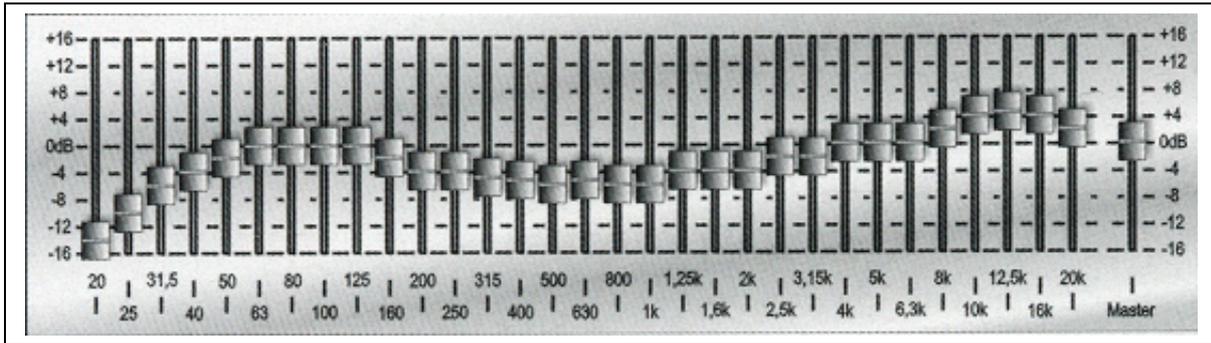
Graphische Equalizer bestehen aus bis zu 31 Filterbänken parallel geschalteter Präsenz-/Absenzfilter mit fester Mittenfrequenz und festen Filterbreiten. Verändert wird nur die Verstärkung bzw. Dämpfung der einzelnen Filter. Die Stellglieder (Fader) sind dB-lineare Schieberegler mit  $\pm 12$  oder  $\pm 15$  dB Regelbereich. Sie bieten nebeneinander angeordnet ein anschauliches Bild von der eingestellten Filterkurve. Filterbreite und Flankensteilheit sind so aufeinander abgestimmt, dass jeweils zwei nebeneinander liegende Filter bei gleicher Einstellung einen linearen Frequenzgang in diesem Bereich abgeben.

Die relative Filterbreite ist für alle Einzelfilter dieselbe, das Verhältnis oberer zu unterer Grenzfrequenz ist konstant, also dasselbe Intervall. Als Grenzfrequenz gelten die -3-dB-Werte bezogen auf den Pegel der Mittenfrequenz  $f_M$ . Übliche Filterbandbreiten sind Terzen oder Oktaven.

$$f_M = \sqrt{f_u \cdot f_o}$$

Bevorzugter Einsatzbereich ist die Korrektur von Beschallungsanlagen und der Raumübertragungsfunktion.

Graphischer Equalizer mit 31 Frequenzbändern:



### 7.2.3 Dynamischer Equalizer

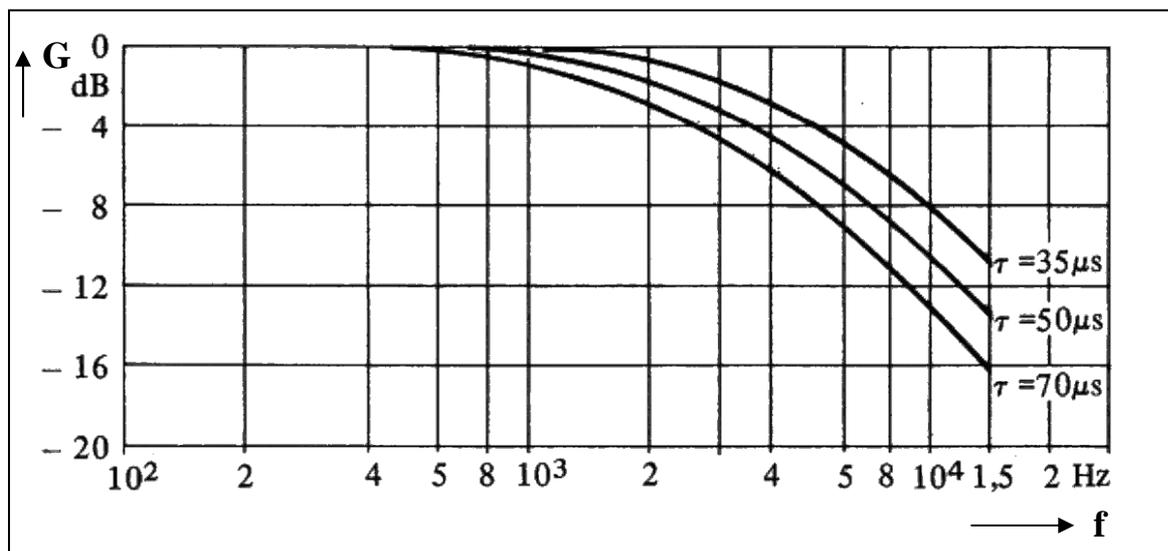
Beim regulären Equalizer sind die Einstellungen stationär, d.h. die Frequenzgangveränderung ist unabhängig vom gerade vorhandenen Pegel und der momentanen spektralen Zusammensetzung des Musiksignals, ihrem Obertonanteil, Brumm- oder Rauschanteil. Dynamische Equalizer analysieren dagegen ständig die Zusammensetzung des Signals in bestimmten Frequenzbändern. Ein **Denoiser** z.B. misst fortlaufend den Energieanteil der Höhen. Sinkt der Höhenanteil unter ein festgelegtes Maß, so dass u. U. nur noch Rauschen vorhanden ist, regelt der Denoiser die Höhen automatisch herunter. Ebenso wird bei geringen Bassanteilen nur noch ein Brummen übrig bleiben, so dass der dynamische EQ dieses Frequenzband automatisch absenkt.

Dynamische EQ mit mehreren Bändern werden unter Bezeichnungen wie Multiband Denoiser oder Dynamic Band Filter angeboten.

Ein **De-Esser** oder **Filterbegrenzer** wird dort eingesetzt, wo die Gefahr besteht, dass hohe Frequenzen übersteuern. Dies kann bei Nahaufnahmen mit hohen Frequenzkomponenten der Zischlaute vorkommen. Der Filterbegrenzer wirkt nur auf hohe Frequenzkomponenten. Er erlaubt eine programmspezifische Einstellung der Ansprech- und Rücklaufzeit (attack und release) und die Einstellung der Dämpfung hoher Frequenzen. Die Frequenz, oberhalb der der Begrenzer wirksam ist, kann ebenfalls eingestellt werden.

Frequenzgang eines DeEssers oder Filterbegrenzers:

Herabsetzung der Aussteuerungsgrenze bei Magnetbandgeräten (38 cm/s  $\equiv$  35  $\mu$ s, 19 cm/s  $\equiv$  70  $\mu$ s) und UKW-Sendern (50  $\mu$ s).



## 7.2.4 Equalizereinstellungen

Prinzipiell sollten Frequenzveränderungen des Signals mit Hilfe eines Equalizers nur in Maßen durchgeführt werden, da die Gefahr der Klangverfälschung sehr groß ist und je nach Qualität des Equalizers auch entsprechend starke Phasenveränderungen im Signal durchgeführt werden.

Frequenz:	leichte Pegelanhebung	starke Anhebung
60-80 Hz:	konkretere Tiefen, Fundament	Dröhnen, Wummern
100-120 Hz:	schwammiges Klangbild	
250-500 Hz:	Wärme, Klangfülle	Matsch
500-2000Hz:	Verständlichkeit	Telefonklang
2-8 kHz:	Präsenz	schneidend, aufdringlich
8-10 kHz:	aggressiv	
12-15 kHz:	luftiger, seidiger Klang	scharf, zischend
Hohe Güte:	eckiger und aggressiver Klang	
Güte 1:	weicher Klang	
Güte 0,3-0,5:	„frequenzorientierte Lautstärkeregelung“, vgl. Isophone	

## 7.3 Dynamik-Bearbeitung

### 7.3.1 Normalizing

Darunter versteht man die nachträgliche Verstärkung des digital aufgenommenen Signals auf Vollaussteuerung, so dass die größte im Signal vorkommende Amplitude gerade nicht verzerrt wird. Es wird dabei aber nicht nur der Pegel des Signals verstärkt, sondern auch das Rauschen. Es kann daher Vollaussteuerung oder aber auch nur ein bestimmter Dezibelwert bzw. Prozentsatz eingestellt werden.

### 7.3.2 Kompressor

Die Lautheit eines Signals hängt nicht vom maximalen Pegel, sondern von seiner Gesamtintensität (Fläche) ab. Schallereignisse mit großer Dynamik, d.h. mit großen Unterschieden zwischen maximaler und minimaler Signalamplitude, werden somit bei gleichem Spitzenpegel leiser wahrgenommen als Signale mit weitgehend konstantem Pegel.

Ein Kompressor oder Begrenzer verringert die Signaldynamik, indem alle Amplituden über einen bestimmten einstellbaren Wert (**Threshold**) um einen einstellbaren Faktor (Kompressionsverhältnis, **Ratio**, 3:1 – 5:1) abgeschwächt werden. Das gesamte Signal wird dann wieder um einen einstellbaren Faktor auf Vollaussteuerung verstärkt.

Eine Verdichtung des Klanges gelingt mit niedrigen Ratio- und Threshold-Werten. Wird der Threshold bei niedrigem Ratio relativ hoch gewählt, so kann ein Schallsignal näherungsweise auf einem konstanten Pegel gehalten werden, um es z. B. besser in einen Mix integrieren zu können. Zur Summensignalbearbeitung ist ein mittlerer Threshold bei geringem Ratio-Wert geeignet.

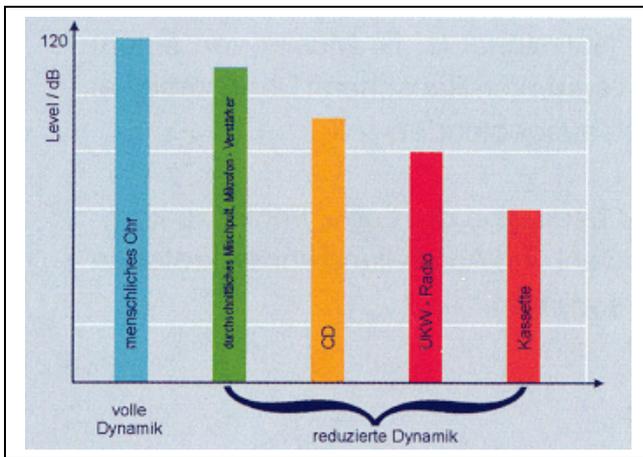
Zwei weitere wichtige Kenngrößen sind die **Attack-** und die **Release-Time**. Wird der Threshold über- bzw. unterschritten, so soll der Kompressor nicht abrupt, sondern innerhalb gewisser Übergangszeiten wirksam werden. Diese Zeiten werden in der Attack-Time für das Überschreiten und in der Release-Time für das Unterschreiten der Grenze eingestellt. Die Einstellungen müssen dem Signal angepasst sein. Falsche Einstellungen führen zu störenden Nebengeräuschen. Bei einer Auto-Funktion werden beide Zeiten automatisch angepasst.

Die menschliche Stimme besitzt eine sehr große Dynamik und kann sich im Zusammenklang mit anderen akustischen Ereignissen oft nur schwer durchsetzen. Daher werden bei vielen Produktionen Sprache und Gesang mit einem Kompressor bearbeitet, um lauter zu wirken. Bei Popmusik wird die Stimme stets komprimiert. Ebenso werden Instrumentalklänge wie Techno-Bass-Sounds oder Bass-Drums stark komprimiert, um ihnen mehr Druck zu verleihen. Klassische Musik hingegen, bei der die Dynamik ein Element der Komposition und Interpretation darstellt, wird kaum komprimiert. Popsongs, Werbespots und Radiojingles müssen sich gegenüber den davor und danach gesendeten Produkten gut durchsetzen können. Beim Mastering werden daher die fertigen Produktionen komprimiert.

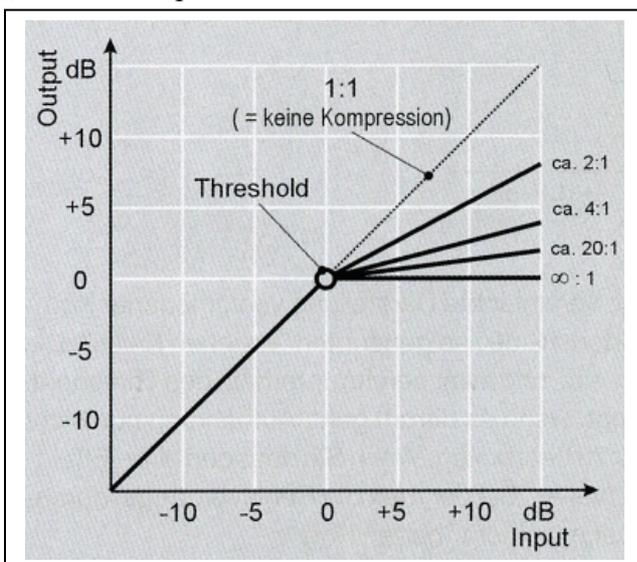
Durch Kompression werden somit die leisen Passagen eines Musikstückes im Pegel erhöht, so dass sie auch bei höherem Geräuschpegel wie z.B. im Fahrzeug oder in Gaststätten wahrnehmbar bleiben.

Eine besondere Ausführung ist der **Multiband-Kompressor**, bei dem das Signal in eine Anzahl von Frequenzbändern aufgeteilt wird. Jeder Frequenzbereich kann mit eigenen Kompressoreinstellungen bearbeitet werden. Damit kann beispielsweise ganz gezielt nur der Bassbereich verdichtet und damit lauter dargestellt werden.

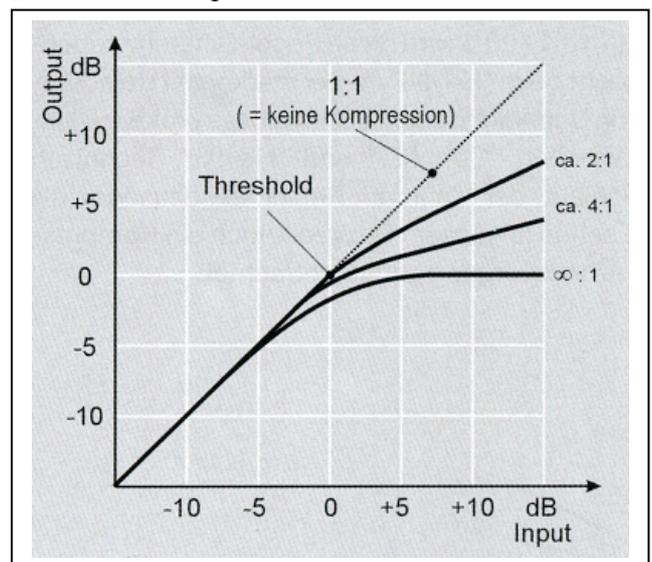
Dynamikbeispiele:



„Harte“ Kompression:



„Weiche“ Kompression:

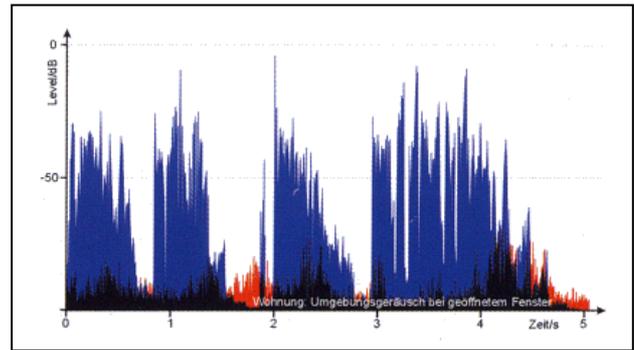
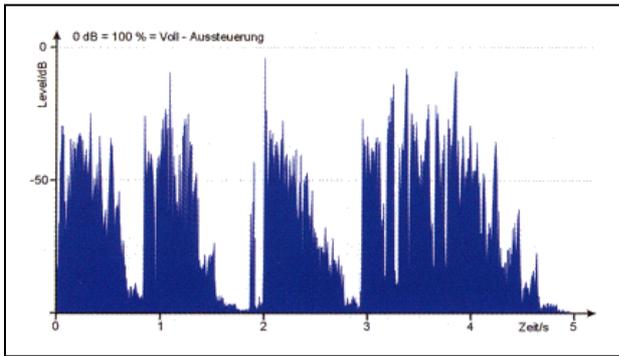


Das Kompressionsverhältnis ist das Verhältnis von Eingangspegel zu Ausgangspegel.

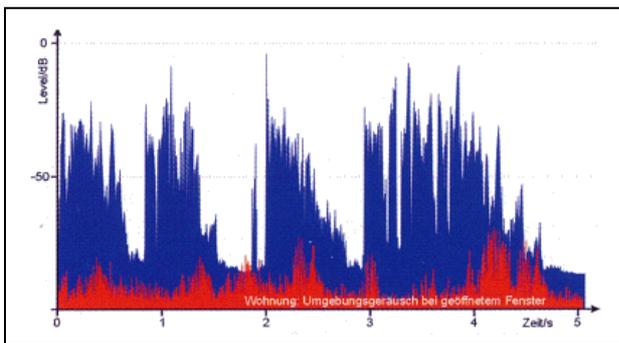
**Beispiel:** Wie hoch ist eine Eingangssp. von 10 V nach einer Kompression von 4:1 bei  $U_0 = 1$  V?

Original-Pegelverlauf

zusätzlicher Geräuschpegel, leise Passagen sind verdeckt.

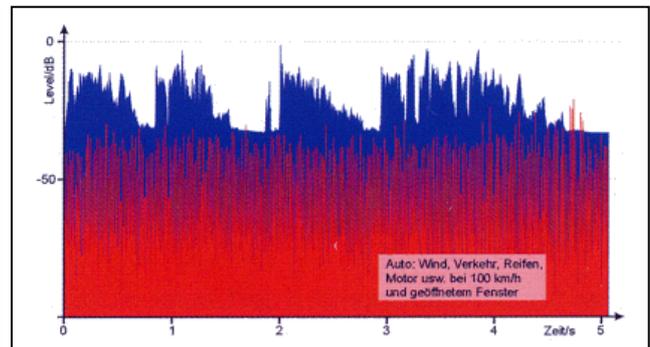
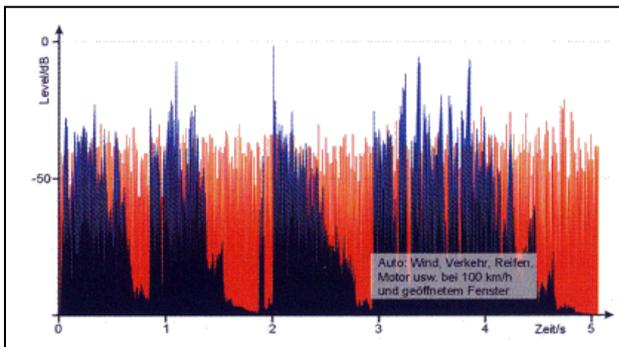


Kompression: komprimierte Aufnahme, leise Passagen werden gehört.



Originalpegel im Auto bei 100 km/h, Fenster offen:

komprimiert:



### 7.3.3 Limiter

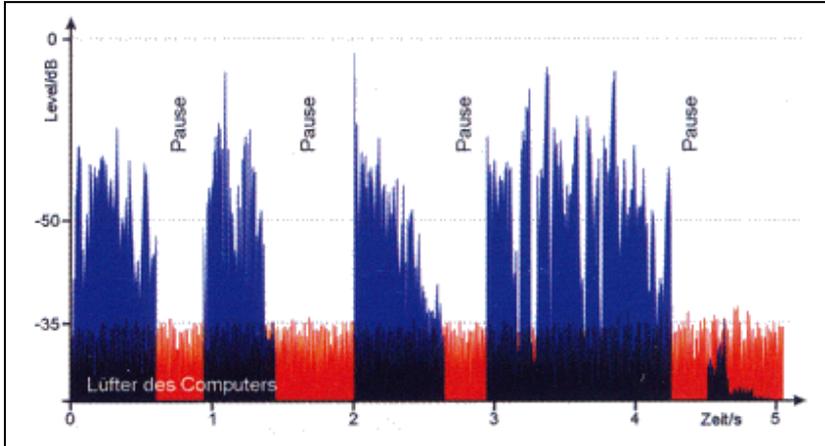
Der Regelvorgang eines Kompressors verläuft weich und kontinuierlich, so dass der Klang noch etwas von seinem dynamischen Ursprungscharakter hat. Natürliche Dynamik-Spitzen von Schlagzeug und Perkussion sind noch vorhanden und können beim Digitalisierungsvorgang zu Übersteuerungen führen. Nach dem gestalterisch wirkenden Kompressor wird daher häufig ein Peak-Limiter verwendet, der die technische Sicherheit des Musikstückes gewährleistet und Übersteuerungen verhindert, indem er einen eingestellten Maximalpegel nicht überschreitet.

### 7.3.4 Expander

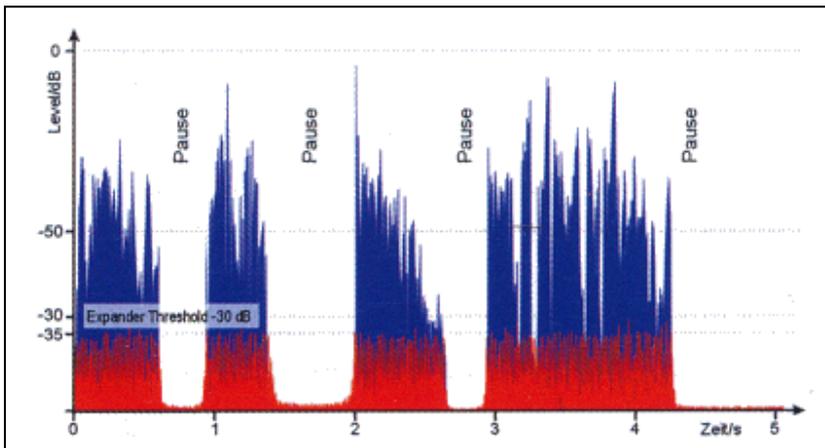
Ein Expander hat im Gegensatz zu einem Kompressor die Aufgabe, die Dynamik des Signals zu erhöhen, die Signalamplitude wird also oberhalb einer einstellbaren Grenze erhöht. Lüftergeräusche oder sonstige Störgeräusche in der Mikrofonaufnahme, die in den Pausen vom Nutzsignal nicht verdeckt werden, können durch einen Abwärts-Expander unter die Hörschwelle abgesenkt werden. Der Expander wirkt nur in den Pausen und trennt damit Nutzsignal vom Störsignal. Auch

beim Expander ist ein Einsatzpunkt oder Schwelle (*Threshold*, möglichst niedrig) und ein Faktor (*Ratio*, 1:3 oder 1:4) einzustellen. Die *Release Time* gibt an, wie schnell der Pegel abgesenkt werden soll und die *Attack Time* bestimmt die Zeit, innerhalb der die Ausblendung auf Normalposition zurückgeregelt werden soll.

Dynamikverlauf einer Gesangspur mit Lüftergeräusch:



Expanderbearbeitung: Threshold, Attack- und Release-Zeiten müssen so eingestellt sein, dass vom Nutzsignal nichts abgeschnitten wird.

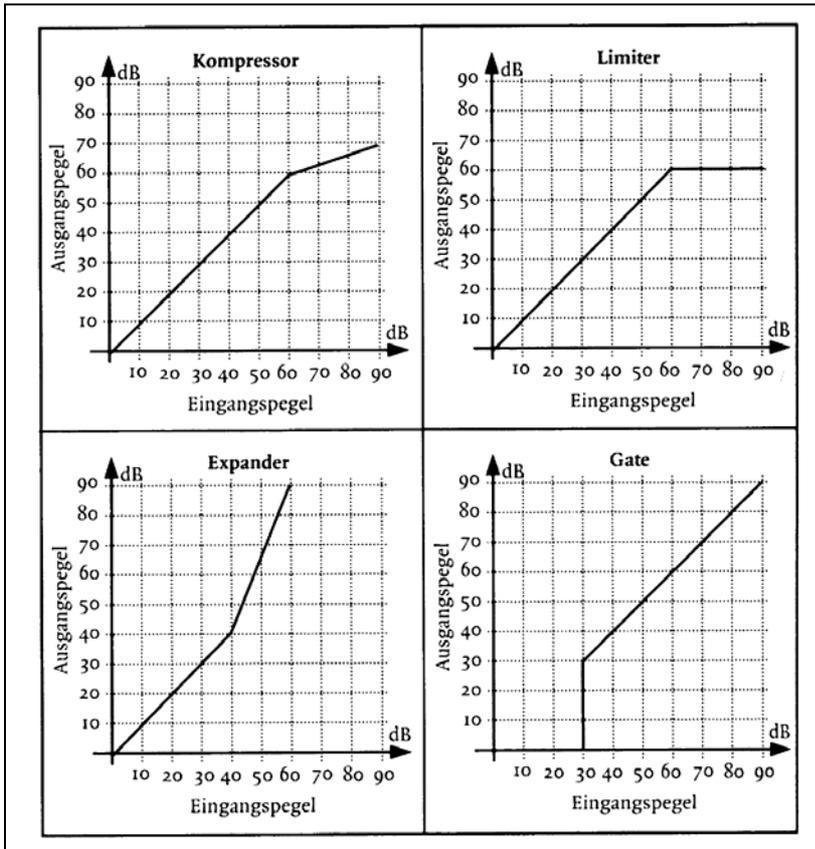


### 7.3.5 Gate

Ein Gate stellt die Extremfunktion eines Expanders mit sehr kurzen Attack- und Release-Zeiten dar. Ab einem bestimmten Schwellwert unterdrückt ein Gate das Signal um 60 bis 70 dB. Manchmal wird sogar eine Maximaldämpfung von 80-90 dB erreicht. Es dient dazu bestimmte Instrumente klanglich herauszutrennen. Aus einer Einzelmikrofonaufnahme der Snare wird beispielsweise die mit aufgenommene Bass-Drum herausgeschnitten oder ein Noise-Gate wird zum Entfernen des Rauschens in Pausen verwendet.

Für den Klangeindruck eines Instrumentes ist zu 70 % der Einschwingvorgang maßgeblich. Daher muss beim Einsatz eines Expanders und insbesondere eine Gates stark darauf geachtet werden, dass diese Einschwingvorgänge nicht durch ein zu hohes Threshold und eine zu kurze Attack-Zeit abgeschnitten werden.

Dynamikbearbeitung:



## 7.4 Zeitliche Bearbeitung

### 7.4.1 Schnitt

Der zeitliche Aufbau eines akustischen Ereignisses lässt sich durch Schneiden (Cut), Kopieren (Copy) und Einfügen (Paste) nach Belieben verändern. Folgende Regeln sollten beachtet werden:

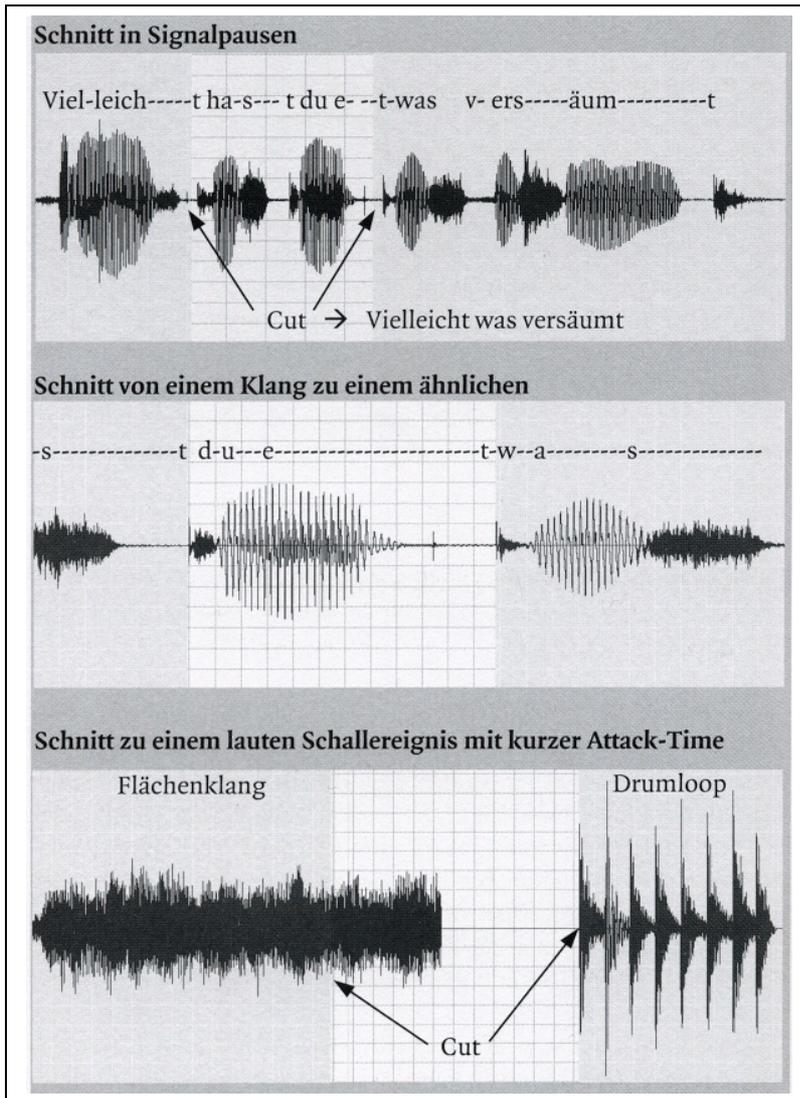
- Grundsätzlich sollte in Pausen geschnitten werden. Bei Sprache kommt allerdings erschwerend hinzu, dass es Pausen inmitten eines Wortes gibt und andererseits Wörter fließend ineinander übergehen können.
- Schnitte von einem leisen Schallsignal zu einem lauten lassen sich wegen der Vorverdeckung leicht realisieren.
- Beim Schnitt ist auf einen gleichmäßigen Signalverlauf (Nulldurchgang, Steigung) zu achten.

Ein Schnitt innerhalb eines kontinuierlichen Schallereignisses ist grundsätzlich immer schwierig. Ein falscher Schnitt führt zu einem Sprung bzw. einer plötzlichen Änderung der Signalform und wird deutlich als störendes Knacksen wahrgenommen.

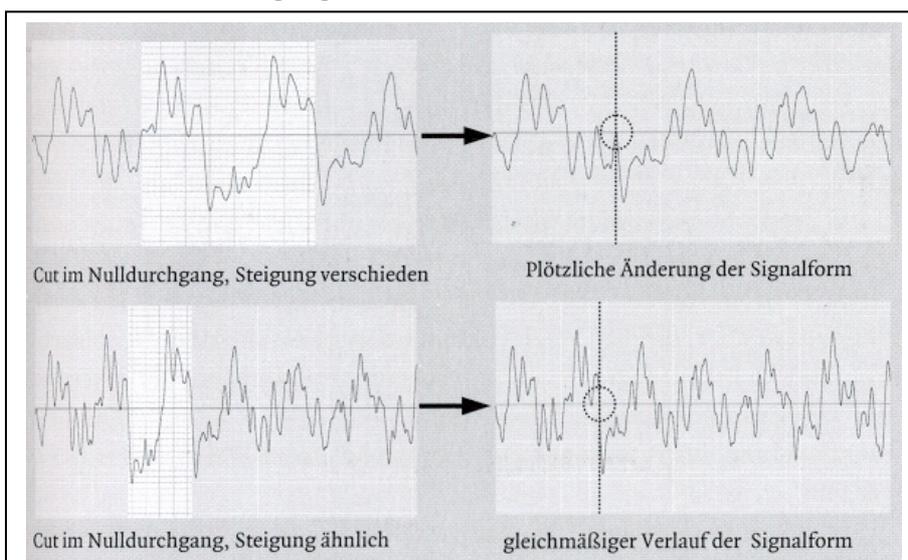
Ein *harter Schnitt* wird als erschreckend und unangenehm empfunden. Unangenehme Entwicklungen können auf diese Weise unterstrichen werden.

Ein *harmonischer Schnitt* ist zwar auch überraschend, wird aber als angenehm empfunden und kann damit Tempo und Spannung erzeugen.

Schneiden von Audiosignalen:



Schnitt in Nulldurchgängen:



### 7.4.2 Blende

Als Blende bezeichnet man den kontinuierlichen Übergang zweier verschiedener Schallereignisse.

Bei einer **Kreuzblende** wird die Lautstärke des ersten Elements nach und nach reduziert, während sie beim zweiten Schallelement langsam erhöht wird. Es entsteht ein harmonischer Übergang. Bei zu langen Übergängen entsteht Verwirrung.

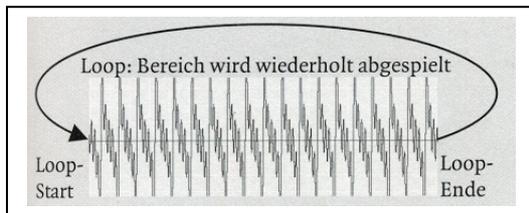
Bei sehr raschem Übergang der Schallereignisse spricht man von **Sturzblende**, die Spannung, Tempo und Unruhe erzeugt.

### 7.4.3 Loop

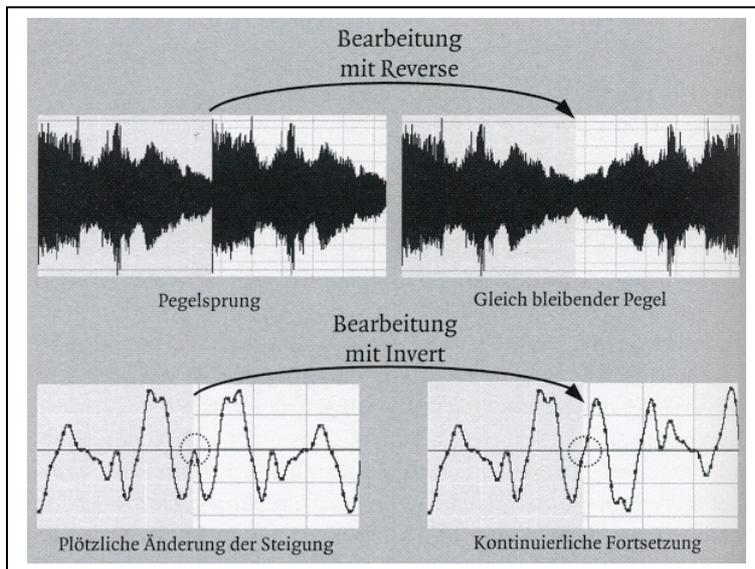
Das wiederholte Abspielen eines definierten Bereiches wird als Loop bezeichnet. Ein akustisches Ereignis kann damit beliebig verlängert werden. Anfang und Ende eines Loops müssen bei einem Nulldurchgang mit ähnlicher Signalsteigung gesetzt werden.

Signale mit sich änderndem Rhythmus und Tempo können mit der Funktion „Reverse“ umgekehrt werden und nach Invertierung der Phase an das Originalsignal angehängt werden.

Loop:



Erzeugung von Loops:



## 7.5 Effekt-Bearbeitung

Die räumliche Gestaltung zählt zu den wichtigsten Qualitätskriterien einer Audioproduktion. Durch die Mikrofonposition wird hierzu bereits bei der Aufnahme Einfluß gewonnen. Vielfach besteht eine Produktion aber aus vielen Einzelereignissen, die in akustisch trockenen Räumen aufgenommen wurden, so dass der Raumeindruck durch zugemischte Hall- und Echoeffekte sowie entsprechende Panoramaeinstellungen realisiert wird. Das Umfeld wird durch beigemischte Atmo-Aufnahmen ergänzt. Effekte werden meist elektronisch erzeugt.

### 7.5.1 Hall

Der Hall (**Reverb**) in Effektgeräten orientiert sich an:

- realen Räumen: Konzertsäle, Kirchen, Wohnräume  
eingesetzt bei:
  - Gesang
  - Melodie- und Solo-Instrumenten wie Gitarre, Saxofone
- mechanischen Hallerzeugern: Hallplatte, Hallfedern  
eingesetzt bei:
  - Schlagzeug (Overheads, Becken), Perkussion
  - Rhythmus-Gitarren
  - Bläsern

Hallplatten sind dünne Stahlplatten (2 x 1 m), die durch Kontakt-Lautsprecher zum Schwingen gebracht werden. Am anderen Ende sitzen Kontakt-Mikrofone, über die das Nachschwingen der Platte abgenommen wird. Durch einen Mechanismus aus Filz-Dämpfern kann man die Hallzeit der Platte verkürzen.

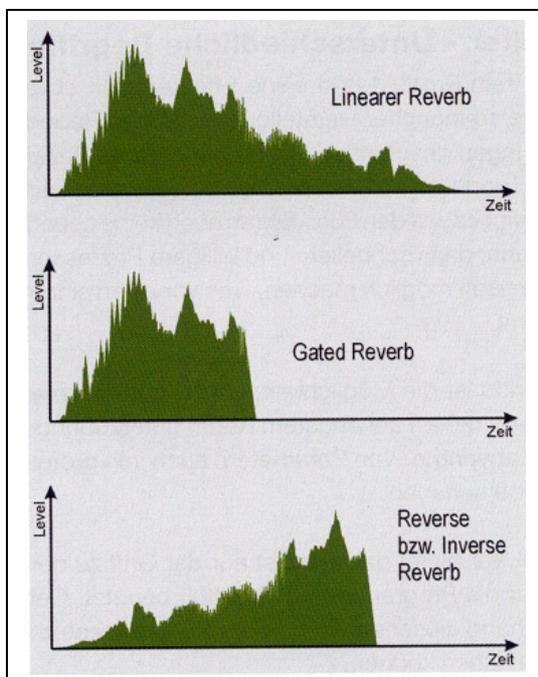
Bei einem **Gated Reverb** wird das allmähliche Ausklingen durch ein Noise Gate vorzeitig gekappt. Das abrupte Ende setzt einen rhythmischen Akzent, so dass diese Hallform oft für Snare, Drum- und Perkussion-Klänge eingesetzt wird. Dies gilt auch für Rückwärts-Hall.

Ein **Reverse Reverb** (Rückwärts-Hall) baut sich im Unterschied zum Gated Reverb allmählich in Form einer Rampe auf.

Beide Hallarten werden nicht als Raumeindruck, sondern als Bestandteil des Klangeindrucks eines Instrumentes empfunden und daher eingesetzt für:

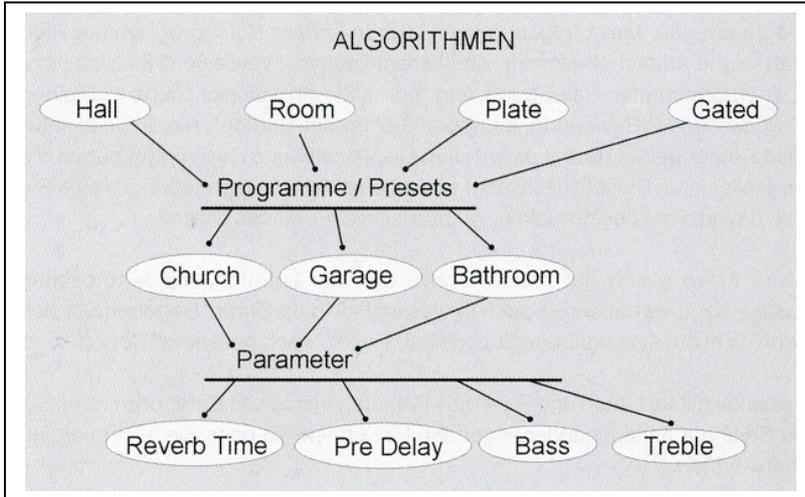
- Einzelne Schlagzeugteile (Snare), Perkussion
- Spezial-Effekte für Rhythmus und Melodie-Instrumente

Hallarten:



Hall wird häufig auch elektronisch mit Prozessoren erzeugt. Als Algorithmus bezeichnet man das komplexe Muster von Rechenoperationen, mit denen der Prozessor in einem digitalen Effektgerät Hall erzeugt. Ein Programm oder Preset entsteht aus einem Algorithmus durch ein bestimmtes Setting der Parameter. Parameter bestimmen einzelne Merkmale des Effekt-Sounds. Der wichtigste Hall-Parameter ist zum Beispiel die Raumgröße bzw. die Nachhallzeit.

Begriffe zur Hallerzeugung:



Die Nachhallzeit (**Reverb Time**, Decay Time) liegt in der Größenordnung von 1,8 bis 2,5 Sekunden. Vier Sekunden und mehr dienen Spezialeffekten.

Bevor der Hall einsetzt, wird das Signal durch ein Vor-Echo verzögert, damit der Hall sich vom Originalsignal besser absetzen kann. Diese Vorverzögerung (**Predelay**) hängt von der Nachhallzeit ab. Es gelten folgende Zuordnungen:

Nachhallzeit		Vorverzögerung	
0,5 – 1	Sek.	5 – 10	ms
1,0 – 1,5		ca.10	
1,5 – 2,0		10 - 15	
2,0 – 2,5		ca. 15	
2,5 – 3,5		15 – 20	
3,5 – 5,0		20 – 30	

Es wirkt realistisch, wenn der Hall bei tiefen Frequenzen länger ausklingt als in den Mitten und Höhen, da diese stärker absorbiert werden. Oberhalb 2500 – 4000 Hz wird daher die Nachhallzeit reduziert.

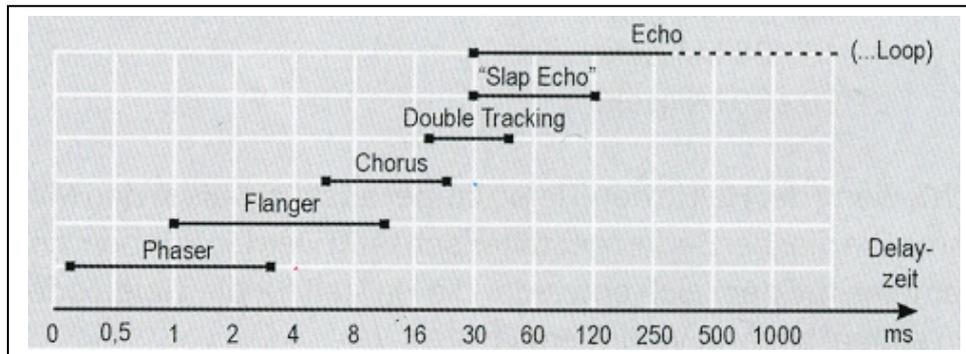
Parametereinstellungen bei Nachhall:



### 7.5.2 Echo und Delay

**Echos** sind Verzögerungs- (Delay-) Effekte. Je nachdem, wie lange ein Klang verzögert wird, entstehen unterschiedliche Effekt-Arten wie Phaser, Flanger und Chorus. Von einem Echo spricht man erst, wenn man die Wiederholung eines Klangs hören kann. Wenn ein Echo so lang wird, dass seine Zeit einen ganzen Takt umfasst, spricht man von einem Loop.

Verzögerungszeiten und die dazugehörigen Effekte:



Das menschliche Ohr kann zwei unmittelbar aufeinander folgende Klänge erst dann getrennt wahrnehmen, wenn ihr zeitlicher Abstand mehr als 50 ms beträgt. Bei kleinerem Zeitabstand wird statt der Zeitdifferenz ein Phasenunterschied wahrgenommen, der den Gesamtklangeindruck verändert. Bei Einsatz von Phaseneffekten muss auf Monokompatibilität geachtet werden.

Beim **Chorus**-Effekt wird eine Kopie des Originalsignals geringfügig verzögert, *in der Tonhöhe minimal verändert* und wieder dem Original beigemischt. Dadurch entsteht ein volleres Klangbild des Orchesters. Es entsteht eine Art Ensemble-Wirkung, bei der mehr Musiker vorgetäuscht werden.

Ein **Flanger** funktioniert ähnlich, jedoch mit geringeren Verzögerungszeiten und *keiner Tonhöhenveränderung*. Durch Phasenauslöschungen bei bestimmten Frequenzen wird ein Kammfiltereffekt erzeugt (bestimmte Frequenzbereiche verstärkt, andere abgeschwächt). Bei vorsichtigem Einsatz erscheinen Gitarren- und Beckenklänge dadurch lebendiger.

Ein **Phaser** arbeitet ähnlich, aber mit kürzeren Verzögerungszeiten. Er wird für Keyboard-Sounds und E-Gitarren eingesetzt und klingt synthetischer als ein Flanger.

Gegenüber Hall hat Echo den Vorteil, dass es Pausen hat, wodurch der Klang nicht zuschmiert. Ein Eindruck von großer räumlicher Tiefe wird daher besser mit einem Echo erzeugt als mit einem langen Hall.

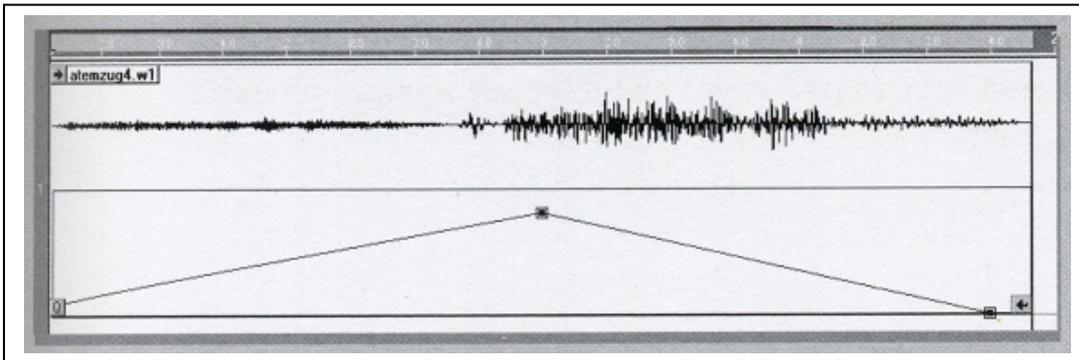
### 7.5.3 Panorama

Für jedes akustische Ereignis müssen sowohl Richtung als auch Raumtiefe festgelegt werden. Die räumliche Richtung wird dabei mit dem Panorama-Regler eingestellt. Die Panoramaregelung erzeugt *nur Intensitätsunterschiede, keine Laufzeitunterschiede*. Ein wichtiger Aspekt der Richtungswahrnehmung bleibt somit ausgespart. Die räumliche Wirkung vieler Schallsignale kann daher erhöht werden, indem zwischen den Kanälen Verzögerungen eingeführt werden.

Für die Tiefenstaffelung von Schallereignissen sind neben der Lautstärke vor allem die Verhältnisse von Pegel und Verzögerungen zwischen Direktsignal, Erstreflexionen und Nachhall entscheidend. Sie kann durch die richtige Wahl der entsprechenden Parameter am Hallgerät sehr

differenziert eingestellt werden. Es kann ein einziges Hallgerät, das über einen Ausspielweg angesteuert wird, für alle Einzelereignisse benutzt werden. Bleibt der Aux-Regler eines Kanalzuges geschlossen, so wird das entsprechende Signal nicht verhallt und klingt demnach nahe. Je weiter der Ausspielweg geöffnet wird, desto stärker wird das Schallereignis verhallt und desto ferner klingt es. Wird der Ausspielweg vor dem Kanalregler – also prefaded – verwendet, so können recht einfach Bewegungen im Klangbild von vorne nach hinten realisiert werden. Wird der Aux-Regler geöffnet und der Kanalregler geschlossen, so ist ausschließlich Nachhall zu hören. Wird nun nach und nach der Aux-Regler zurück- und der Kanalregler aufgedreht, so ändert sich allmählich das Verhältnis von unverhalltem Signal und Nachhall und das Schallereignis wird von hinten nach vorne bewegt. Die Tiefenwirkung sollte immer auch durch entsprechende Einstellungen am Equalizer unterstützt werden. Da hohe Frequenzen rascher gedämpft werden, klingen ferne Schallereignisse dumpfer.

Panoramakurve:



Verzögerung zwischen den Kanälen:

