

PLV
Recording und Mixing



PLV Mixing & Recording

Inhaltsverzeichnis

1. Grundlagen der Raumakustik

1.1 Schallausbreitung

1.2 Ausbreitungsgeschwindigkeit, Frequenz und Wellenlänge

1.3 Interferenzen

1.4 Reflexion, Absorption und Beugung von Schall

1.5 Freifeld/Diffusfeld

1.6 Raumantwort

1.6.1 Pre-Delay und Initial Delay

1.6.2 Hallparameter

1.6.3 Hallalgorithmen

1.6.4 Faltungshall

2. Mikrofone

2.1 Wandlerprinzipien

2.2 Richtcharakteristiken

2.3 Zweckorientierung von Mikrofonen

3. Tontechnisch akustische Grundlagen

3.1 Schalllokalisation

3.2 Verdeckungseffekte

3.2.1 Zeitliche Verdeckung

3.2.2 Spektrale Verdeckung

3.3 Haas-Effekt

3.4 Stereophonie

3.5 Mikrofonpositionen und Abstrahlverhalten von

Instrumenten

3.5.1 Klavier/Flügel

3.5.2 Akustik-Gitarre

3.5.3 Elektro-Gitarre

3.5.4 E-Bass

3.5.5 Schlagzeug

3.5.6 Streichinstrumente

3.5.7 Blasinstrumente

3.5.8 Gesang-/Stimmenaufnahme (Vocals)

4. Klangtheorie

4.1 Begrifflichkeiten

4.2 Klangspektrum

4.3 Verzerrungen

4.4 Amplitudenhüllkurven von Klängen

5. Grundlagen des Mixing

5.1 Mixingvorgehensweise

5.2 Tiefenstaffelung

5.3 Dynamik

5.4 Gainstaging

5.5 Bearbeitungseffekte

5.6 Mastering

6. Der Signalfluss im Studio

6.1 Signalquellen

6.2 Der Raum

6.3 Mikrofone

6.4 Kabelwege und Steckverbindungen

6.5 Mischpult

6.6 Interface

6.7 Abhörmonitore

7. Recordingpraxis

7.1 Vorbereitungen

7.2 Aufnahme Schlagzeug

7.3 Aufnahme E-Gitarre

7.4 Aufnahme E-Bass

7.5 Aufnahme Gesang

8. Quellen

1. Grundlagen der Raumakustik

1.1 Schallausbreitung

Schall braucht, um sich ausbreiten zu können ein Medium, das heißt einen physikalischen Körper. In den meisten Fällen ist dies das Medium Luft. Schall kann sich aber z.B. auch in Wasser oder Festkörpern wie Metallplatten („plate-reverb“) oder Federn („spring-reverb“) ausbreiten.

Für das alltägliche Hören (im Medium Luft) bedeutet dies:

Wird ein bestimmter Gegenstand in Schwingung versetzt, kann diese Bewegung an die umgebenden Luftteilchen weitergegeben werden. Die Schwingung setzt sich dabei in einer Art Kettenreaktion fort, und setzt sich „longitudinal“ fort. Es entstehen sogenannte **Longitudinalwellen**. Dies bedeutet, dass die Luftteilchen in Richtung der Ausbreitung schwingen. Die einzelnen Teilchen bleiben dabei an ihrem Platz und geben die Bewegung an die benachbarten Teilchen weiter. Durch die entstehende Reibung geht mehr und mehr Energie der Schwingung verloren, was sich in der Lautstärke der Schallwelle bemerkbar macht.

→ Die Luftreibung ändert die Amplitude, jedoch NICHT die Frequenz!

Bei Longitudinalwellen entsteht abwechselnd Über- und Unterdruck in Bezug auf den Normaldruck. Die Druckschwankungen regen unser Trommelfell an und wir hören etwas.

1.2 Ausbreitungsgeschwindigkeit, Frequenz und Wellenlänge

Als **Ausbreitungsgeschwindigkeit** bezeichnet man die Geschwindigkeit, in der sich Schall in einem bestimmten Medium fortsetzt.

Dies ist vor allem von 2 wesentlichen Faktoren abhängig:

a) der Temperatur

Die Ausbreitungsgeschwindigkeit in Luft beträgt bei 0°C 330 m/s. Steigt nun die Temperatur, beschleunigt sich auch die Schallgeschwindigkeit. Bei 20°C beträgt sie bereits 342 m/s. Der Einfachheit halber wird oft mit einem Wert von 340 m/s gerechnet. Pro Grad Celsius mehr erhöht sich die Geschwindigkeit um etwa 0,6 m/s.

b) dem Medium

Schall kann sich in dichteren Stoffen schneller ausbreiten als in weniger dichten.

Die **Frequenz** beschreibt die Anzahl der Schwingungen pro Zeiteinheit und wird in **Hertz** (Einheit: 1/s) angegeben. Die Frequenz eines Sinustons ist Kennzeichen für seine Tonhöhe. Mit zunehmender Frequenz steigt die Tonhöhe.

→ Der Mensch ist in der Lage Frequenzen von 20 Hz bis 20 kHz wahrzunehmen. Dies geht aber mit zunehmendem Alter zurück und die Bandbreite schrumpft.

Die **Wellenlänge** eines Sinustons wird in λ ausgedrückt und in Metern angegeben.

Aufgabe:

Zusammenhang zwischen Wellenlänge, Ausbreitungsgeschwindigkeit und Frequenz: Wie groß ist die Wellenlänge eines Sinustons von 1 kHz bei 20°C?

1.3 Interferenzen

Interferenzen oder Laufzeitunterschiede entstehen grundsätzlich nur beim gleichzeitigem Auftreten von mehreren Schallereignissen, die sich in ihrem Anfangszeitpunkt unterscheiden.

Überlagern sich z.B. zwei Sinustöne mit gleicher Phase und Amplitude, so addieren sich deren beide Amplituden, und sind folglich doppelt so laut.

Sind beide Signale um 180 Grad phasenverschoben erfolgt eine Dämpfung, bzw. eine Auslöschung (=kein Signal) bei gleicher Amplitudenstärke!

→ *in der Tontechnik ist die Phasenlage von Signalen von besonderer Bedeutung. Beim Mischen von Musikstücken (die natürlich in Stereo sein müssen) spielt die **Monokompatibilität** eine sehr wichtige Rolle! Die Überprüfung erfolgt mit speziellen Messinstrumenten wie z.B. einem Korrelationsgradmesser. Denn viele Wiedergabegeräte (z.B. beim Rundfunk) sind immer noch in mono, besitzen also nur einen Kanal zum abspielen. Deshalb: schon bei der Aufnahme auf Phasenlagen achten!*

1.4 Reflexion, Absorption und Beugung von Schall

Trifft Schall auf ein Hindernis wie z.B. eine Wand sind zwei Größen von Relevanz:

- a) Durchmesser (Größe) des Hindernisses
- b) Wellenlänge des Signals

Ist der Durchmesser des Hindernisses kleiner bis gleich der Wellenlänge hat dies keinen Einfluss auf das Signal. Es wird um das Hindernis **gebeugt** und der Schall bleibt davon unberührt und läuft ungehindert weiter.

Sobald das Hindernis größer als das Doppelte der Wellenlänge wird, können Signale nicht mehr unbeeinflusst vorbeilaufen. Hinter dem Hindernis ist nun theoretisch nichts mehr zu hören! Dieses Phänomen bezeichnet man als **Schallschatten**.

→ *in der Praxis sieht dies etwas anders aus, da durch Reflexionen an anderen Objekten der Schall trotzdem leicht zu hören ist.*

Einen nahezu perfekten Schallschatten erreicht man erst sobald der Durchmesser mindestens das Fünffache der Wellenlänge beträgt. Frequenzen, die nicht gebeugt werden, werden am Hindernis reflektiert oder absorbiert. Dies hängt wesentlich von der Oberflächenbeschaffenheit ab. Ist diese „schallhart“, also sehr glatt und von hartem Material, werden die auftreffenden Schallwellen **reflektiert**.

→ Hierbei gilt: *Einfallswinkel=Ausfallswinkel*

An sogenannten „schallweichen“ (also unebenen, porösen oder löchrigen) Oberflächen, werden Schallwellen zum Teil, oder sogar vollständig (kommt auf die Wellenlänge an), absorbiert. Bei der **Absorption** entsteht Reibung, und dadurch Energie, die dem Signal zuvor entzogen wurde.

1.5 Freifeld/Diffusfeld

Ein **Freifeld** ist im seltensten Fall gegeben! Eine Akustik im freien Feld gibt es nur im Reflexionsarmen Raum, oder auf einem schneebedecktem Feld (daher auch der Name). Das **Diffusfeld** tritt (außer den beiden genannten Ausnahmen) sonst überall auf. Beispielsweise ist ein solches in jedem beliebigen Raum gegeben. In der Realität spielt hierbei die Größe des Raumes, Beschaffenheit der Grenzflächen wie Wände, Decke oder Boden sowie alle anderen Parameter keine Rolle. Maßgeblich entscheidend sind die Reflexionen, die zum Hörer gelangen!

→ *Der Frequenzgang ist jedoch im Diffusfeld stark von verschiedenen Faktoren abhängig:*

- *wie weit ist der Zuhörer von der Schallquelle entfernt?*
- *welche Oberflächenbeschaffenheit besitzen die Grenzflächen (Wände, Boden, Decke)*
- *gibt es Objekte wie z.B. Säulen, Tische, Pflanzen, etc. die den Schall zusätzlich streuen?*

1.6 Raumantwort

Die Raumantwort wird grundsätzlich durch mehrere Parameter beschrieben und in zwei Hauptbereiche aufgeteilt:

- **Early reflections** (Erste Reflexionen): wie der Name schon sagt, sind hierbei die ersten Reflexionen gemeint, die den Hörer unmittelbar nach dem **Direktschall** erreichen.
- **Reverb, Nachhall, RT60**: Dieser Parameter bezeichnet die Zeit, die vergeht, bis die Raumantwort gegenüber dem Originalsignal um 60 dB abgefallen ist

→ Je nach Verwendung und Stilrichtung gelten für bestimmte Räume Richtwerte für die Nachhallzeit. Hier einige Beispiele:

- Tonstudio: ungefähr 0,4s
- Studio B (mittelgroß): 0,5 – 1,2s
- Studio A (groß): 0,8 – 1,5s
- Opernsaal: 1,6 – 2,0s
- Philharmonischer Saal: 1,8 – 2,5s
- Kirche (Kathedrale): 2,5 – 10s

All diese Werte gelten für den relevanten Mittenbereich von Frequenzen (300Hz-6,5kHz). Die Nachhallzeiten für tiefere Frequenzen sind i. d. R. länger.

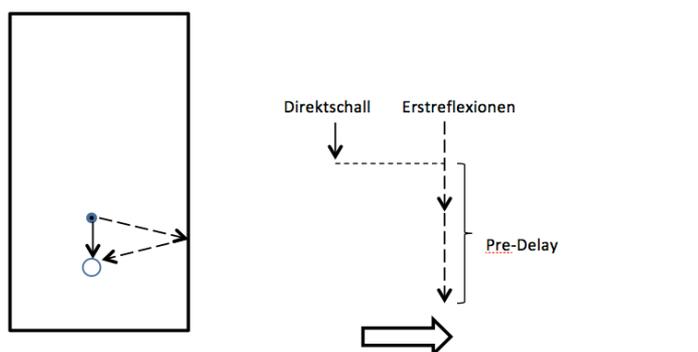
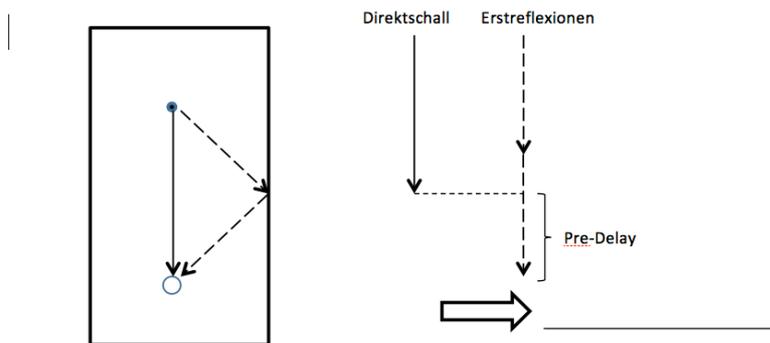
Hinweis: Der Gesamtklang bildet sich **immer** aus Direkt- und Diffus-schall!

1.6.1 Pre-Delay und Initial Delay

Das **Pre-Delay** ist der Zeitraum zwischen dem Direktsignal (trockenem Signal/Impuls) und den ersten Reflexionen (early reflections).

→ Wird dieser (wichtige) Parameter z.B. verlängert, entsteht der Eindruck, die Schallquelle befinde sich näher am Hörer bzw. einem Mikrofon. Die ersten Reflexionen an den Grenzflächen des Raumes brauchen somit länger um beim Hörplatz einzutreffen.

Pre-Delay



Als **Initial Delay** wird lediglich ein Pre-Delay für den Nachhall bezeichnet. Ein Initial Delay ist aber nicht immer vorhanden und ist als Parameter für den Reverb weniger interessant.

1.6.2 Hallparameter

Für die oben genannten Hauptbereiche einer Raumantwort gibt es verschiedene Parameter, die man am Hallgerät bzw. Reverb Plug-in einstellen kann.

Für die early reflections sind das folgende:

- delay (für jede Reflexion einzeln)
- pre-delay (für die gesamten Reflexionen)
- Level
- Type/Variation (Klangfarbe und Dichte der Rückwürfe)
- Panorama (L/R Verteilung)

Für den Reverb ergeben sich folgende Einstellungsmöglichkeiten:

- shape/proportion/form: Architektur des Raumes, bestimmt die Anhall- und Einschwingdauer der Nachhalls
- size: Raumgröße
- reverb time/RT60: regelt die Zeit bis der Nachhall um 60 dB abgedämpft wird.
- diffusion/density: variiert die Streuung der Reflexionen (hängt wesentlich von der Oberflächenbeschaffenheit der Grenzflächen ab).
- hi/lo damp: Faktor für Höhen/Tiefen von RT-Mid (RT60 der Mittenfrequenzen)
- Initial Delay: pre-delay für den Nachhall
- Attack: (wenn nicht in „shape“ definiert) Anhalldauer, Einschwingzeit des Raumes.
- Hi-Cut: Natürlicher Reflexionsverlauf für höhere Frequenzen (je länger der Nachhall dauert, desto mehr hohe Frequenzen gehen aufgrund der geringeren Energie verloren).

1.6.3 Hallalgorithmen

Hallalgorithmen (Voreinstellungen des Hallgerätes) werden in zwei große Bereiche aufgeteilt:

Simulation *natürlicher* Räume:

- **Ambience** (nur early reflections eines kleineren Raumes)
- **Room** (kleiner Raum)
- **Hall** (größerer Raum, Konzerthalle)
- **Cathedral/Church** (Kirche/Kathedrale)

Simulation *mechanischer* Raumsimulationen:

- **spring** (Federhall – meistens in Gitarrenverstärkern verbaut. Funktionsweise: eine Metallfeder wird in Schwingung versetzt, und die Vibrationen an das andere Ende übertragen. Dort befindet sich ein Sensor/Mikrofon der die entstandenen Schwingungen verarbeitet)
- **chamber** (Hallkammer – meist metallisch – oft eine Art Metalltank in der das zu verhallende Signal hineingeschickt, und am anderen Ende aufgefangen wurde)
- **plate** (Metallplatte – wird mit einem Lautsprecher beschallt und die Vibrationen am anderen Ende verarbeitet. Wird oft für Snare oder Gitarren verwendet)

1.6.4 Faltungshall

Das Prinzip des **Faltungshalls** beruht auf einer möglichst originalgetreuen Verarbeitung eines trockenen Signals mit einem gesampelten (in der Realität vorhandenen) Raum. Für jeden Zeitpunkt der Berechnung wird dabei eine andere mathematische Funktion ausgeführt, daher ist diese Art des Reverbs sehr rechenaufwändig und kann bei zu geringer CPU zu Verzögerungen (Latenzen) führen.

→ *aktuelle Vertreter: Logic Space Designer, Waves IR-1/IR-L, Audioease Altiverb, Trillium Lane Labs TL-Space, etc.*

2. Mikrofone

2.1 Wandlerprinzipien

Kondensatormikrofone

Kondensatormikrofone stellen die klassischen Studiomikrofone dar. Ihre Namensgebung verdanken diese Mikrofone ihrem Aufbau: Die Membran bildet eine dünne (5...10µm), elektrisch leitende Folie, die als Elektrode fungiert. In einem Abstand von 10...50µm dahinter befindet sich die sogenannte Gegenelektrode. Diese beiden Elektroden in der Mikrofonkapsel bilden somit einen Kondensator. Die Mikrofonkapsel wird mit einem Gleichstrom von 48V (Recording-Mikrofone, Messmikrofone 200V) polarisiert, die

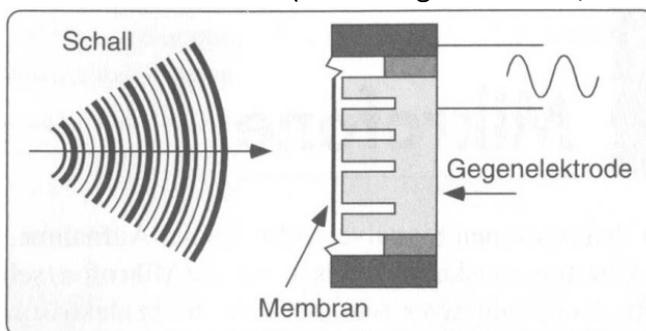


Abb. 2.1: Prinzip Kondensatormikrofon

sogenannte „Phantomspannung“. Wird nun die Membran in Schwingung versetzt, ändert sich die Kapazität des Kondensators, wodurch Ladung in der entsprechenden Frequenz in ihn hinein- und wieder hinausfließt. Diese Ladungsverschiebung (Wechselspannung) stellt das Mikrofonsignal dar, das nun noch auf eine entsprechende Impedanz

gewandelt wird um zum Mischpult übertragen zu werden.

Der Vorteil von Kondensatormikrofonen liegt in ihren dünnen und damit sehr leichten Membranen. Hierdurch erreichen sie einen äußerst linearen Frequenzgang und ein gutes Impulsverhalten, was Voraussetzung für eine naturgetreue Aufnahme von Instrumenten, Stimmen oder Geräuschen ist. Außerdem besitzen Kondensatormikrofone ein hohes Signal-Rausch-Verhältnis und eine hohe Ausgangsspannung, welches in manchen Einsatzgebieten

jedoch schnell zu Übersteuerung führt. Diese Übersteuerung wird in der Regel jedoch nicht durch die Membran ausgelöst, sondern entsteht in den Vorverstärkern innerhalb der Mikrofone, die zur Impedanzwandlung genutzt werden.

➔ *Kondensatormikrofone werden im Studiobereich für fast alle Aufnahmesituationen eingesetzt*

Elektrodynamische Mikrofone

Das Funktionsprinzip elektrodynamischer Mikrofone beruht auf dem Induktionsgesetz, nachdem in einem elektrischen Leiter, der sich in einem Magnetfeld bewegt, eine Spannung induziert wird.

Bändchenmikrofone

Bei Bändchenmikrofonen bilden ein oder zwei 2 bis 4mm breiter, wenige Zentimeter langer und wenige Mikrometer dicker Aluminiumstreifen die Membran. Dieser liegt zwischen den Polen eines Dauermagneten und kann durch eine zickzackförmige Faltung um wenige Mikrometer schwingen. Wird der Streifen durch Schall in Schwingung versetzt, wird darin eine Spannung induziert, die an seinen Enden abgegriffen werden kann. Aufgrund des niedrigen Widerstands der Membran (ca. 1Ω) wird ihr ein Ausgangsübertrager nachgeschaltet, um sowohl Spannung als auch Impedanz zu erhöhen.

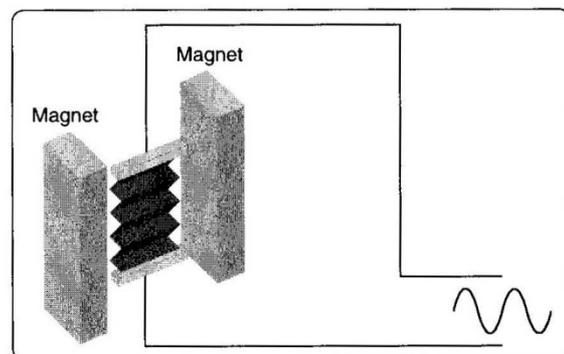


Abb. 2.2: Prinzip Bändchenmikrofon

Da das oder die Bändchen von beiden Seiten angeregt werden können, entspricht die Richtcharakteristik grundsätzlich einer Acht. Bändchenmikrofone besitzen einen sehr linearen Frequenzgang und aufgrund des geringen Membrangewichts ein gutes Impulsverhalten, sind also in ihren klanglichen Eigenschaften mit einem Kondensatormikrofon vergleichbar. Dabei klingen sie in der Regel jedoch weicher im Höhenbereich und sind unempfindlicher gegen Zischlaute, wodurch sich diese Mikrofon gut für Sprach und Gesangsaufnahmen eignen. Allerdings sind Bändchenmikrofone sehr anfällig für Wind, Erschütterungen und schnelle Bewegungen, d.h. das Bändchen wird schnell in Mitleidenschaft gezogen. Sie sind nicht für die Aufnahme von sehr tiefen Frequenzen geeignet. Als Druckgradientenempfänger besitzen Bändchenmikrofone einen Nahbesprechungseffekt, der sehr deutlich ausgeprägt ist und schnell zu Dröhnen führt.

- ➔ *Bändchenmikrofone können durch ihre Richtcharakteristik bei Sprach- oder Gesangsaufnahmen zu Phasenproblemen beim Monitoring führen. Eine Phasendrehung hilft dem/der Sänger/in manchmal, einen besseren Klangeindruck von sich selbst zu erhalten.*
- ➔ *Aufgrund des starken Nahbesprechungseffekts sollte ein größerer Abstand eingehalten werden (in der Regel ab ca. 30cm)*

Tauchspulenmikrofone

Bei Tauchspulenmikrofonen ist die Membran mit einer Spule verbunden, die in einem Permanentmagneten schwingt, wodurch in ihr eine Spannung induziert wird. Da die

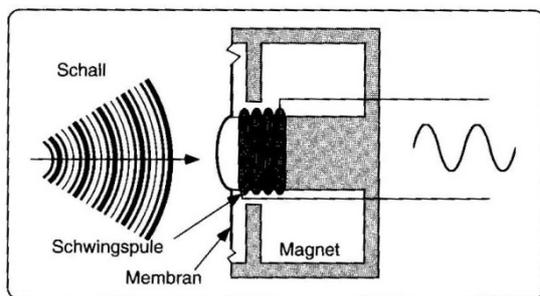


Abb. 2.3: Prinzip Tauchspulenmikrofon

Membran verglichen mit der von Kondensator- oder Bändchenmikrofonen eine hohe Masse aufweist, erreichen diese Mikrofone keinen linearen Frequenzgang. Auch ihr Impulsverhalten ist aus diesem Grund schlechter, da die Membran nach Anregung nachschwingt. Um den Frequenzgang anzupassen, werden Resonanzräume eingebaut. Da es jedoch auch dadurch nicht möglich ist, einen linearen Frequenzgang zu erreichen, werden

Tauchspulenmikrofone durch diese Resonanzräume oft an ihre Aufgabengebiete angepasst. So werden beispielsweise bei einem Bassdrummikrofon der Bassbereich und der Hochmittenbereich für den Anschlag angehoben.

Tauchspulenmikrofone benötigen keine interne Verstärkung oder Impedanzanpassung, da die induzierte Spannung bereits einen verwertbaren Pegel liefert und die Spule selbst eine hohe Impedanz (ca. 200Ω) besitzt. Da die Bauart variabel ist, können sowohl Druckgradient-, als auch Druckempfänger realisiert werden. Auch die Charakteristik ist durch die Bauart beeinflussbar. Tauchspulenmikrofone sehr robust, es werden keine empfindlichen Teile wie die Membranen von Kondensator- oder Bändchenmikrofonen, Impedanzwandler oder Verstärker verbaut. Außerdem arbeiten sie auch bei hohen Pegeln verzerrungsfrei.

→ *Im Livebereich werden Tauchspulenmikrofone aufgrund ihrer Robustheit bevorzugt*

Piezelektrische Mikrofone

Bei Piezelektrischen Mikrofonen wird die Eigenschaft von bestimmten Kristallen genutzt, bei Druck eine Ladungsverschiebung hervorzurufen. Eine Schwingung führt zur Kompression des Kristalls, welche daraufhin ein Signal ausgibt, das ohne weitere Wandlung weitergeleitet werden kann. Diese Kristalle sind jedoch sehr temperaturabhängig, was einen Einsatz im professionellen Studio ausschließt. Sie werden jedoch häufig in Form von Tonabnehmern in Akustikinstrumenten (z.B. Westerngitarren) eingesetzt, da sie eine einfache und kostengünstige Methode darstellen, diese direkt an einen Verstärker oder über eine DI-Box an ein Mischpult anzuschließen.

→ *Im Livebereich bietet sich diese Möglichkeit für Akustikinstrumente an, wenn die Mikrofonierung aufgrund der akustischen Situation schwierig ist, da Monitoring leicht zu Rückkopplungen führen kann.*

→ *Im Studio sollte hingegen auf Mikrofonierung zurückgegriffen werden, da das Monitoring hier über Kopfhörer erfolgt und Mikrofone eine bessere Klangqualität aufweisen und variable Positionierung ermöglichen*

2.2 Richtcharakteristiken

Mikrofone weisen bauartbedingt verschiedene Richtcharakteristiken auf, die auf ihrem Datenblatt angegeben sind. Diese gibt an, wie Empfindlich das Mikrofon gegenüber höheren Frequenzen ist, die aus einer bestimmten Richtung auf die Kapsel treffen. Bei tiefen Frequenzen entspricht die Richtcharakteristik immer einer Kugel (Ausnahme: Acht), da sich die Schallwellen um die Kapsel beugen. Das Wissen über die Richtcharakteristik bietet einerseits gestalterische Möglichkeiten bei der Einzelabnahme von Instrumenten, andererseits ist es wichtig, um andere Schallquellen auszublenden und so ein geringes Übersprechen zu erreichen (z.B. Schlagzeug).

Kugel

Druckempfänger weisen eine Kugelcharakteristik auf. Bei einem Druckempfänger ist nur eine Seite der Membran für Schall zugänglich. Jedoch wandelt sich auch hier die Charakteristik bei hohen Frequenzen in Richtung Niere ab, da diese zunehmend durch den Mikrophonkörper ausgeblendet werden. Außerdem werden Frequenzen, deren Wellenlängen geringer als die Abmessung der Membran sind, von dieser Reflektiert, wodurch sich ein Druckstau vor der Membran und dadurch eine Höhenanhebung ergibt. Aus diesem Grund sind die Membranen von Kugelmikrofon äußerst klein. Da die Empfindlichkeit jedoch mitunter von der Membrangröße abhängig

ist, kann eine bestimmte Größe nicht unterschritten werden. Druckempfänger weisen keinen Nahbesprechungseffekt auf und sind nicht windanfällig.

Eine Kugelcharakteristik kann auch durch Kombination von zwei Nierencharakteristiken erreicht werden. Dies ist bei Mikrofonen mit zwei Membranen möglich, bei denen die Charakteristik umgeschaltet werden kann.

➔ *Mikrofone mit Kugelcharakteristik werden häufig als Ansteckmikrofone oder für Sprachaufnahmen sowie in der Messtechnik verwendet*

Acht

Eine Achtercharakteristik wird von einem idealen Druckgradientenempfänger erreicht. Dieser besteht aus einer von beiden Seiten gleichermaßen zugänglichen Membran. Bei Druckgradientenempfängern wird der Druckunterschied vor und hinter der Membran gemessen und als Wechselspannung ausgegeben. Dadurch ergibt sich eine Ausblendung von Schall aus 90° und 270° Einfallrichtung. 0° und 180° hingegen sind absolut gleich, aufgenommene Signale sind durch die Membranauslenkung gegenphasig, d.h. ein Mikrofon mit

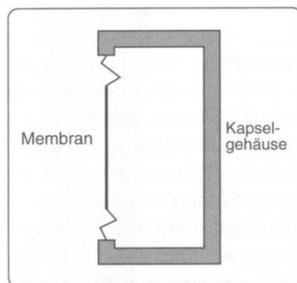


Abb. 2.4: Druckempfänger

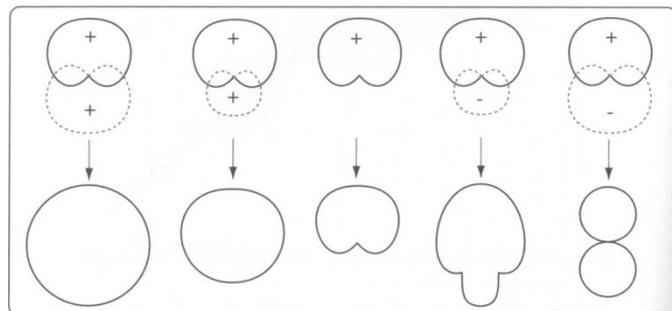


Abb. 2.5: Kombination von Nierencharakteristiken

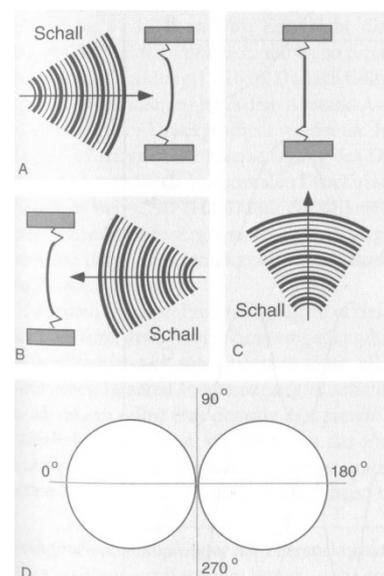


Abb. 2.6: Druckgradientenempfänger

einer Acht als Richtcharakteristik, das von beiden Seiten absolut identisch beschallt wird, gibt kein Signal aus. Die Achtercharakteristik weist den höchsten Nahbesprechungseffekt auf.

- ➔ *Mikrofone mit dieser Charakteristik sind im Studio eher selten anzutreffen. Sie eignen sich für Sprach- oder Gesangsaufnahmen, als Overheads für Schlagzeugaufnahmen oder für MS-Mikrofonierung.*
- ➔ *Bändchenmikrofone weisen üblicherweise eine Achtercharakteristik auf.*

Niere

Die Nierencharakteristik ist die am Häufigsten angetroffene Richtcharakteristik. Sie wird erreicht, indem in die Kapsel eines Druckgradientenempfängers akustische Laufzeitglieder eingebaut werden. Dadurch wird Schall so verzögert, dass an der Membran Phasendifferenzen stattfinden, wenn Schall aus der auszublendenden Richtung einfällt. Bei der normalen Niere ist dies bei 180° der Fall. Des Weiteren existieren auch Supernieren, die eine höhere Richtwirkung besitzen, jedoch auch Nebenmaxima aufweisen. Eine Superniere blendet Schall aus 130° und 230° aus und ist empfindlich gegen Schall aus 180°. Es existieren auch Mikrofone, bei denen zwei Kapseln verbaut sind, die für unterschiedliche Frequenzbereiche ausgelegt sind. Hierdurch ist es möglich, auch bei tiefen Frequenzen eine Richtwirkung zu erreichen, weil für die zweite Kapsel der komplette Mikrofonkörper als Laufzeitglied verwendet wird.

- ➔ *Nierencharakteristiken werden für die meisten Aufnahmesituationen im Studio eingesetzt.*
- ➔ *Supernieren bieten sich immer dann an, wenn man mehrere Schallquellen hat und Übersprechen stärker vermeiden möchte (z.B. Schlagzeug)*

Keule

Durch ein Richtrohr vor der Kapsel wird eine höhere Richtwirkung erreicht. Ein Richtrohr ist vorne geöffnet und besitzt Interferenzöffnungen an der Seite. Dadurch löschen sich Seitlich einfallende Schallwellen teilweise oder ganz gegenphasig aus. Schallwellen, die von vorne einfallen, werden nicht beeinflusst. Durch dieses Verhalten ergibt sich eine keulenförmige Charakteristik, die bei tieferen Frequenzen jedoch nierenförmig wird. Je länger das Richtrohr ist, desto tieffrequenter wird die Richtwirkung.

- ➔ *Keulencharakteristiken werden bei Interviewsituation oder beim Filmdreh beim Tonangeln eingesetzt.*

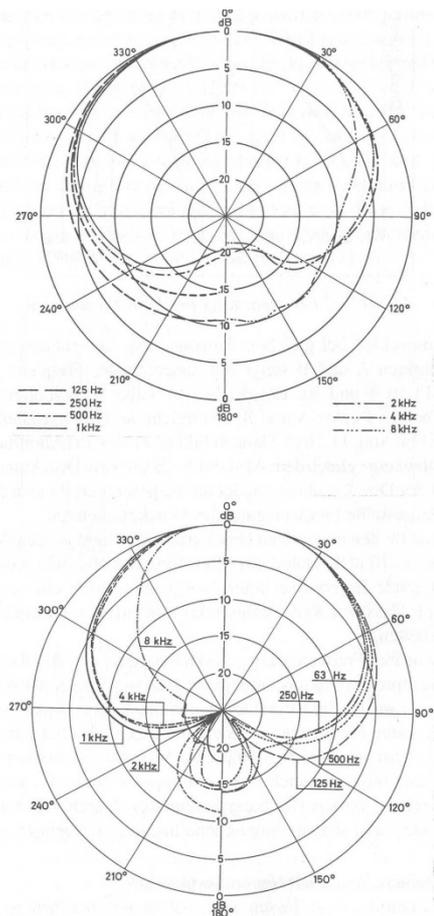


Abb. 2.7: Nieren- und Supernierencharakteristik

2.3 Zweckorientierung von Mikrofonen

Prinzipiell gibt es zwar wenige Einschränkungen bei der Benutzung von Mikrofonen (z.B. Empfindlichkeit, Richtwirkung) und der künstlerischen Freiheit sind keine Grenzen gesetzt, jedoch empfiehlt es sich bei wenig Erfahrung zunächst, ein Mikrofon für den Zweck einzusetzen, für den es hergestellt wurde. Insbesondere aber nicht ausschließlich bei Tauchspulenmikrofonen kann kein linearer Frequenzgang erreicht werden, weshalb dieser für ihren Anwendungszweck durch Resonanzräume angepasst wird. So werden bei einem Bassdrummikrofon der Bassbereich und der Hochmittenbereich angehoben, um gleichermaßen den tiefen „Wumms“, als auch den hohen „Kick“ aufzunehmen. Die eher störenden Tiefmitten und die im Instrument nicht mehr vorhandenen Höhen werden abgesenkt. Zwar lässt sich dies auch durch den Einsatz von EQs erreichen, jedoch verfälschen diese den Klang durch Phasenverschiebungen und eine saubere Aufnahme ist der Grundstein für ein gutes Ergebnis. Auch für andere Instrumente existieren dafür ausgelegte Mikrofone (z.B. Toms, Snare, Gitarre,...), die nicht nur im Frequenzgang, sondern auch ihrer Empfindlichkeit oder ihrem Impulsverhalten angepasst werden (vgl. Mikrofon-Datenblatt). Das Einsatzgebiet ist jedoch nicht durch den Verpackungsaufdruck beschränkt, vielmehr sollte dabei auf die Technischen Daten geachtet werden. Bassdrummikrofone eignen sich eventuell auch für die Abnahme eines Bassverstärkers, da ein E-Bass ähnliche klangliche Eigenschaften aufweist (Tiefe Töne, wenig Mitten, Anschlag im Hochmittenbereich).

Auch die Membrangröße des Mikrofons sollte beachtet werden: Soll z.B. Gesang kräftig überkommen, empfiehlt sich ein Großmembranmikrofon. Für Hi-Hat-Becken, die eher einen brillanten Klang aufweisen, wäre dieses in der Regel eher störend und würde die Tiefen Toms und die Bassdrum zu stark mitaufnehmen.

Außerdem sollte beachtet werden, dass zwei Mikrofone, selbst wenn es sich dabei um das gleiche Produkt handelt, nicht zu 100% gleich sind, da es bei der Produktion zu Schwankungen kommen kann, deren Ausmaß natürlich auch vom Preis abhängt. Darum werden für Stereomikrofonierung (z.B. Overheads) sogenannte „matched pairs“ angeboten, also zwei gleiche Mikrofone im Set, bei denen sichergestellt ist, dass sie identisch sind.

3. Tontechnisch akustische Grundlagen

3.1 Schalllokalisierung

Die Lokalisation einer Schallquelle wird bestimmt durch die Lautstärke (Amplitude), Tondauer (zeitlicher Verlauf), Tonhöhe, Klangcharakter und Klangfarbe. Bei der Lokalisation, also der Ortsbestimmung, sind vor allem Richtung und Entfernung von Bedeutung. Hier unterscheidet man zwischen **Hör-** und **Schallereignisort**.

Hörereignisort: subjektive Schalllokalisierung (eigene Einschätzung)

Schallereignisort: objektive Schalllokalisierung (physikalische Entstehung)

Richtungslokalisierung:

Bedingt durch den Ohrabstand (ca. 17cm) entstehen Laufzeitunterschiede zwischen dem rechten und linken Ohr (interaural). Das Gehirn wertet diese aus, und kann somit den Schall, der entweder von **links oder rechts** kommt, lokalisieren. Schon eine minimale Abweichung aus der Mitte (direkt von vorne) von ca. 3 Grad (0,03ms) wird wahrgenommen.

Bei einem Einfallswinkel von 90 Grad (direkt von links/rechts) ergibt sich ein Laufzeitunterschied von etwa 0,63ms. Durch Beugung und Absorption am Kopf kommt es zu Lautstärkeunterschieden oberhalb 300 Hz.

Die Lokalisation von **vorne/hinten** bzw. **oben/unten** muss erlernt werden und die Erfahrungswerte werden abgespeichert. Entscheidend ist hierbei die Form des Kopfes und der Ohren.

→ bei der Lokalisation bezüglich der Entfernung im **Freifeld** herrscht bis zu 3m Abstand zur Schallquelle eine gute Einschätzung. Ab 3m wird die Lokalisation schwieriger und wird eher geschätzt.

Generell ist der **akustische Horizont** bei etwa **15m Abstand** zum Schallereignisort. Alles was diese Marke übersteigt wirkt „weit weg“.

3.2 Verdeckungseffekte

Bei **Verdeckungseffekten** werden Signale, die eigentlich im Audiomaterial als Information vorhanden sind, für das menschliche Gehör unhörbar gemacht.

Sie werden in zwei unterschiedliche Kategorien aufgeteilt.

3.2.1 Zeitliche Verdeckung

Zeitliche Verdeckung wird wiederum in **Vor- und Nachverdeckung** unterteilt. Das menschliche Gehör adaptiert sich sehr schnell auf laute Schallereignisse, jedoch nur sehr langsam auf leise. Nach einem (sehr) lautem, werden unmittelbar darauf folgende leise, maskiert. Dies nennt man **Nachverdeckung**.

→ Dieses Phänomen ist ähnlich vergleichbar wie beim Auge. Man ist mit einer gewissen „Blindheit“ belastet nachdem man einem sehr hellen Licht ausgesetzt war (beim Autofahren: Sonne-Schatten-Wechsel)

Bei der Vordeckung folgt unmittelbar nach einem leisen Impuls ein wesentlich lauter. Der leisere wird vom lauten ebenfalls maskiert. Bei beiden Verdeckungen handelt es sich um wenige Millisekunden Impulsabstand.

→ Der Grund für beide Effekte liegt darin, dass das Gehirn eine ständige Filterfunktion erfüllt, und lautere Geräusche als wichtiger einstuft als leise. Dadurch wird eine permanente Reizüberflutung minimiert.

3.2.2 Spektrale Verdeckung

Bei der spektralen Verdeckung agieren lautere Frequenzen als Maskierer für benachbarte Frequenzen. Bedingt durch den Aufbau der Basilarmembran im menschlichen Gehörapparat besitzt jeder Ton eine Flanke zu höheren und tieferen Frequenzen. Töne, die unterhalb einer solchen Flanke liegen, sind nicht hörbar.

→ Der Effekt der spektralen Verdeckung wird insbesondere zur Kompression von Audio-Dateien angewandt.

3.3 Haas-Effekt

Der **Haas – Effekt** beschreibt das **Gesetz der ersten Wellenfront**. Zwei ähnliche Signale, die aus unterschiedlichen Richtungen kommen (z.B. Direktschall und erste Reflexion) werden aus der Einfallsrichtung lokalisiert, aus der die erste Wellenfront kommt. Dabei kann das später auftreffende Signal sogar um 10 dB lauter sein als das erste. Die Verzögerung des zweiten Signals darf aber einen gewissen Schwellenwert/Echowert, nicht überschreiten, da sonst beide als getrennt voneinander wahrgenommen werden. Diese Zeit beläuft sich auf $t < 35\text{ms}$.

→ Der Haas – Effekt kann auch dazu führen, dass beim Hören im Stereodreieck innerhalb eines Raumes die Reflexionen an der Wand die Schalllokalisierung erschweren.

→ Haas-Effekt in der Praxis der **Live-Beschallung**:

Bei größeren Veranstaltungen stellt man, um bei weiterer Entfernung zur Bühne trotzdem einen homogenen Sound zu gewährleisten, sogenannte **Delay-Lines** auf. Dies sind Lautsprecher in einem gewissen Abstand zur Hauptbeschallungsanlage. Auf den Delay-Lines wird nun das selbe Signal **zeitverzögert** wiedergeben. Durch Errechnen bzw. teurerem Equipment kann man nun die Zeit ermitteln, die der Direktschall von der Bühne braucht, um die Delay-Lines zu erreichen. Wenn man genau diese Zeit einstellen würde, hätte man den Eindruck, die Bühne stehe auf Höhe der Sekundärbeschallung.

Addiert man nun zusätzlich 10-30ms gilt erneut das Gesetz der ersten Wellenfront, und die Bühne ist akustisch gesehen wieder da wo sie sein sollte.

3.4 Stereophonie

Stereophonie oder kurz Stereo beschreibt die Wiedergabe von Audiomaterial auf **mehreren getrennten** Kanälen, welche eine räumliche Lokalisation durch Laufzeit-, Klangfarben- und Lautstärkenunterschieden ermöglicht. Diese getrennten Kanälen müssen nicht zwangsläufig - wie in der Praxis oft vereinfacht – immer nur zwei sein. Auch Surround Sound kann

grundsätzlich als Stereophonie bezeichnet werden.

Dagegen setzt die **Monophonie** die Wiedergabe mit nur **einem** Lautsprecher bzw. Kanal voraus.

Stereodreieck, Phantomschallquelle und Sweet-Spot

Die korrekte Anordnung bei der Stereowiedergabe (2 Kanäle!), aber auch der -mischung, ist das **Stereodreieck (gleichseitig)**. Die Stereobreite wird beschrieben durch den Abstand zwischen linker und rechter Lautsprecherbox. Die Positionierung von Signalen innerhalb dieser Stereobasis kann durch Lautstärkeunterschiede erzielt werden. Wird z.B. ein Sinuston wiedergeben, so erscheint dieser genau in der Mitte (**Phantommitte**), wenn beide Boxen diesen **gleichzeitig** und **gleich laut** abspielen. Faktisch ist aber hier keine Schallquelle vorhanden! Deshalb spricht man auch von einer **Phantomschallquelle**, da Schall- und Hörereignisort nicht übereinstimmen.

Der **Sweet – Spot** befindet sich genau an der unteren Spitze des Dreiecks. Nur in diesem Punkt ist eine Phantomschallquelle genau in der Mitte lokalisierbar.

*→ Dies ist in Tonstudios die typische Sitzposition des Tontechnikers. Der Sweet-Spot spielt vor allem bei der Mischung, als auch der Aufnahme von Musikstücken eine entscheidende Rolle. Da **hohe** Frequenzen stärker gerichtet abstrahlen, sind die Hochtöner auf **Höhe der Ohrmuscheln** zu positionieren.*

3.5 Mikrofonpositionen und Abstrahlverhalten von Instrumenten

Für die meisten Instrumente gilt:

Tiefen breiten sich kugelförmig, Höhen/Obertöne eher gerichtet aus!

→ Es gibt kein „Rezept“ wie man ein bestimmtes Instrument abzunehmen hat! Es kommt darauf an, was man selbst für einen Sound erzeugen möchte! Die folgenden Ausführungen sind lediglich Tipps und Anregungen wie es in professionellen Tonstudios gehandhabt wird. **Wichtig: Der Sound entsteht bei der Mikrofonierung des Instruments. Mikrofontyp, Position, Signalkette, A/D-Wandler, Aufnahmeraum, etc. sind entscheidend!!**

Für die erfolgreiche Instrumentenabnahme gilt weiterhin:

FRONT END – Man muss vorne anfangen!

- **Fähige**, psychisch ausgeglichene **Musiker** (ebenso Techniker!)
- Gute, **gestimmte** Instrumente
- **Hochwertige Instrument-Verstärker**
- ebenso **hochwertige Mikrofone**, die den gewünschten Sound des Instruments optimal aufnehmen und möglichst originalgetreu wiedergeben.
- **Guter Aufnahmeraum**, mit möglichst geringer Nachhallzeit, bzw. ein zum Instrument passender Raum.
- **Gute Verkabelung** (keine billigen Kabel, denn diese sind stark verlustbehaftet)
- **Passende Mikrofonposition**, gegebenenfalls Stereomikrofonie einsetzen. Aber Vorsicht vor Frequenzauslöschungen durch Laufzeitunterschiede!

Weiterhin gilt: Das Mikrofon darf den Musiker nicht beim Spielen stören! Man muss den Kompromiss zwischen gutem Sound und der Position finden, bei der sich der Musiker nicht belästigt/in seiner Spielweise eingeschränkt fühlt.

3.5.1 Klavier/Flügel

Man unterscheidet beim Klavier zwischen Upright Piano (steht meist an der Wand) und Flügel.

Grundsätzlich kann man sagen, dass eine Stereomikrofonie bei der Abnahme eines Klaviers zu empfehlen ist. So werden die hohen Töne relativ realitätsnah eher rechts (im Panorama), und die tiefen auf der linken Seite wiedergegeben. Ein Klavier soll in den meisten Fällen „breit“ klingen, das bedeutet möglichst die gesamte Stereobreite einnehmen. Um den Raumeindruck zu verbessern kann man zusätzlich Stützmikrofonie einsetzen.

Für die Nahmikrofonie gibt es 2 Möglichkeiten:

1. direkt über der Mechanik (Hämmern): daraus ergibt ein sehr brillianter, harter Klang, der viel Anschlag besitzt
2. etwas weiter von den Saiten entfernt, in der Mitte vom tiefen und hohen Bereich: ausgewogener Klang, der immer noch sehr direkt ist. Achtung: Je näher man Mikrofone in Richtung des Flügel-Deckels positioniert, desto mehr Reflexionen wird man einfangen.

→ *Typische Mikrofone für die Abnahme von Pianos:*
Bei Solo Instrumenten-Abnahme eignen sich als Raummikros am Besten Großmembrankondensatormikrofone wie z.B. das Neumann TLM 50 oder U87.
Für die Nahmikrofonie eignen sich sowohl Groß- als auch Kleinmembran Kondensatormikrofone:

- Neumann TLM170, KM 183/184
- Schoeps MK2/MK4
- Sennheiser MKH-Reihe

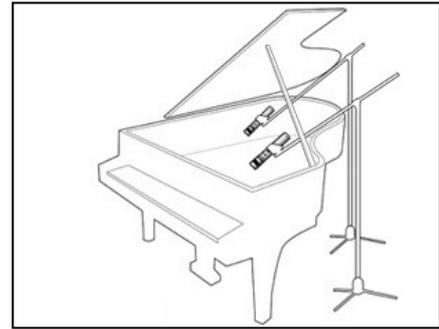


Abb. 3.1 – Mikrofonierung Flügel

3.5.2 Akustik – Gitarre

Die A-Gitarre kann in mehrere Typen unterteilt werden, die sich in Größe, Klang oder Bauart unterscheiden:

- klassisch/spanisch (Saiten aus Nylon)
- Western (Stahlsaiten)
- halbakustisch
- Halbresonanz (flacher Korpus)
- Steel-Gitarre (Metallkorpus)
- Banjo
- Mandoline
- Etc.

Für die Mikrofonpositionen bei **Mono**abnahme der Gitarre sollte man folgende Dinge beachten:

1. **Abstand ca. 20-50cm** vom Instrument entfernt. Wählt man den Abstand zu gering, werden Anschlag und Griffgeräusche zu laut aufgenommen. Entscheidet man sich für einen zu großen Abstand, dominiert eventuell der Diffusschall und die Aufnahmen sind unbrauchbar!

→ *Räume für Instrumente spielen erst beim Mixing eine Rolle und werden meist virtuell erzeugt (außer es ist bei der Aufnahme erwünscht und beabsichtigt!).*

2. Abnahme am **Schallloch**: voller Klang, eher basslastig
3. Zwischen **Hals und Schallloch**: brillanter, ausgewogener Klang (Achtung: Griffgeräusche)
4. Am **Steg**: perkussiver, leicht holziger Klang

Oft werden A-Gitarren im Studio auch mit **Stereo**verfahren aufgenommen. Dies ist nicht unüblich denn der Vorteil ist das sich Gitarre im Mix schön ausbreitet.

Eine typische Variante ist die **A-B-Stereo** Aufnahmetechnik. Dabei zeigt ein Mikrofon (egal ob Groß- oder Kleinmembran) auf das Schalloch und das andere auf den Steg. Man orientiert sich hierbei oft am 12ten Bund der Gitarre.

Ebenfalls denkbar sind **M/S-** oder **X-Y-**Verfahren

→ *Typische Großmembran*

Kondensatormikrofone zur Gitarrenabnahme:

- AKG C-414 oder C-12
- Neumann U87 oder TLM 103
- Brauner VM-1

Typische Kleinmembran Kondensatormikrofone für die Brillanz und mit Position auf den Steg (12ter Bund):

- AKG C 1000S
- Sennheiser MKH-40 oder MKH-8040

3.5.3 Elektro-Gitarre (E-Git.)

Die Aufnahme der **E-Gitarre** kann man mit zwei unterschiedlichen Verfahren realisieren:

- mit einem Line-Signal (vorverstärkt):
Abnahme erfolgt entweder mit einer **DI-Box** oder der Amp besitzt einen eigenen **Recording-out/Direct out**.

Merkmal: Man hat das reine, unverfälschte, „trockene“ Gitarrensinal (ohne Raumklang). Klingt meist charakterlos und langweilig.

→ *Wird oft zusätzlich aufgenommen, um später über eine Amp-Simulation oder Re-Amping das Signal erneut aufzunehmen und den Mix damit zu optimieren.*

- mit der **Speaker Abnahme** (wird i.d.R. verwendet):

Merkmal: Vollerer Klang, mehr Raumanteil und viel ausgewogener.

→ *Bei der Abnahme mit einem Mikrofon ist zu beachten, dass man es direkt vor den Speaker positioniert. Oft ist der Bespannstoff der Box*

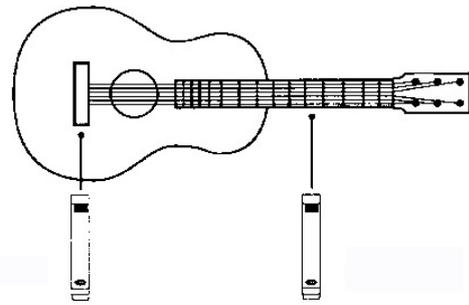


Abb. 3.2 – A-B-Stereo bei A-Gitarre



Abb. 3.3 – M/S-Stereo bei A-Gitarre



Abb. 3.4 – X-Y-Stereo bei A-Gitarre



Abb. 3.5 – Ampabnahme Bass/Gitarre

zu dunkel, so dass man nicht genau erkennen kann wo sich der Lautsprecher befindet. Der Speaker einer Gitarrenbox weist innerhalb der Membran unterschiedliche Frequenzgänge auf. In der Mitte beispielsweise werden die hohen Frequenzen (bis ca. 7kHz – abhängig vom Speaker) abgestrahlt, wobei die tieferen (bis ca. 80Hz) eher am Rand wiedergegeben werden. D.h. der Sound wird von innen nach außen hin dumpfer.

Um einen Gitarrenamp abzunehmen hat man verschiedene Möglichkeiten. Man unterscheidet zwischen **center**, **off-center** und einer **gewinkelten Mittelposition**. Mit gewinkelt ist gemeint, dass man das Mikrofon leicht schräg auf den halben Radius des Speakers ausrichtet. Die Membran des Mikros ist also nicht wie bei der center oder off-center Variante parallel, sondern um ca. 30 Grad zum Lautsprecher geneigt. So kann man das Risiko einer Übersteuerung durch das Mikrofon minimieren.

Man bevorzugt bei der Aufnahme die **Close-Miking Technik**. Der Abstand hierbei beträgt 1 - 10 cm direkt vor dem Bespannstoff der Box.

→ *Typische Mikrofone zur E-Gitarren Abnahme:*

- *Shure SM 57/58*
- *Sennheiser MD 409, e606, MD421, e906*
- *Kondensatormikrofone (mit Vordämpfung!)*
 - *AKG C-414*
 - *Neumann U87, KM184*

Oft werden an Gitarrenamps mehrere Mikrofone auf verschiedenen Positionen ausgerichtet und aufgenommen, um sie später im Mix auswählen, vergleichen oder kombinieren zu können. Bei der Kombination ist jedoch auf die Phasenlage zu achten, da unterschiedliche Entfernungen zu Laufzeit- und damit zu Phasenunterschieden führen. Hierdurch können Erhöhungen oder Auslöschungen im Spektrum entstehen.

→ *Ebenfalls beliebt ist das **Phasing** während einer Aufnahme. Dabei werden beim Recording zwei (gleiche) Mikrofone eingesetzt, die hintereinander aufgestellt sind. Der Tonassistent bewegt nun das zweite (weiter entfernte), während der Gitarrist spielt, immer wieder langsam hin und her. Durch die Laufzeitunterschiede (Interferenzen) werden nun bestimmte Frequenzen verstärkt, bzw. gedämpft. Der Tontechniker in der Regie beurteilt nun das Klangergebnis und sagt dem Assistent auf Kommando an einer geeigneten Position, wo das zweite Mikrofon zu platzieren ist. So kann man wunderbar einen gewissen Sound kreieren, den man zuvor nicht hatte (ist ein Wunschdenken, da dies oft sehr viel zeit in Anspruch nimmt. Denselben Effekt könnte man Softwareseitig mit **Time-Adjuster**, also Verzögerungseffekten realisieren)*

3.5.4 E-Bass

Beim **E-Bass** gilt ähnliches Prinzip wie bei der E-Gitarre. Hier besteht sowohl die Möglichkeit einer Speakerabnahme als auch über die DI-Box bzw. Direct/Recording-Out.

Folgende 3 Verfahren stehen zur Auswahl:

- der reine Instrumentenklang (DI aus dem Bass)
- Line-Signal aus dem Pre-Amp (kann meist noch am Verstärker verändert werden)
- Speaker-Abnahme per Mikrofon

→ *Typische Mikrofone:*

- AKG D112
- Sennheiser MD421

Meist ist eine Speakerabnahme nicht sinnvoll, da die Wellenlängen von tiefen Frequenzen sehr viel länger sind als bei hohen, und der eigentliche Sound (z.B. Subbass) erst in mehreren Metern hinter der Box entsteht.

Man kann die einzelnen Sounds (z.B. Direct-Out und Speaker Sound) miteinander mischen und kombinieren. Dies ist in der Praxis oft der Fall. Der DI-Sound liefert hierbei die härtesten Impulse, wie Attack und Höhen. Der Sub-Anteil wird dann durch das Mikro geliefert. Dies gilt vor allem für Aufnahmen eines Slap-Basses.

3.5.5 Schlagzeug

Die Königsdisziplin des Recordings ist die Aufnahme vom **Schlagzeug**. Ein Schlagzeug ist zwar als eigenständiges Instrument anzusehen, dennoch besteht aus einer Vielzahl von „Unterinstrumenten“ die zusammen das komplette **Drumset** bilden. Damit sind die einzelnen Kessel und Becken gemeint (Snare, Bassdrum, Toms, Hihat, Ride, Crashbecken, Splash, Cowbell, etc.).

Für eine professionelle Aufnahme müssen diese alle einzeln mikrofoniert werden. Dabei muss auf mehrere Faktoren genau eingegangen und aufgepasst werden, wie z.B. das Übersprechen der einzelnen Trommeln oder den Laufzeitunterschieden bei der Overhead Stereomikrofonie.

Doch bevor ein Schlagzeug mikrofoniert werden kann, sollte es gründlich gestimmt und ggf. gedämpft werden.



→ *die Klangentfaltung des Schlagzeugs ist genau umgekehrt zu der des Gitarrenspeakers. In*

der Mitte, also dem Punkt mit der größten Auslenkung, entstehen die tiefsten Frequenzanteile. Dies wird auch als **Druckbereich** bezeichnet. Zum Rand hin entstehen nach und nach mehr hohe Frequenzen und die Zahl der Obertöne steigt.

BassDrum/BD/Kick Drum

Eigenschaften der **Bassdrum**:

- Größe der BD zwischen 18 und 24 Zoll
- Schalldruck bis zu **140 dB** (SPL)
- **Resonanzfell mit Loch** (zur Dämpfung und Mikrofonierung geeignet. Der meiste Druck entfaltet sich genau auf Höhe des Schalllochs, da das Volumen nur durch diese Öffnung entweichen kann)

→ Bei Jazz- und Klassiksets fehlt oft das Loch

- Decken und Handtücher können bewirken, dass die BD gedämpft wird. Sie machen den Sound trockener, und wirken als Absorber
- Direkt bei der Öffnung des Schalllochs des Resonanzfells entstehen starke Luftströmungen. Daher ist zu beachten, dass die Membran des eingesetzten Mikrofons nicht auf gleicher Höhe positioniert ist!

Mikrofonpositionen:

- Der typische „Kicksound“ entsteht **direkt hinter** dem Hammer der Fußmaschine und ist in jedem Fall zu mikrofonieren!
Das Mikrofon sollte also direkt hinter dem Schlagfell gesetzt werden. Dadurch erhält man einen sehr direkten und trockenen Sound mit viel Anschlag.
- In der Mitte der BD bekommt man einen **voluminöseren** Sound, der aber weniger Anschlag, also Kickanteil besitzt. Man sollte sich für diese Position entscheiden, wenn man nur ein Mikro besitzt oder einfach nur zu wenig Zeit hat. Live wird sehr häufig diese Variante benutzt, da es sehr schnell gehen muss und das Soundergebnis sehr zufriedenstellend ist.
- Der **Subanteil** (wegen der längeren Wellenlänge) befindet sich eher in Richtung des Schalllochs. Zu empfehlen ist eine Mikrofonierung direkt vor bzw. knapp hinter dem Loch (niemals die Membran auf Höhe des Resonanzfells). Direkt am Resonanzloch hat man viel Volumen/Subbass, dafür aber wenig Anschlag. Entscheidet man sich für die äußere Position wird man mit mehr Raumanteil rechnen müssen, dafür erhält man einen sehr natürlichen Klang. Diesen Klang nennt man auch „**Zuhörerklang**“



Abb. 3.7 – Abnahme Bassdrum

→ Oft werden mehrere Mikrofone eingesetzt und die oben beschriebenen Positionen kombiniert. D.h. ein Mikro wird direkt am Schlagfell gestellt um den hohen Kickanteil aufzunehmen, ein anderes auf Höhe des Resonanzlochs für den Subbass. Im Mix werden

beide zusammengemischt, und können unabhängig voneinander unterschiedlich laut gepegelt, entzerrt, komprimiert, etc. werden.

→ Typische Mikrofone.

- AKG D112
- Beyerdynamik M88
- Electrovoice RE 20
- Shure Beta 52/91 aber auch SM 57/58 (Kicksound)

→ Auch sehr beliebt beim Drumrecording sind **Grenzflächenmikrofone (PZM)**. Doch Vorsicht! Dies sind Kondensatormikrofone, und daher empfindlicher gegenüber hohen Schalldrücken! Gegebenenfalls die Vordämpfung berücksichtigen.

SnareDrum/SD/Singsaitentrommel

Eigenschaften:

- Meist in der Standardgröße 14 Zoll
- evtl. Kessel aus Metall, dadurch mehr Obertöne als Holz, dafür aggressiver und nicht so „warm“
- Snare – Teppich, also Drahtspiralen an der Unterseite, die mechanisch an das Fell gespannt sind, formen den typischen SD Sound.

Mikrofonpositionen:

- ca. 5cm über dem Rand des Kessels, mit Ausrichtung auf die Schlagfellmitte.
Achtung: Kann ein Übersprechen der Hi-hat zur Folge haben.
Lösung: Off-axis auf HH, bzw. gerichtete Charakteristik wählen (wie z.B. Super-/Hyperniere)
- Abnahme von unten: Abnahme des Snareteppichs, um das Schnarren der Drahtspiralen einzufangen. Hier empfiehlt sich ein Kondensatormikrofon, um die Brillanz besser zur Geltung bringen zu lassen.
Achtung: Hoher Schalldruck, evtl. Vordämpfung vorschalten!



Abb. 3.8 – Abnahme Snare

→ Beim Mixing werden meist beide Varianten aufgenommen, um mit einem guten Snare bottom und -top Verhältnis die SD noch ausgeglichener klingen zu lassen.

Hinweis: Bereits bei der Aufnahme die **Phase drehen um 180 Grad** um Kammfiltereffekte und somit Frequenzauslöschungen zu vermeiden

→ Typische Mikrofone:

Entscheidend ist die Verwendung. SnareDrum von oben wird häufig mit dynamischen Mikros abgenommen, von unten (**Stützmikrofon**) kann man sowohl dynamische als auch elektrostatische ausprobieren.

Von oben:

- Sennheiser MD441, MD421, e606, e906
- Shure SM57

Toms

Die **Toms** (meist 3, abhängig vom Set) sind ähnlich zu mikrofonieren wie die SD. Es gibt sowohl Stand- als auch Hängetoms. Gängige Größen können sein: 10, 12, 13, 14, 16 Zoll. Sehr oft klingen Toms zu lange nach, das bedeutet der Bauch des Kessels schwingt zu lange mit. Dies will man i.d.R. vermeiden, da dies den Drumsound verwaschen klingen lässt. Lösung: Abdämpfen der Felle am Rand mit Panzertape oder Taschentücher. Dadurch wird der Sound trockener, klarer und kann sich im Mix besser durchsetzen. Ebenfalls zu beachten ist das Übersprechen zu anderen Toms bzw. deren Mikrofonen. Dies kann man aber beim Abmischen durch entsprechende Noise Gates korrigieren.

→ *Typische Mikrofone:*

- siehe SD

Hi-Hat

Die **Hi-Hat** ist ein komplexes Instrument, dessen Frequenzgang sich von ca. 400 Hz bis sogar in den Ultraschallbereich erstreckt. Im Mix und somit für den Drumsound relevant sind jedoch hauptsächlich die höheren Frequenzen. Die (tiefen) Mitten sollten bestenfalls schon bei der Aufnahme herausgefiltert werden. Entweder durch geeignete Mikrofone oder durch entsprechende EQ-Einstellungen am Mischpult.

Achtung: Ähnlich wie bei der Bassdrum muss man bei der Hi-Hat die Luftströme zwischen dem oberen und unteren Becken berücksichtigen!

Mikrofonposition:

Die Position des HH-Mikros sollte sich vor allem an der Snare orientieren, um ein Übersprechen zu vermeiden. Deshalb dreht man es leicht versetzt, mit der Kapsel schräg von der SD weg. Ebenfalls zu beachten sind die Becken, die in nächster Nähe, oft schon direkt darüber aufgestellt sind.

Am besten eignet sich ein gerichtetes Mikrofon mit beispielsweise Super- oder Hypernierencharakteristik.

Das Mikrofon wird also ca. 10cm angewinkelt auf den äußeren Rand der HH zeigend positioniert. Die HH hat die hohen Frequenzen außen, nach innen nehmen die tieferen zu.

→ *Typische Mikrofone:*

Generell sind Kleinmembran Kondensatormikrofone zu bevorzugen! Diese können sein:

- Sennheiser MKH40
- Neumann KM184
- AKG C-1000S
- Schoeps CMC (MK-4-Kapsel)

Overheads/OH (Raummikrofone)

Sinn und Zweck von OH Mikrofonen ist in erste Linie die Beckenaufnahme (Ride, Crash, Splash, China etc.). Von Vorteil ist, dass man das komplette Schlagzeug erstmals als Ganzes abgenommen hat. Das Set wirkt nun mehr oder weniger räumlich, abhängig von der angewandten Technik. Im Studio werden OHs fast ausschließlich als Stereopaar mikrofoniert. Dies bewirkt einen guten Raumeindruck und das Drumkit wirkt nicht mehr so statisch.

Zur Unterstützung des Raumeindrucks können zusätzlich Raummikrofone verwendet werden. Wo diese platziert sind, hängt stark vom Raum und der eigenen Klangvorstellung ab.

→ Live kommt manchmal nur ein Mono-Overhead zum Einsatz.

Es gibt in der Praxis verschiedenen Stereoverfahren, die sowohl Vorteile als auch Nachteile mit sich bringen.

→ Verwendet werden zur Abnahme entweder Kleinmembran- oder Großmembran Kondensatormikrofone. Will man einen impulstreuen, natürlichen Klang, setzt man auf Kleinmembran. Entscheidet man sich für Großmembran, so hat man einen stärker „gefärbten“ Klang mit weicheren Impulsen zu erwarten.

Um mikrofonbedingte Klangunterschiede zu vermeiden greift man auf Stereopärchen (**matched-pair**), also 2 baugleiche Mikros aus derselben Produktionscharge, zurück.

Grundsätzlich kommen für die Stereomikrofonie im Studio 3 unterschiedliche Formen, die sich vor allem durch Pegel- und Laufzeitunterschiede unterscheiden, zum Einsatz:

1. **Laufzeitstereofonie** (klein/groß A-B-Stereo)
2. **Intensitäts- oder Koinzidenzstereofonie** (XY-Stereo, M/S-Stereo, Blumlein-Stereo)
3. **Äquivalenzstereofonie** (ORTF-Stereo, NOS-Stereo)

Merkmale und Eigenschaften von Stereoverfahren

1. **klein/groß AB-Technik**

- gute Stereobreite (gute Lokalisation)
- große Laufzeitunterschiede
- schlechte Monokompatibilität
- Kapselabstand ca. 20 – 80cm
- kein Öffnungswinkel der Kapseln zueinander

2. **XY-Technik**

- kaum Stereobreite
- keine Laufzeitunterschiede
- sehr gute Monokompatibilität
- kein Kapselabstand, da diese direkt übereinander bzw. leicht versetzt
- Öffnungswinkel 90 – 110 Grad

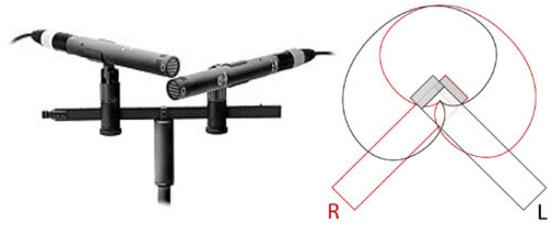


Abb. 3.9 – X/Y-Aufstellung

3. ORTF-Technik (office de radiodiffusion télévision française)

- bedingte Stereobreite
- geringe Laufzeitunterschiede
- bedingte Monokompatibilität
- Kapselabstand: 110 Grad
- Öffnungswinkel: 17cm (Ohr-zu-Ohr-Abstand)

→ I.d.R. muss man bei der Schlagzeugmikrofonierung viel ausprobieren! Ein Rezept für guten Sound gibt es nicht! Dieser ist von vielen Faktoren abhängig. Das teuerste Equipment, ein perfekter Raum und das Know-how sind nutzlos, sobald der z.B. Drummer unfähig oder das Set verstimmt ist.

Man sollte weiterhin für das Drumrecording die meiste Zeit einplanen, denn hier geht erfahrungsgemäß am meisten schief.

3.5.6 Streichinstrumente

Das wichtigste bei **Streichinstrumenten** ist, dass deren Aufnahmen natürlich klingen, egal ob es sich um Violine, Bratsche, Kontrabass, etc. handelt.

Ferner muss man unterscheiden, ob man ein **Soloinstrument** oder ein **Ensemble/Orchester** aufnimmt. Die Frage der Mono- bzw. Stereoaufnahme macht hierbei einen großen Unterschied.

→ *Ensemble/Orchester werden normalerweise mit einer der oben erläuterten Stereovarianten mikrofoniert. Diese Anordnung wird als **Hauptmikrofonie** bezeichnet (oft AB-Stereo oder ORTF). Sie hat den Zweck, das Orchester als Ganzes wiederzugeben und weiterhin den Raumeindruck (was bei Ensembles/Orchestern enorm wichtig ist) zu vermitteln. Der individuellen Pegelanpassung jedes einzelnen Instruments dient die **Stützmikrofonie**. D.h. jedes Instrument oder jede Instrumentgruppe wird mit eigenen, geeigneten Mikrofonen versehen.*

Im weiteren Verlauf soll nur noch auf die Soloabnahme im Studio eingegangen werden. Soloinstrumente erfordern keine Stereophonieverfahren. Sie werden mit einem passenden Mikrofon versehen und dann in einem geeigneten Raum aufgenommen. Alternativ nimmt man für Streichinstrumente trockene Räume (mit geringem Nachhall), und versehen es dann mit einem „künstlichen“ Raum/Hall. So hat man im Mix später mehr Möglichkeiten und das Instrument kann leichter „eingepasst“ werden.

Hinweis: Wie bei allen anderen akustischen Instrumenten auch, ist bei den Streichern ein „close-miking“ eher unerwünscht. D.h. Durch zu nahe Abnahme kann es zu übermäßigen Griffgeräuschen oder zu lautem Anblasen bei Mundstücken oder Anzupfen bei Saiten kommen. Diese Geräusche sind zwar oft auch erwünscht, da sie einen gewissen natürlichen Charakter dem Instrument verleihen, sollen jedoch nicht überbetont werden!

→ Typische Mikrofone:

Zunächst kann man sagen, dass man für alle Art von Streichinstrumenten Kondensatormikrofone benutzen sollte. Sie besitzen einen ausgewogeneren Frequenzgang und verfälschen den Klang oft nur sehr gering. Kleinmembran Mikros färben den Klang kaum, klingen jedoch nicht so voluminös wie die Großen. Großmembran Mikrofone bringen mehr Bauch und sind gerade im tiefen Mittenbereich äußerst ausgeprägt. Weiterhin ist zu erwähnen, dass ein Mikrofon auf einem Stativ oft auch sehr wenig Sinn macht, da sich die Musiker oft beim Spielen bewegen. In manchen Fällen reicht sogar ein gut klingender Raum mit einem Druckempfänger (Kugelcharakteristik) um zu einem zufriedenstellenden Ergebnis zu gelangen.

Häufig verwendete Kleinmembran Mikros:

- Sennheiser MKH20/MKH40*
- Neumann KM184/183/140*
- dpa 4011TL*

Häufig verwendete Großmembran Mikros:

- Brauner VM-1, Valvet*
- Neumann TLM170, U87, M149*
- Microtech Gefell M-930, UM-930*

Beim **Violoncello/Kontrabass (Upright Bass)** sollte man eher auf Großmembran zurückgreifen. Diese Instrumente besitzen eine größere Klangfülle im Tiefmittenbereich, dadurch kann man ohne Probleme – neben denen von vorne – Mikrofone hinter den Musiker stellen um die tieferen Frequenzen einzufangen. Man muss jedoch beachten, das man mit solch einer Methode eventuell mit Phasenproblemen zu kämpfen hat. Hilfreich kann dabei der Phasendreh-Knopf am Mischpult sein.

Zusätzlich können natürlich weitere Raummikrofone aufgestellt werden.

Aber Vorsicht: Viel hilft nicht unbedingt viel!

Und: Abstand bringt Natürlichkeit!

3.5.7 Blasinstrumente

Blasinstrumente werden unterschieden nach ihrem Material. Es gibt demnach **Holz- und Blechblasinstrumente**.

Zu Holzblasinstrumenten gehören alle, die mit einem Mundstück aus Holz gespielt werden/wurden, bzw. deren gesamter Korpus aus diesem Material besteht/bestand. Dazu gehören: Flöte, Querflöte, Klarinette, Fagott, Saxophon, Bassklarinette, Oboe, etc.

Blechblasinstrumente sind: Tuba, Trompete, Posaune, Horn, Susaphon.

Blasinstrumente sind vom Prinzip her ähnlich wie Streichinstrumente zu mikrofonieren. Zu empfehlen sind jedoch eher dynamische Mikrofone, da der Schalldruck teilweise erheblich höher ist (bei der Trompete bis zu 140 dB (SPL) bei 20cm Abstand)

→ *Der wesentliche Unterschied zwischen beiden Gattungen besteht im Abstrahlverhalten. Bei Holzblasinstrumenten werden die Töne nicht nur aus dem Schalltrichter, sondern über den ganzen Korpus abgegeben. Der Klang des Trichters ist brillanter als der über den Korpus.*

Bei den Blechblasinstrumenten wird der Hauptklang über den Trichter abgestrahlt. Je weiter man sich aus der Mitte (des Trichters) nach außen entfernt, desto mehr Höhen gehen verloren. Man sollte deshalb das Mikrofon etwas aus der Mitte nach außen drehen.



Abb. 3.10 – Abnahme Saxophon

3.5.8 Gesang-/Stimmenaufnahme (Vocals)

Das Einsingen ist eine sehr persönliche Angelegenheit, und erfordert neben den tontechnischen Kenntnissen auch psychologisches Feingefühl. Des Weiteren ist die Stimme oft sehr anfällig und daher nicht allzu lange belastbar. Deshalb hier für die Gesangsaufnahme folgende Hinweise:

- Alle Instrumente, die hörbare Resonanzen erzeugen, müssen aus dem Aufnahmeraum entfernt werden.
- Es sollte eine entspannte Atmosphäre geschaffen werden.
- Man muss sich genügend Zeit nehmen!
- Der Künstler sollte sich wohlfühlen, dazu gehören auch ausreichend Getränke wie Tee, stilles Wasser oder auch Wein
- Die Temperatur darf nicht zu hoch sein, damit die Luft nicht zu trocken ist.
- Schmuck (Halskette, Armbänder) müssen vor der Aufnahme abgelegt werden, da sie Störgeräusche hervorrufen können.
- Generell, und vor allem bei der Gesangsaufnahme, sollten geschlossene Kopfhörer verwendet werden! Sie verhindern ein Übersprechen auf die Mikrofone.
- Wichtig ist auch der Kopfhörermix, der individuell auf den Künstler abgestimmt werden muss.

Mikrofonpositionen:

- Mikrofon hängend von oben (Unterkante Oberlippe)
Zisch- und S-Laute werden nicht so stark aufgenommen, da sie nach unten „abfallen“
- Abstand ca 10cm bis 50cm für gut klingende Nahbesprechungseffekte. Ansonsten eher weiter entfernt (bei gut klingenden Räumen)

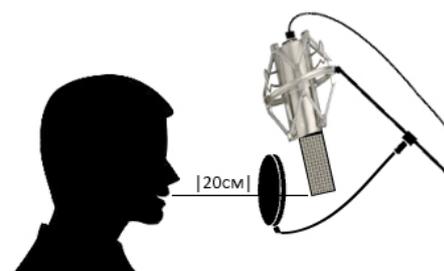


Abb. 3.11 – Aufnahme Gesang

→ Opernsänger singen mit einem Mikrofonabstand bis zu 3m!

Typische Mikrofone:

- Neumann U87, U69, U47, TLM103, M149, M150
- Brauner VM-1, Valvet
- AKG C-414, C12
- Rode Classic2, NTK
- etc.

4. Klangtheorie

4.1 Begrifflichkeiten

Ton	reine Sinusschwingung/einzelne Frequenz
Tongemisch	verschiedene beliebige Töne zusammengemischt
Klang	Grundton (Sinus) mit dazugehörigen Obertönen, und deren (ganzzahligen harmonischen Vielfachen
Klanggemisch	verschiedene Klänge zusammen
Geräusch	Mischung aller Arten
Rosa Rauschen	Alle Frequenzen über das komplette Spektrum verteilt. Die Dichte innerhalb eines Frequenzbereichs bleibt konstant, jedoch nimmt die Amplitude der Teiltöne bei Frequenzverdopplung um 3 dB ab
Weißes Rauschen	Ein Rauschen, bei dem die Dichte der Teiltöne pro Hertz Bandbreite und deren Amplituden im gesamten Frequenzbereich gleich bleibt

4.2 Klangspektrum

Ein Klang setzt sich wie folgt zusammen:

Er besteht aus einem **Grundton** und (harmonischen) **Obertönen**.

Der Grundton ist die tiefste auftretende Sinusschwingung. Er bestimmt die **Tonhöhe**. Die Obertöne sind ebenfalls einzelne, mehrere (höhere) Sinusschwingungen, die den Klangcharakter, wie **Klangbild** und **Klangfarbe** spezifizieren.

4.3 Verzerrungen

Verzerrungen lassen sich in **lineare** und **non-lineare Verzerrungen** unterteilen:

- **lineare Verzerrungen:** sind **Anhebungen/Dämpfungen** von Frequenzen, die im Originalsignal bereits vorhanden waren.

→ *Praktische Anwendung: Equalizer*

- **non-lineare Verzerrungen:** hier kommen zum Originalsignal neue Frequenzen hinzu. Sie entstehen meist aufgrund von **Clipping** (Übersteuerung). Diese Art von Verzerrungen sind **additiv**.

→ *Clipping entsteht, wenn die Bauteile eines Systems die eingehende Spannung nicht mehr sauber verarbeiten können. Dabei werden die Amplituden der Sinuswellen „abgeschnitten“ und das Signal wird verfälscht. Es entstehen obertonreiche Rechteckswellen. Das ausgehende Signal hat nun nichts mehr mit dem Ursprungssignal zu tun. Es kann auch nicht mehr reproduziert werden.*

*Dieser Effekt wird jedoch in der Praxis sinnvoll verwendet, z.B. **Overdrive, Exciter** oder **Distortion** (elektro-Gitarre).*

4.4 Amplitudenhüllkurven von Klängen

Die Amplitudenhüllkurve gibt Aufschluss über den zeitlichen Verlauf eines Klanges. Er wird in 3 (beim Synthesizer 4) Phasen unterteilt:

1. Einschwingphase: wichtigste Phase. Sie ist wesentlich für das Spezifizieren von Instrumenten. Durch sie können wir den Klang wiedererkennen und mit Erfahrungswerten vergleichen und analysieren. Diese Phase wird als **Attack** bezeichnet. Bei der Einschwingphase treten zusätzlich geräuschbehaftete Klanganteile, die **Transienten** auf (wie z.B. Bogengeräusche bei der Geige, Anblasen bei Holz-/Blechblasinstrumenten oder Griffgeräusche beim Klavier).

Beispiel: Attack beim Piano ist die Zeit, die verstreicht bis der Ton vollständig mit der Hammermechanik angeschlagen wurde.

2. Quasi-stationäre Phase: Die Phase bei der vor allem die Obertöne entstehen und verändern. Es treten sogenannte **Formanten** auf (besonders betonte Frequenzbereiche), die für den instrumententypischen Klang verantwortlich sind. Diese Phase bezeichnet man als **Sustain**.

Die Formantenentstehung und -betonung ist an **Resonanzen** (erzwungenes Einschwingverhalten aufgrund der Instrumentenbeschaffenheit, z.B. Kessel einer Schlagzeugtrommel) gebunden. Hier wird vor allem die Klangfarbe des Instruments geprägt.

3. Ausschwingphase: Zeit von der Beendigung der Anregung der Schwingung bis hin zum vollständigen Verstummen des Klangs, z.B. Absetzen des Geigenbogens und Abklingen des Resonanzkörpers. Wird als **Release** bezeichnet.

5. Grundlagen des Mixing

5.1 Mixing Vorgehensweise

Grundsätzlich kann man sagen, dass jeder Tontechniker bzw. Mixingengineer anders an das Thema Mischen von Songs herangeht. Jeder schwört auf seine Techniken oder auch auf Erfahrungswerte. Dies ist ganz normal, doch erfordert langjähriges, praktisches Arbeiten in diesem Bereich. Im Folgenden soll nun näher auf die (grobe) Vorgehensweise beim Mixing eingegangen werden.

Zunächst sollte beim Mischen das unbrauchbare Audiomaterial entfernt werden. Dazu gehört z.B., Gesangsspuren zu „säubern“, indem Teile, in denen nicht gesungen wird, entfernt werden. Ebenfalls sollte beim Schneiden stets auf fade-in bzw. fade-out geachtet werden, um Knackser zu vermeiden.

Weiterhin werden Stereospuren, wie z.B. Keyboard/Piano oder Overheads, im Panorama nach links und rechts gedreht. So erhält man schon eine gewisse Stereobreite, und im Mix wird der Center „entlastet“. Ebenso können Chöre oder Backingvocals im Panorama weit nach rechts und links geschoben werden (Nicht aber der Hauptgesang. Er sollte stets im Vordergrund sein, also im Center lokalisiert werden).

Als nächsten Punkt kann man nun mit der Kompression von einzelnen Instrumenten fortfahren. Gerade die Gesangsstimme hat oft einen hohen Dynamikbereich. Um den Pegel konstant zu halten, wirkt man mit signalverdichtenden Kompressoren entgegen. Die Stimme wird somit durchsetzungsfähiger. Ebenso komprimiert man beispielsweise die Kickdrum, Snaredrum oder auch verzerrte E-Gitarren.

Essentiell wichtig für jeden Mix ist das präzise Wahrnehmen der einzelnen Instrumente. Jedes sollte gut zu hören und nicht von einem anderen Instrument verdeckt sein. Man „macht Platz“, indem man Frequenzen absenkt, die für das jeweilige Instrument nicht so wichtig sind. Unabdingbar ist hierbei der Einsatz von Lowcut Filtern, um Trittschall oder Griffgeräusche im tiefen Frequenzbereich zu entfernen.

Am Ende jeder Mischung konzentriert man sich auf die Effekte bzw. Automationen. So werden z.B. Hall- oder Delayparameter auf Stimme, Gitarren oder Schlagzeug eingesetzt. Der Fantasie sind hierbei keine Grenzen gesetzt und der Einsatz liegt stark am bearbeiteten Mixingengineer, da dies ein kreativer Prozess ist und es somit kein genaues Rezept gibt. Wichtig ist jedoch das man Effekte gezielt und dezent einsetzt. Ein guter Hall z.B. auf der Stimme ist kaum hörbar, jedoch essentiell wichtig.

Oft ist es hilfreich während der Mixingphase Musik abzuspielen, die der jeweils zu Mischenden stark ähnelt. So kann man vergleichen ob das Mixing in die gewünschte Richtung verläuft.

5.2 Tiefenstaffelung

Die Tiefenstaffelung beschreibt die Platzierung der Instrumente im Stereodreieck. Manche erscheinen weiter „vorne“, manche weiter „hinten“. Dies kann durch verschiedene Werkzeuge und Methoden realisiert werden (z.B. Lautstärke, Kompression, Equalizing, etc.). Man kann sich auch eine virtuelle Bühne vorstellen auf der man alle Instrumente neben- und hintereinander platziert. Die Breite kann man z.B. mit dem Panoramaregler, die Tiefe, wie oben bereits erwähnt durch Lautstärkeangleich oder Hallparameter erzielen. Die Tiefe sollte möglichst authentisch und realitätsnah geschaffen werden. Das Schlagzeug und die Bassgitarre eher im Hintergrund (hinten), jedoch nicht weniger präsent, die Gitarren (E-Gitarre/Akustikgitarre) etwas weiter vorne. Am wichtigsten bei (fast) jeder Art von Musik sind jedoch die Leadvocals. Sie sollten im Mix möglichst weit „vorne“ und möglichst präsent sein.

→ *Wichtig: Auf Kontraste achten! Ohne „hinten“ kein „vorne“, ohne „links“ kein „rechts“, ohne laut kein leise.*

5.3 Dynamik

Die Dynamik eines Systems beschreibt den Bereich zwischen Minimal- und Maximalpegel. Dieser wird in elektronischen Systemen durch physikalische Grenzen definiert. Sehr leise Töne/Signale werden vom Grundrauschen verdeckt, zu laute übersteuern das System und klingen verzerrt.

→ *Eine Schallplatte hat eine nutzbare Systemdynamik von 54 dB, eine CD liegt bei 56 dB. DVD-Audio bietet eine Dynamik von 120 dB, was der des menschlichen Gehörs entspricht.*

Dynamikbegriffe:

- **effektive Systemdynamik:** ist der tatsächlich nutzbare Bereich zwischen Footroom und Headroom.
- **maximale Systemdynamik:** Dieser Begriff definiert den Bereich zwischen Grundrauschen und Clipping
- **Clipping:** Beim Clipping ist das verwendete System nicht mehr in der Lage den Eingangspiegel korrekt zu verarbeiten. Die Sinuswellen überschreiten den maximalen Bereich und werden „abgeschnitten“. Aus diesen Wellen entstehen durch diese Art der Beschneidung, neue Rechteckswellen, die deutlich mehr Obertöne besitzen als das Eingangssignal. Das Clipping wird definiert als die Verzerrungsgrenze, an der der Anteil der non-linearen Verzerrungen **2%** übersteigt.

- **THD (Total Harmonic Distortion):** Der Anteil der non-linearen Verzerrungen im Bezug auf das Gesamtsignal in Prozent.
- **Footroom:** Ist der Pegelabstand zum Grundrauschen. Er stellt sicher, das leise Signale nicht vom Grundrauschen verdeckt werden.
- **Headroom:** Beschreibt den Pegelabstand von der Volllaussteuerung bis zum Clipping, sozusagen ein Sicherheitsabstand, der ca. mit 9dB kalkuliert werden sollte.
- **SNR (Signal to Noise Ratio)/Rauschspannungsabstand:** Der Pegelabstand in dB vom Grundrauschen bis zur Volllaussteuerung. Je größer dieser Wert, desto besser.

5.4 Gainstaging

Den Begriff Gainstaging findet man häufig im Zusammenhang mit analogen Audiogeräten. Audiosignale durchlaufen in der Regel beim Recording/Mixdown diverse unterschiedliche Systeme (z.B. analoge Kompressoren, Halloutboardgeräte oder auch das Mischpult und Mikrofone). Dabei ist besonders darauf zu achten, dass man zunächst den Eingangspegel auf ein vernünftiges Level bringt und dieses Level dann auch beibehält. Ist ein Gerät in der Kette zu leise eingestellt, wird beim Folgegerät unter Umständen „nachgepegelt“ und somit das Grundrauschen um ein vielfaches angehoben. Nicht nur zu leise Signale sind unvorteilhaft, ebenso ist ein zu lautes/übersteuertes Signal problematisch. Ist dies einmal der Fall kann man mit Folgegeräten das Clipping nicht mehr korrigieren.

5.5 Bearbeitungseffekte

Kompressor

Der (VCA-) Kompressor arbeitet mit einem Regelverstärker, der nicht mit einem festen Regelbereich, sondern mit einem Regelverhältnis funktioniert. Dieses Verhältnis nennt man **Ratio** (2:1, 4:1, etc. bis 100:1). Sobald ein Audiosignal einen zuvor festgelegten Schwellwert (**Threshold**) übersteigt, wird dieses im Bezug auf das Eingangssignal um das eingestellte Verhältnis bedämpft.

→ *Beispiel: Der Schwellwert liegt bei -20dB. Das Ratio beträgt 3:1. Das Audiosignal überschreitet den Schwellwert um 3dB, so wird nun beim Ausgang ein Pegel gemessen, der nur 1dB über dem Threshold liegt.*

*Hinweis: Ein Kompressor hat die Aufgabe das Signal zu „verdichten“. Er dient in erster Linie zur Absenkung der Pegelspitzen und kann als Mittel zur dynamischen Kontrolle von Audiosignalen gesehen werden. In erster Linie macht er das zu bearbeitende Signal stets leiser, doch dieser Pegelverlust kann nach der Bearbeitung wieder zugefügt werden (**Make-up-Gain**).*

Wichtige Parameter:

- **Threshold (Schwellwert):** Der Wert ab dem der Kompressor arbeitet.
- **Ratio (Regelverhältnis):** Das Verhältnis in dem der Kompressor das Ausgangssignal zum Eingangssignal bedämpft.
- **Attack (Anstiegszeit):** Zur Bearbeitung der Hüllkurve des Audiomaterials. Bei einer sehr

kurzen Attackzeit wird das Material sofort bedämpft, bei einer längeren, erst später.

→ Will man beispielsweise eine Snaredrum mit einem Kompressor versehen, muss man gewährleisten, dass die frühen Transienten ohne Kompression passieren. Eine zu kurze Attackzeit würde die Snare zu schnell beschneiden und die Dynamik würde komplett verloren gehen.

Tipp: Threshold möglichst weit in den negativen Bereich drehen und mit dem Attack-Regler und geringen Anstiegszeiten „herumspielen“.

- **Release (Ausschwingphase):** beschreibt die Zeit, in der der Kompressor vollständig durchlaufen wurde, er komplett auf den Nullzustand zurückgefallen ist und solange verweilt, bis der Threshold erneut überschritten wird.

→ Beide Parameter (Attack/Release) sind stark abhängig vom zu bearbeitenden Instrument. Sie können wesentlich zur kreativen Klangformung und Tiefenstaffelung eingesetzt werden. Beschneidet man z.B. die Transienten eines Instrumentensignals so wirkt dieses eher weiter „hinten“ (also kurze Attackzeit).

Eine lange Attack-/Releasezeit betont die Einschwingphase des Materials. Dazu stellt man eine höhere Ratio und einen mittleren Threshold ein.

Lässt man beide Regelzeiten so wird eher die Ausschwingphase definiert. Die Einschwingphase wird komprimiert, der Ratio eher hoch angesetzt und die Threshold auf mittlere Position gestellt.

Achtung: Sind beide Regelzeiten zu kurz eingestellt und die Ratio zu hoch, beginnt der Kompressor zu „pumpen“. Dies ist deutlich hörbar und generell zu vermeiden!

- **Make-up-Gain** (Laustärkeausgleich): Durch die Komprimierung wird, wie oben beschrieben, das Audiomaterial bedämpft. Diese Bedämpfung spiegelt sich in der Anzeige der **Gain-Reduction** wieder. Dieser Pegelverlust muss jedoch wieder ausgeglichen und aufgeholt werden. Dies stellt man mit dem Make-up-Gain sicher. Hat man z.B. eine Gainreduction von 4 dB, müssen 4 dB als Make-up-Gain eingestellt werden.

Resultat: Man erhält ein verdichteteres Signal (dichtere Dynamik) mit höherer Lautheit.

- **Hard/soft knee:** Beschreibt das Einschwingverhalten des Kompressors am Threshold. Beim hardknee erfolgt die Bearbeitung abrupt, und mit voller Ratio. Die Dynamikkurve weist einen „harten“ Knick auf. Beim softknee komprimiert der Kompressor erst mit geringerer Ratio schon unterhalb des Schwellwerts.

Der Kompressor im praktischen Einsatz

Kompressoren finden in nahezu jeder Musikmischung ihren Einsatz. Sie dienen zur Klangformung, Tiefenstaffelung, Platzierung im Mix und zur dynamischen Kontrolle von Instrumenten und Signalen. Unabdingbar ist der Einsatz bei Gesangsspuren oder Schlagzeug (parallele Kompression). Zusätzlich zur Einzelkompression von diversen Instrumenten (Gitarre, Gesang oder Bassgitarre) greift man oft auf eine **Summenkompression** zurück. Sie verdichtet z.B. ein Schlagzeug mit all seinen Einzelinstrumenten (Bassdrum, Snaredrum,

Toms, Hihat, Overheads etc.) und lässt es authentischer klingen.

Häufig wird der Kompressor auch bei der Stereosumme gebraucht um eine gewünschte Lautheit zu erzielen und die Endmischung klanglich nach den Vorgaben zu formen.

Jedoch ist der Einsatz von Musikrichtung zu Musikrichtung verschieden. Auch hat jeder Mixing Engineer bzw. Produzent eine unterschiedliche Vorstellung wie das Endresultat zu klingen hat. Man kann aber sagen, dass „härtere“ Musik wie z.B. Metal oder Dance stärker komprimiert wird als z.B. Klassik.

Eine weitere Möglichkeit der Klanggestaltung bietet die **Parallelkompression**. Sie wird im häufigsten Fall beim Gesang oder für die komplette Schlagzeugsumme angewandt.

Normalerweise ist der Kompressor ein Insert-Effekt, der das komplette Signal dynamisch bearbeitet. Bei der Parallelkompression ist dies nicht der Fall. Das Audiosignal wird auf einen separaten Bus-/Auxkanal geschickt auf dem sich als Insert-Effekt ein Kompressor befindet. Dieser ist „übertrieben“ hoch eingestellt, also niedriger Threshold und sehr hohe Ratio. Dieses stark verdichtete neue Signal wird nun dem Originalsignal mit einem Pegelabstand von mindestens 10dB zugemischt.

Das Ergebnis ist, dass sich das zusammengesetzte Audiosignal nun besser im Mix durchsetzen kann, ohne auf den natürlichen Klang des Originalsignals zu verzichten.



Abb. 5.1 – Parallelkompression

→ Neben dem VCA-Kompressor gibt es noch andere Varianten:

- **FET-Kompressor** (Feldeffekttransistor-Kompressor): kein Threshold Regler, je höher der Input, desto höher die Kompression. Typisch für FET-Kompressoren ist die kurze Ansprechzeit und die lange Releasezeit.
- **Opto-Kompressor** (Prinzip des Opto-Kopplers): Die Spannung wird Mithilfe einer Lampe/LED in Licht umgesetzt, das auf einen Fotowiderstand trifft. Es gibt keinen Threshold!

Eignet sich besonders für Gesang und als Summenkompression.

Limiter

Der Limiter ist nichts anderes als ein Kompressor mit einer Ratio unendlich:1. Die Attack ist hierbei sehr kurz (das Audiomaterial soll sofort bearbeitet werden). Sein Einsatz ist sehr vielfältig:

- Sendelimiter im Rundfunk
- Letzte Stufe beim Masteringprozess
- Übersteuerungsschutz bei Lautsprechern und Verstärkern
- Hörschutz bei in-ear-monitor-systemen

→ Weitere Dynamikprozessoren

- *Noisegate: bedämpft unterhalb des Threshold um einen festgelegten Wert (Range)*
- *Duckingate: bedämpft oberhalb des Threshold um einen festgelegten Regelbereich (Range)*
- *Downward Expander: bedämpft unterhalb des Threshold um ein Regelverhältnis (Ratio)*
- *Upward Expander: verstärkt oberhalb des Threshold um ein Regelverhältnis (Ratio)*

Das Noisegate

Das Noisegate diente ursprünglich zur Reduzierung von Band- und Geräterauschen. Das zu bearbeitende Signal wird hierbei unterhalb eines festgelegten Threshold um eine gewisse Range bedämpft. Die maximale Range liegt häufig bei 60 bis 80 dB. Um Gate-Flattern zu verhindern gibt es neben der **Attack/Release** noch weitere Einstellungsmöglichkeiten wie den Zeitparameter **Hold** und den Pegelparameter **Hysteresis**.

- Hold definiert einen Zeitbereich in ms in dem die Bedämpfung noch nicht einsetzt, auch wenn der Threshold bereits ein zweites Mal unterschritten wurde.
- Hysteresis verschiebt den Pegel des Thresholds um einen Abstand nach unten, nachdem dieser einmal passiert wurde. Oft findet man Noisegates mit den Parametern „gate open“ und „gate closed“. Der Pegelabstand dazwischen ist die eigentliche Hysteresis, also der Bereich, in dem die Regelung noch nicht einsetzt, obwohl der Threshold bereits unterschritten wurde.

→ Praktische Anwendungen des Noisegates:

*Häufigster Anwendungsbereich bei Live-Drums. Hierbei sollen die Signale möglichst „sauber“ voneinander getrennt werden. Da speziell die Toms nicht ständig gespielt werden, findet das Noisegate vor allem hier seine Anwendung. Aber auch auf die Bassdrum oder die Snare werden Noisegates eingesetzt. Im Falle der Tom Toms macht man häufig Gebrauch von **Side-chain** Anwendungen. Dabei wird das Material vorher mit Hilfe eines Equalizers bandbegrenzt und somit die Entscheidungsschwelle genauer definiert.*

Bei der Snaredrum empfiehlt sich ein geringeres Bedämpfungsmaß (Range). Dadurch bleibt eine gewisse Natürlichkeit des Klanges erhalten.

*Mit der Funktion „**Keyinput**“ sind auch kreative Anwendungen mit Noisegates möglich. Man kann z.B. eine Streicherfläche durch eine Schlagzeugspur „zerhacken“ oder einen lange Noten spielenden Bass nur noch zusammen mit der Bassdrum ertönen lassen.*

Das Ducking-Gate

Das Ducking-Gate kann man bezeichnen als eine Art umgedrehtes Noisegate. Beim Überschreiten des Schwellwertes wird das Material bedämpft. Es wird vor allem im Radio

verwendet. Sobald der Moderator spricht, wird die Musik im Hintergrund leiser. Das Gate regelt dabei die Musik, während die Stimme via Key-input den Regelvorgang steuert. Sobald die Stimme den Schwellwert überschreitet, regelt das Gate die Musik nach unten. Diesen Effekt nennt man auch **Voice-over**.

Bei der Musikproduktion findet das Ducking-Gate ebenfalls sinnvolle Anwendung. Man nutzt es zur wechselseitigen dynamischen Kontrolle von Instrumentenspuren, die sich sonst verdecken würden (z.B. Bassgitarre und Bassdrum oder Synthesizer und Gitarrenspuren).

Filter und Equalizer

Filter zeichnen sich dadurch aus, dass sie als passive Bauteile ab einer bestimmten **Grenzfrequenz** bedämpfen. Sie besitzen einen Sperr- und einen Durchlassbereich. Der Durchlassbereich ist der Bereich, der vom Filter nicht bearbeitet wird. Der Sperrbereich befindet sich jenseits der Grenzfrequenz, der durch das Filter bedämpft wird. Je größer dabei die **Flankensteilheit** ist, desto schneller wird die maximale Bedämpfung erreicht. Jedoch entstehen bei hoher Flankensteilheit mehr Phasenverschiebungen.

Es gibt 4 Arten von **Filter**:

- Hochpassfilter (lässt Höhen passieren, Tiefen fallen weg)
- Tiefpassfilter (lässt Tiefen passieren, Höhen fallen weg)
- Bandpassfilter
- Notchfilter (Entfernen von engen Frequenzbänder)

In der Praxis kann man mit Filtern „Platz im Musikmix“ machen und jedem Instrument seinem spezifischen Frequenzbereich zuordnen. Man erhält im Gesamtbild mehr Lautheit, da die Energie effizienter aufgeteilt wird. Gerade im Bassbereich wird am meisten Energie benötigt (fast 80%).

Der **Equalizer** (EQ) ist im Gegensatz zum Filter ein aktives Bauteil und eine Kombination aus Filter und Verstärker. Man kann mit ihm nicht nur Frequenzen absenken, sondern auch anheben. Ursprünglich wurde der EQ verwendet um bei langen Kabelstrecken mit Höhen- und Mittenfrequenzverlust zu kompensieren.

Grundsätzlich sollte der Einsatz von EQs nachrangig behandelt werden. Der Sound sollte bei der Aufnahme entstehen. Allerdings verzerren auch Mikrofone, so dass Equalizer zur Grundausstattung jedes Mixing-Engineers gehören sollten. Man kann ihn auch schon direkt bei der Aufnahme einsetzen, um Resonanzen und störende Frequenzbereiche zu bedämpfen.

Man sollte den Equalizer jedoch auch anders einsetzen, als nur zur groben Klangkorrektur. Bei der Tiefenstaffelung kann man mit Höhenabsenkung das Instrument im Mix weiter nach „hinten“ platzieren.

EQ-Typen:

- Shelf EQ oder Kuhschwanzentzerrer
- Bell- oder Glockenentzerrer
 - vollparametrischer Bell-EQ
 - Semi- oder Halbparametrischer
 - graphischer Equalizer

Der **Shelf-EQ** unterteilt sich in **Hi-Shelf** und **Low-Shelf**. Deren Eckfrequenzen sind häufig festgelegt. Beim Low-Shelf befindet sich diese im Bereich zwischen 75 und 125 Hz, die Hi-Shelf Frequenz zwischen 10 und 12,5 kHz. Der Hub beträgt standardmäßig 12, 15 oder 18 dB. Bei digitalen EQs sind diese Werte stufenlos einstellbar. Man benutzt Shelf-EQs hauptsächlich zum Absenken von Frequenzen, da eine Anhebung einen groben Eingriff in den Klang bedeutet. Er wird hauptsächlich zum filtern von Trittschall, Raumresonanzen und anderen Störgeräuschen verwendet.

Der **Bell- oder Glockenentzerrer** arbeitet im Gegensatz zum Shelf-EQ mit einer Mittenfrequenz. Die Bearbeitung des Klages erfolgt in Form einer Glocke, rechts und links neben der Mittenfrequenz. Die Breite dieser Glocke kann mit dem Güte- oder Q-Regler eingestellt werden. Ein großer Q-Faktor entspricht einer kleinen Bandbreite und umgekehrt. Kann man nur diese zwei Parameter (Frequenz und Gain) einstellen, so spricht man von einem **Semi-parametrischen EQ**. Ist zusätzlich die Güte vorhanden, handelt es sich um einen **Voll-parametrischen EQ**.

Der **Grafische Equalizer** kommt hauptsächlich im Livebereich zum Einsatz um Monitoranlagen und Beschallungssysteme zu entzerren. Er hat seinen Namen von der horizontalen Anordnung der 30 bzw. 31 Frequenzbänder als Schieberegler. Mittenfrequenzen und Bandbreite sind somit festgelegt, es kann nur noch der Gain (Anhebung/Absenkung) variiert werden.

Delay

Das Delay ist eine einmalige Verzögerung eines Audiosignals (siehe Delay-Lines). Ein **Echo** entsteht, wenn man **Feedback** erzeugt. Dies wird realisiert indem man den Ausgang (z.B. eines Mischpultes) erneut dem Eingang zuführt. So entstehen mehrere aufeinander folgende Verzögerungen des gleichen Signals. Das Echo kann nach belieben in Frequenzgang, Tonhöhe und Verzögerungszeit moduliert werden.

Echo-Algorithmen

- **Tap-Delay**: Ein Echo, dass aus Anzapfungen einer Tonbandschleife generiert wurde
- **Tape-Delay**: Ebenfalls ein Bandschleifenecho, bei dem sich häufig Tonhöhenänderungen per LFO einstellen lassen, um die Gleichlaufschwankungen des Bandes zu simulieren
- **Panning-Delay**: Stereo-Echo, bei dem die Delayzeit des ersten Kanals halb so lang ist, wie die des zweiten Kanals. Eindruck: Das Echo scheint zwischen den beiden Lautsprechern hin und her zu springen
- **Ping-Pong-Delay**: Ein Delay bei dem die Zeit von Wiederholung zu Wiederholung kürzer wird. Man verwendet dazu ein digitales Tap-Delay, bei dem pro Anzapfung die Delayzeit einstellbar ist.
- **Slap-Back-Delay**: Eine einfach Wiederholung mit kurzer Verzögerungszeit

Wichtig beim Verwenden von Delays ist, dass das Songtempo beim Einstellen der Delayzeit berücksichtigt wird. Bei Software Plug-ins kann man dies ganz einfach eintippen. Muss man es jedoch ausrechnen, so sei folgende Faustformel erwähnt:

$$60.000 \text{ ms} / \text{BPM} = \text{ms pro Viertelnote}$$

60.000 steht hierbei für die ms pro Minute und BPM für Beats per minute, also Anzahl der Viertelnoten pro Minute.

→ Echos lassen sich besonders effektiv zum Füllen von Räumen und zum Erzeugen von klanglicher Tiefe und – Weite einsetzen.

Phaser und Flanger

Phasing ist ein Effekt, der mehrere „Löcher“, sogenannte Notches (siehe Filter) in den Frequenzgang einfügt. Die Frequenz dieser Notches verschiebt sich kontinuierlich. Einen ähnlichen Effekt erzielt man durch sehr kurze Verzögerungen (digitales Delay) des Originalklangs von ca. 1ms. Dadurch entstehen ebenfalls Phasenverschiebungen. Dieser Effekt wird **Flanging** genannt, und unterscheidet sich klanglich stark vom Phaser, obwohl beide Effekte auf Phasenverschiebungen beruhen. Die Grenze beider Phaseneffekte ist jedoch schwer zu definieren, sie gehen sozusagen fließend ineinander über.

→ der Phasingeffekt hat verschiedene, einstellbare Parameter:

- **Sync** (Mit dem Schalter unter dem Rate-Drehregler können Sie die Temposynchronisation ein- bzw. ausschalten).
- **Rate** oder auch **Speed** (gibt an mit welcher Geschwindigkeit die Verzögerung um diesen Mittelwert herum beeinflusst wird).
- **Width** (Mit diesem Parameter können Sie die Breite des Chorus-Effekts einstellen. Höhere Einstellungen bewirken einen ausgeprägteren Effekt).
- **Feedback** (dreht man diesen Regler mit dem Uhrzeigersinn wird der Effekt verstärkt).
- **Spatial** (Mit diesem Regler können Sie die Stereobreite des Effekts einstellen. Drehen Sie den Regler im Uhrzeigersinn, um den Stereoeffekt zu verstärken).
- **Mix** (regelt das Mischverhältnis zum Originalsignal)
- **Im Manualbereich (Lo/Hi)** lassen sich die Grenzfrequenzen des LFO und die Geschwindigkeit manuell einstellen.



Abb. 5.2 – Phaser

→ Der Flangereffekt hat zusätzliche Funktionen:

- **Shape** (Hier können Sie die Form der modulierenden Wellenform verändern und so den Charakter des Effekt-Durchlaufs beeinflussen).



- **Delay** (Mit diesem Parameter können Sie den Frequenzbereich des modulierten Durchlaufs durch Anpassung der ursprünglichen Verzögerungszeit verändern).

Abb. 5.3 – Flanger

Chorus

Der **Chorus Effekt** bildet elektronisch nach, was beim Zusammenspiel mehrerer Musiker gleichen Instrumentes auftritt – eine gewisse unpräzise Spielweise. Es ergeben sich minimale Zeitunterschiede beim Einsatz und geringe Tonhöhenunterschiede.

Mit einem oder mehreren kurzen Delays und leichten Tonhöhenverschiebungen, die ständig moduliert werden, kann man diesen Effekt nachbilden. Die Parameter entsprechen denen von Phaser und Flanger.



Abb. 5.4 – Chorus

Zusammenhang zwischen Delayzeit und Effekt

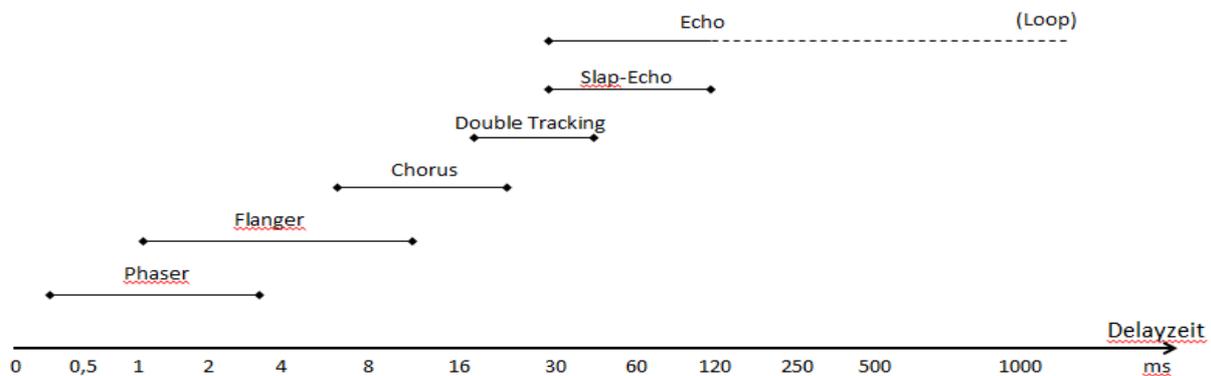


Abb. 5.5

Tremolo

Beim **Tremolo** wird die Amplitude des Audiomaterials kontinuierlich moduliert. Dies macht sich in Lautstärkeschwankungen bemerkbar.



Abb. 5.6 – Tremolo

5.6 Mastering

Mastering ist der letzte Feinschliff eines (fast) fertigen Songs, bevor er veröffentlicht wird bzw. ins Presswerk kommt. Hierbei ist es wichtig das bereits im Mixing wesentliche Schritte, wie z.B. Tiefenstaffelung oder EQing der einzelnen Instrumente, abgearbeitet wurden.

Vorraussetzungen für gutes Mastering: Gute Raumakustik/Abhörmonitore, gut geschulte Ohren (oft Jahrzehntelange Erfahrung), top Equipment und gutes Ausgangsmaterial.

Ziele des Mastering:

- allgemein: Aufwertung der Qualität
- Der Song soll auf möglichst allen Geräten (Autoradio, HiFi-Anlage, Badradio) ausgewogen und angenehm klingen.
- Ausgeglichenere Frequenzgang, Ausgewogenes Stereobild, gute Monokompatibilität und konkurrenzfähige Lautstärke
- „Remastering“: Aufwerten alter Aufnahmen (ggf. Entfernen von Rauschen etc.)

Umsetzung:

- „Aufräumen“: Denoising, Lowcut, DC-Versatz entfernen, chirurgisches EQing (evtl. Resonanzen entfernen)
- „breit und tief“: Stereofeld optimieren, Räumlichkeit hervorheben
- „weich und rund“: Verdichtung mittels Kompressoren (meist teure analoge Geräte mit sehr angenehmen Eigenklang), spektrale Optimierung mittels weich klingenden Equalizern.
- „laut und knackig“: konkurrenzfähige Lautstärke mittels Multibandkompressoren, Loudness Maximizern und Limitern (der Mix darf hierbei nicht jegliche Dynamik verlieren!)
- Optimierung für ein Medium: z.B. auf CD: 16 bit 44,1 kHz (Dithering!)

→ „Loudness War“: jeder will den Lautesten und somit durchsetzungsfähigsten Mix, somit werden Mastering Engineers zum brachialen Einsatz von Limitern und Loudness Maximizern gezwungen. Dadurch geht die Dynamik verloren, und die Tracks klingen „wie an die Wand gefahren“. Den Höhepunkt hatte der Loudness War um die Jahrtausendwende, jedoch geht der Trend etwas zurück.

6. Signalfluss im Studio

Jedes akustische Signal durchläuft im Studio verschiedene Stationen, die einen Einfluss darauf haben. Diese Stationen werden im Laufe dieses Kapitels genauer auf ihre Funktionsweise und ihren Einfluss auf das Signal beleuchtet.

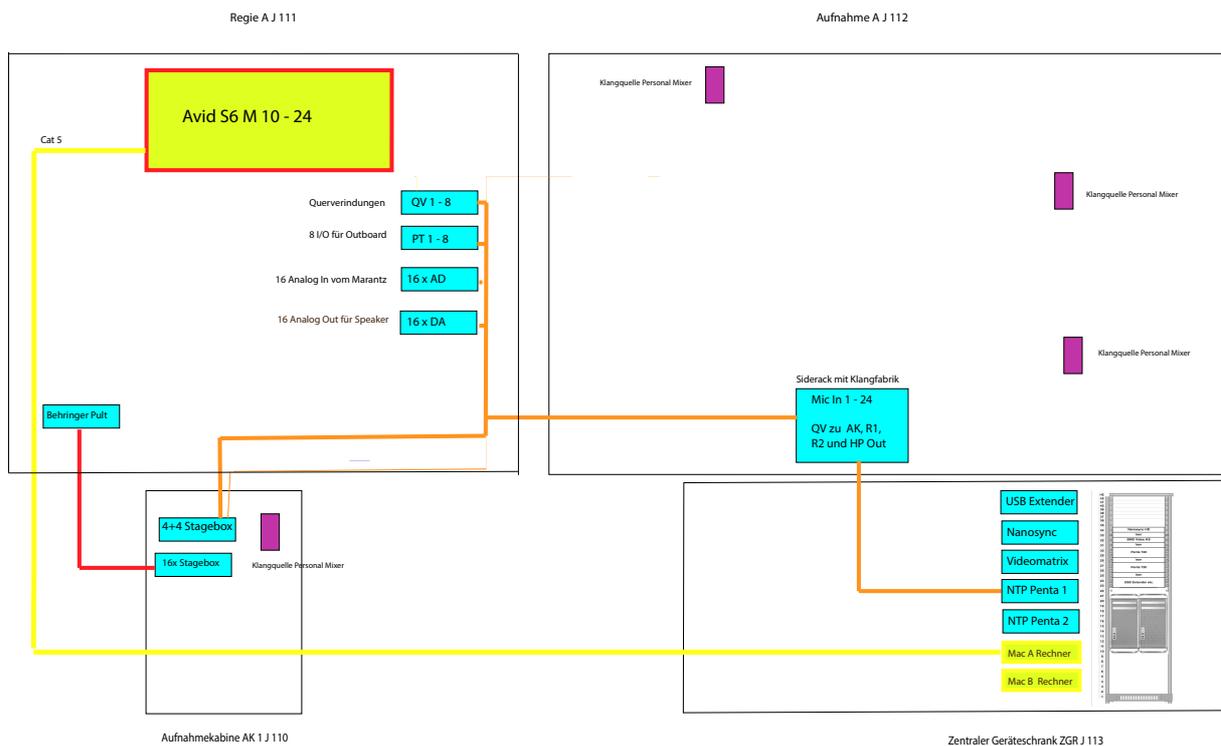


Abb. 6.1 - Signalfluss schematisch

6.1 Signalquellen

Eine Signalquelle kann unterschiedlich beschaffen sein. Relevant ist hier immer die Quelle, die durch ein Mikrofon oder eine DI-Box abgenommen wird. Somit ist beispielsweise bei einer E-Gitarre nicht die Gitarre selbst die relevante Quelle, sondern die Box, die von einem Verstärker angetrieben wird. Ein Keyboard oder ein E-Piano wiederum gibt kein akustisches Signal von sich, sondern wird über eine DI-Box abgenommen.

Die Signalquelle selbst sollte natürlich einen guten Klang besitzen. Dieser ist bei verschiedenen Instrumenten unterschiedlich variabel. Während die meisten akustischen Instrumente einen „festen“ Klang haben, dessen Varianz durch die Wahl und die Positionierung der Mikrofone erfolgt, können bei verstärkten Instrumenten verschiedene Einstellungen getroffen werden. Keinesfalls sollte der Klang durch Lautstärke beschnitten werden. Insbesondere leistungsstarke Röhrenverstärker entfalten ihren Klang erst bei hohen Pegeln. Hierdurch kann es auch nötig sein, ein Kondensatormikrofon mit einer kleinen Membran durch eines mit einer großen Membran oder durch ein dynamisches Mikrofon auszutauschen, um Übersteuerung zu vermeiden.

6.2 Der Raum

Immer, wenn ein Instrument mit einem Mikrofon abgenommen wird, spielt auch der Aufnahmeraum eine Rolle dabei. Insbesondere die Positionierung der Mikrofone und die damit verbundene Positionierung der Instrumente erfordert gewisse Aufmerksamkeit. Raummoden können den Klang eines Instrumentes auf der Aufnahme verändern, indem Frequenzen überbetont oder ausgelöscht werden. Auch Kammfiltereffekte können auftreten. Nicht zuletzt geht natürlich auch der Nachhall des Raums in den Klang mit ein. All diese Gegebenheiten müssen aber nicht unbedingt vermieden werden, sondern bieten auch Möglichkeiten zur Klanggestaltung.

6.3 Mikrofone

Die Wahl, Positionierung und Ausrichtung des Mikrofons hat einen großen Einfluss auf das klangliche Ergebnis der Aufnahme. In der Regel werden im Studio Kondensatormikrofone verwendet, die einen linearen Frequenzgang sowie eine gute Impulstreue besitzen. Aus diversen Gründen kann oder muss jedoch auch auf andere Mikrofontypen zurückgegriffen werden. So können störende Frequenzanteile bereits durch ein Mikrofon, das für diese Frequenzbereiche unempfindlicher ist, ausgeblendet werden. Auch Instrumente, die einen (zu) hohen Attack aufweisen, können durch ein dynamisches Mikrofon, das eine geringere Impulstreue besitzt, etwas „abgerundet“ werden. Vor allem bei der gleichzeitigen Aufnahme mehrerer Instrumente stellt auch die Richtcharakteristik einen wichtigen Punkt dar. Während z.B. ein einzelner Sänger problemlos mit jeglicher Richtcharakteristik aufgenommen werden kann, muss bei einem Schlagzeug, das aus vielen einzeln abgenommenen Instrumenten besteht darauf geachtet werden, dass zwischen den einzelnen Mikrofonen ein geringes Übersprechen stattfindet. Auch die Empfindlichkeit stellt einen wichtigen Punkt dar: Dynamische Mikrofone liefern generell eine geringere Ausgangsspannung als Kondensatormikrofone und benötigen somit mehr Gain, was gleichzeitig auch Störungen, die im Signalweg zwischen Mikrofon und Vorverstärker auftreten, mitverstärkt. Somit sollten Mikrofone mit geringer Empfindlichkeit nah an der Schallquelle positioniert werden, während weiter entfernte Mikrofone (z.B. Overheads) eine hohe Empfindlichkeit aufweisen sollten.

6.4 Kabelwege und Steckverbindungen

Elektrische Eigenschaften von Kabeln

Kabelwege treten nicht nur zwischen Mikrofon und Mischpult, sondern auch zwischen allen weiteren Geräten im Signalweg auf und enden normalerweise immer mit einer Steckverbindung. Hierbei ist zu beachten, dass Kabel neben ihrem Innenwiderstand sowohl kapazitive, wie auch induktive Eigenschaften besitzen, somit also Hoch- und Tiefpass darstellen. Bei Audiokabeln sind diese Eigenschaften so optimiert, dass der Widerstand möglichst gering und die Trennfrequenzen außerhalb des zu übertragenden Bereichs liegen. Neben diesen Störquellen spielt auch der Einfluss von elektrischen oder elektromagnetischen Feldern eine Rolle. Um diesen Störungen entgegenzuwirken, werden

im Audiobereich symmetrische Signale verwendet. Ein symmetrisches Kabel besitzt einen Schirm gegen elektrische Felder und zwei verdrehte Adern, auf denen ein sogenanntes symmetrisches Signal übertragen wird. Das bedeutet, dass das richtige Signal auf dem „heißen“ Leiter (+) übertragen wird, während auf dem anderen Leiter (-) ein invertiertes Signal übertragen wird. Eine Störung wirkt jedoch auf beide Signale in dieselbe Richtung. Wenn nun das invertierte Signal wieder invertiert und über das richtige Signal gelegt, heben sich Störungen gegenseitig auf. Diese Art der Übertragung trifft jedoch nur zu, wenn ein Monosignal über eine Leitung übertragen wird und die Ausgangsbuchse ein symmetrisches Signal ausgibt. Wird ein Stereosignal über ein Kabel übertragen, ist das Signal nicht symmetrisch! Daher sollte diese Übertragungsform vermieden werden (Ausnahme: Kopfhörer).

- ➔ *Mikrofone geben immer ein symmetrisches Signal aus.*
- ➔ *Symmetrische Signale sind vom Stecker unabhängig; wichtig sind nur die drei Adern.*
- ➔ *Symmetrische Signale können auch über zweiadrige Kabel übertragen werden, hierbei wird das invertierte Signal jedoch auf den Schirm gelegt und geht damit verloren.*

Elektrische Eigenschaften von Steckverbindungen

Unabhängig von der Art des Steckers, stellt jede Verbindung einen Widerstand dar. Somit sollte die Anzahl der Verbindungen oder Adaptierungen so gering wie möglich gehalten werden, um das Signal fehlerfrei zu übertragen. Der Widerstand bei der Verbindung hat generell zwei Ursachen. Einerseits erfolgt der Kontakt nie über den kompletten Stecker, sei es durch seine Konzeption oder durch Mikrounebenheiten auf der Kontaktoberfläche. Hierdurch entstehen Engpässe für den Stromfluss und damit **Engwiderstände**. Andererseits verschlechtert der **Fremdschichtwiderstand** den Kontakt. Dieser elektrische Widerstand tritt auf, wenn auf den Kontaktflächen der Stecker fremde Stoffe abgelagert sind. Beispiele hierfür sind Schweiß, Fett oder Rost.

Im Studiobereich werden drei Arten von Audiosteckverbindungen genutzt:

Cinch: Diese Art sollte - wenn möglich - vermieden werden. Bei Cinchkabeln erfolgt die Übertragung nicht symmetrisch, da sie nur aus einem Signalleiter und einem Schirm bestehen. Außerdem ist der Signalleiter im Stecker voreilend, d.h. der Signalkontakt wird vor dem Massekontakt hergestellt, was bei manchen Geräten zu Beschädigungen führen kann. Generell besteht keine Norm für Impedanzen und Pegel von Cinchverbindungen, wodurch hier erhebliche Schwankungen auftreten. Da diese Verbindungsart im Consumer-Bereich jedoch weit verbreitet ist, kann sie manchmal nicht vermieden werden. Der Cinch-Stecker besitzt schlechtere Kontakteigenschaften, als XLR- oder Klinkenstecker.

XLR: Der XLR-Stecker ist der neben dem Klinkenstecker am weitesten verbreitete Stecker im Audiobereich. Die Belegung der Pins ist genormt: Bei symmetrischer Übertragung liegt auf Pin 1 die Masse, auf Pin 2 das „heiße“ Signal (+) und auf Pin 3 das invertierte Signal (-). Bei unsymmetrischer Übertragung werden Pin 2 und Pin 3 gebrückt und übertragen somit beide das „heiße“ Signal. Es existieren auch passive Lautsprecher, die mittels XLR angeschlossen werden. Hierbei liegt auf Pin 1 das +-Signal und auf Pin 2 das --Signal. XLR-Kabel für Lautsprecher sind jedoch Lastkabel und weisen andere Eigenschaften auf. XLR-Stecker besitzen einige Vorteile gegenüber Cinch- und Klinkensteckern:

- Sie rasten ein und stellen damit eine sichere Verbindung dar

- Die äußere Hülle ist nicht mit der Masse verbunden, somit kann keine versehentliche Masseschleife entstehen.
- Da die Pins durch die äußere Hülle geschützt sind, werden sie seltener berührt und damit nicht so leicht verschmutzt. Außerdem ist die Gefahr eines Kurzschlusses zwischen den Pins damit schwieriger.
- Der Kontakt 1 des weiblichen XLR-Steckers ist voreilend, wodurch der Massekontakt vor dem Signalkontakt hergestellt wird.
- Der Kontakt ist umfassend, wodurch der Engwiderstand geringer als bei anderen Steckern ist.

Klinke: Der Klinkenstecker tritt im Studiobereich mit einem Durchmesser von 6,3mm in zwei Varianten auf: Als Zweipoliger Stecker an Mono- oder Instrumentenkabeln oder als dreipoliger Stecker (TRS) zur symmetrischen oder Stereoübertragung. In beiden Fällen wird das richtige Signal über die Spitze (Tip) übertragen. Bei dreipoligen Steckern wird das zweite Signal über den Ring zwischen Spitze und Mantel (Sleeve) übertragen. Durch die Offenliegenden Kontakte von Klinkensteckern können diese leicht verschmutzt und kurzgeschlossen werden. Außerdem durchläuft die Spitze beim Einstecken erst Mantel und Ring und stellt auch hier kurzzeitig Kontakt her, weshalb Klinkenverbindungen nur in ausgeschaltetem Zustand hergestellt werden sollten. Der Kontakt erfolgt punktförmig, weswegen Klinkenverbindungen einen höheren Engwiderstand als XLR-Verbindungen aufweisen.

Verlegen von Kabeln

Um Störungen zu vermeiden, sollte beim Verlegen von Kabeln auf einige Dinge geachtet werden:

- Signalkabel sollten nicht parallel zu Lastkabeln verlegt werden, da um diese herum ein elektrisches Feld besteht. Wenn sich ein Aufeinandertreffen nicht vermeiden lässt, sollten Signalkabel immer rechtwinklig über Lastkabel gelegt werden.
- Die Kabellänge sollte immer so kurz wie möglich gehalten werden, damit deren Einfluss auf das Signal so gering wie möglich gehalten wird.
- Übrige Kabel sollten nicht aufgewickelt werden, da hierdurch eine Spule entsteht, die durch Selbstinduktion den Widerstand erhöht, Phasenverschiebungen verursachen und als Tiefpass fungieren kann.
- Um der Übersicht Willen sollten Kabel nicht wild durcheinander verlegt werden, sondern sauber nebeneinander liegen.
- Keine Stolperfallen bauen!

Multicore

Ein Multicore ist ein dickeres Kabel, das mehrere einzelne Kabel vereint. Die einzelnen Kabel können dünner gebaut werden, da sie durch den Mantel des Multicores geschützt werden. Hierdurch ist es möglich, schnell und übersichtlich viele Leitungen zu verlegen. Bei XLR-Multicores befinden sich an einer Seite üblicherweise viele männliche Stecker zum Anschluss an ein Mischpult und wenige weibliche Stecker für Monitorwege. Auf der anderen Seite ist üblicherweise eine sogenannte Stagebox montiert. Diese stellt ein robustes Anschlussfeld mit den korrespondierenden XLR-Steckplätzen dar. Die Anzahl der Leitungen kann variieren. Multicores können jedoch auch andere Verbindungen aufweisen oder beidseitig mit Steckern (also ohne Stagebox) ausgestattet sein. Die Anschlüsse an beiden Seiten sind zur Übersicht nummeriert.



Abb. 6.2 – Stagebox – Aufnahme A

Patchbay – altes Tonstudio

Zwar vermindern viele Kabelverbindungen die Signalqualität, jedoch würden Studiogeräte bei häufigem ein- und ausstecken auf Dauer abgenutzt werden. Außerdem befinden sich Geräteanschlüsse oft auf der Rückseite und es wäre zeitaufwändig, diese bei jeder Benutzung neu zu verkabeln. Um hierbei einen Kompromiss zu finden, werden in Studios Patchbays verwendet. Diese sind an der Rückseite fest mit den Geräten verkabelt und bieten an der Vorderseite Anschlüsse, um verschiedene Geräte schnell miteinander zu verbinden. Für Patchbays existieren verschiedene Verbindungsmodi: Der (half-)normalled-, der split- und der isolated-Modus. Beim (half-)normalled-Modus sind die beiden hinteren und die obere vordere Buchse standardmäßig miteinander verbunden. Die untere vordere

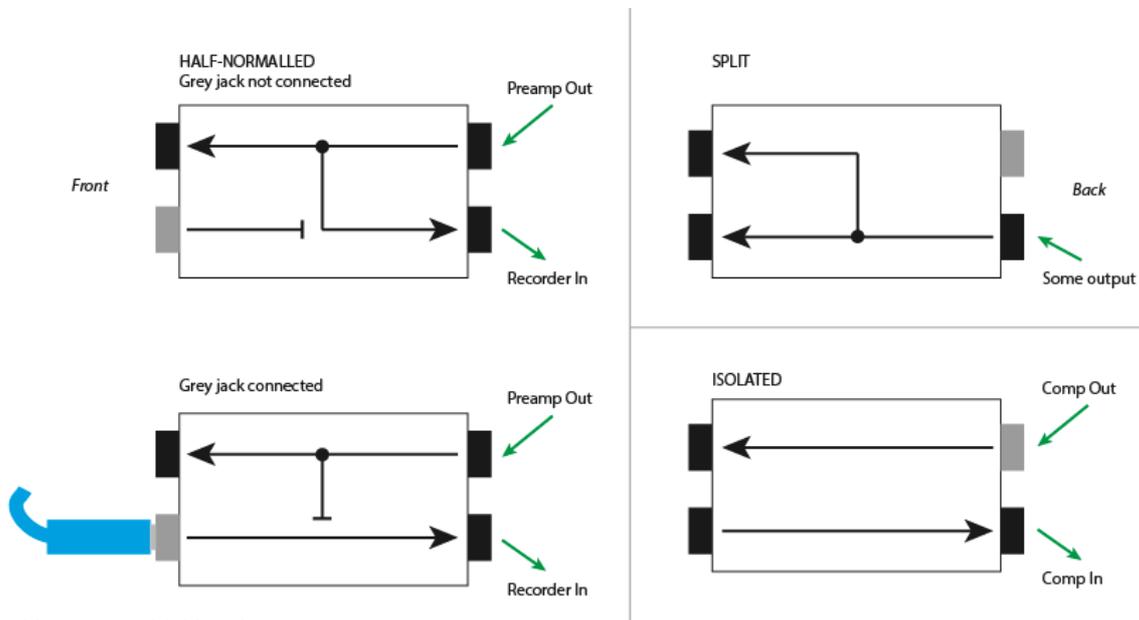


Abb. 6.4 - Patchfeldmodi

Buchse ist eine Schaltbuchse: Wird hier ein Stecker eingesteckt, trennt sich die Querverbindung zwischen der unteren und den oberen Buchsen auf und stattdessen wird die untere vordere mit der unteren hinteren Buchse verbunden. Beim split-Modus ist eine Buchse leer und die anderen drei sind dauerhaft miteinander verbunden. Beim isolated-Modus sind jeweils die unteren und die oberen Buchsen miteinander verbunden. Der half-normalled-Modus stellt also eine Verbindung zwischen split- und isolated-Modus dar. Hierdurch ist es möglich, bestimmte Geräte standardmäßig zu verbinden (z.B. Multicore an Mischpult), jedoch lässt sich das Signal nur durch das Einstecken eines Steckers abgreifen und an andere Geräte leiten (z.B. direkte Verbindung von Multicore an Interface).

Patchbay – neues Tonstudio

Hier liegen auf einer Höheneinheit im Bantam oder TT-Phone Format zuerst acht (1-8) Querverbindungen zum Aufnahmeraum an. Danach kommen acht (9-16) ProTools I/Os die z.B. als Inserts für das analoge Equipment genutzt werden können. Danach kommen die analogen Devices wie Hallgeräte und Kompressoren.

6.5 Mischpult



Abb. 6.4 – Avid S6 Konsole, digitaler DAW Controller

Das Mischpult ist das Herzstück eines Tonstudios. Alle Signale, die während einer Aufnahme oder Mixing-Session auftreten, liegen hier an. Mischpulte existieren sowohl in analoger als auch in digitaler Bauform. Analoge Mischpulte besitzen einen mehr oder weniger festgelegten Signalfluss: Ein Signal, das an einem Eingang anliegt, durchquert den Kanalzug, der diesem Eingang zugeordnet ist. Dabei kann es an verschiedenen Stellen abgegriffen oder verändert werden, jedoch passiert all dies immer durch elektrische Bauelemente. Analoge Mischpulte besitzen dementsprechend für jede Funktion einen Knopf, Drehregler oder Fader. Bei digitalen Mischpulten hingegen wird das Signal nach Vorverstärkung und Insert-Weg digitalisiert und von diesem Punkt an über Signalprozessoren verändert. Hierdurch entsteht eine hohe Flexibilität was das Routing betrifft. In der Regel können Ein- und Ausgänge beliebig Fadern oder Bussen zugewiesen werden. Auch Effekte, die bei analogen

Mischpulten teils viel Platz in Sideracks einnehmen, werden bei Digitalpulten über Prozessoren realisiert. Dadurch sind Digitalpulte wesentlich platzsparender als Analogpulte. Dafür sind sie jedoch auch teurer und gerade im unteren Preissegment fehleranfälliger, da nebst Klangqualität auch die Systemstabilität ein Manko darstellen kann. Es existieren auch analoge Mischpulte mit digitaler Steuerung: Hierbei wird das Signal zwar nicht digitalisiert, die einzelnen Schaltelemente werden aber über ein digitales Signal angesteuert. Hierdurch können auch Pulte mit analogem Signalfluss kompakter gebaut werden.

Ein Signal, das an einem Mischpult anliegt, muss zunächst auf Arbeitspegel gebracht werden. Hier gibt es einen großen Unterschied zwischen digitalen und analogen Pulten: Digitalpulte arbeiten mit einem Maximalpegel von 0 dBFS (Full Scale). Das bedeutet, dass das digitalisierte und binärcodierte Signal bei 0 dBFS nur aus 1en besteht. Überschreitet der Pegel diese Grenze, entsteht ein Bitüberlauf und somit digitales Clipping. Beim Einpegeln sollte also immer etwas Headroom gelassen werden (Richtwerte: -6 dBFS bei bekannten, -12 dBFS bei unbekanntem Signalen). Bei Analogpulten hingegen wird auf 0 dB eingepegelt, da diese standardmäßig größeren Headroom besitzen. Wird der Pegel nicht ausreichend vorverstärkt, kann es zu Klangverfärbungen beim Durchlaufen der verschiedenen Bauelemente kommen.

6.6 Interface

Über ein Audio-Interface werden analoge Audiosignale in digitale Signale umgewandelt und an den angeschlossenen Rechner weitergeleitet. Interfaces verfügen normalerweise über mehrere analoge Eingänge, die in Mikrofon-, Line- und Instrumenteneingänge unterteilt werden können. Teilweise sind diese Eingangsarten auch in einer Buchse kombiniert und können umgeschaltet werden. Neben der Steckerart (Mikrofoneingänge: XLR, Line-/Instrument-Eingänge: Klinke, teilweise XLR/Klinke-Kombibuchse) liegt der Unterschied in den erwarteten Pegeln und den Impedanzen. Die Impedanz von Mikrofoneingängen liegt normalerweise bei 600 Ω , die von Line-Eingängen bei etwa 10 k Ω . Instrumenteneingänge besitzen eine wesentlich höhere Eingangsimpedanz, um das schwache Ausgangssignal von passiven Tonabnehmern aufnehmen zu können, diese werden oft als Hi-Z Eingänge bezeichnet. Mikrofon-Eingängen ist ein Mikrofonvorverstärker nachgeschaltet, um das Ausgangssignal möglichst rauschfrei einzupegeln. Zusätzlich bieten die meisten Interfaces die Möglichkeit, Mikrofoneingänge mit 48V Phantomspannung zu versorgen, ohne die Kondensatormikrofone kein Signal ausgeben. Jedoch besitzen größere Interfaces nur wenige Mikrofoneingänge und überwiegend Line-Eingänge. Um trotzdem Mikrofonensignale auf diesen Kanälen aufzunehmen, können die Mikrofone an ein Mischpult angeschlossen und über den Direct-Out jedes Kanals an das Interface angeschlossen. Hierdurch können nicht nur die Vorverstärker des Mischpults genutzt werden, sondern auch der Equalizer. Außerdem gibt der Direct-Out den am Kanalfader eingestellten Pegel aus, wodurch hier bereits am Mix gearbeitet werden kann.

Bei der Aufnahme über ein Interface sollte darauf geachtet werden, dass die Einstellungen richtig sind. Wenn die Abtastrate nicht automatisch von der DAW übernommen wird, muss diese manuell so eingestellt werden, dass sie mit der Abtastrate in den Projekteinstellungen



Abb. 6.5 – Audiointerface im Tonstudio A und B – NTP Penta 720

übereinstimmt. Außerdem bieten manche Interfaces die Möglichkeit, zwischen +4dBu (Studiopegel, Bezugsspannung 0,775V) und -10dBv (Pegel im Anwenderbereich, Bezugspegel 1V) umzuschalten. Ein Anwendergerät mit -10dBv kann an einen Eingang angeschlossen werden, der +4dBu erwartet, jedoch wird das Signal eher schwach sein. Umgekehrt führt der Anschluss eines Studiogeräts mit +4dBu bei Vollaussteuerung zur Übersteuerung eines Anwendergeräts mit -10dBv.

6.7 Abhörmonitore

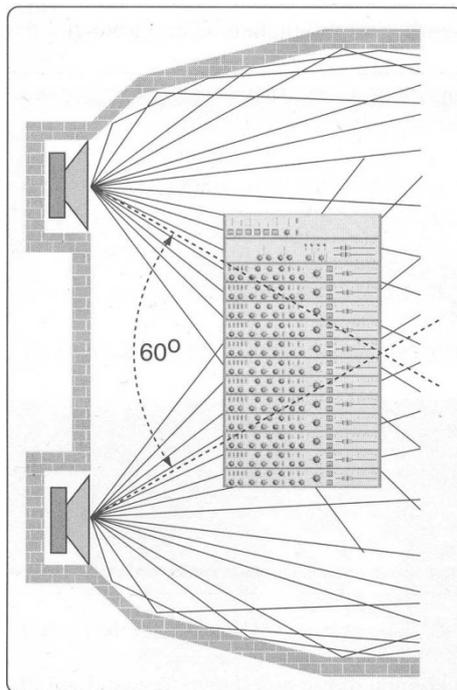


Abb. 6.6: Abhörmonitore im professionellen Studio

Der Zweck von Abhörmonitoren besteht darin, den Mix möglichst neutral zu hören um ihn so zu gestalten, dass er sich auf verschiedenen Anlagen gut anhört. Um dies zu erreichen besitzen gute Abhörmonitore einen möglichst linearen und breiten Frequenzgang und ein breites Abstrahlverhalten. Zudem sollten sie ein gutes Impulsverhalten aufzeigen. Jedoch ist es nicht möglich, hier absolute Genauigkeit zu erreichen, da vor allem die Membranen der Tieftöner zu schwer sind, um nicht auszuschwingen. Auch die Phasenlage guter Abhörmonitore ist möglichst linear. Um dies alles zu realisieren, setzen Hersteller oft auf aktive Lautsprecher mit eingebauter und auf sie abgestimmter Endstufe und Frequenzweiche. Wichtig ist die Aufstellung der Abhörmonitore: Sie sollten zusammen mit der Abhörposition ein Stereodreieck bilden, auf Ohrenhöhe ausgerichtet sein und möglichst symmetrisch im Raum stehen, also von der linken und der rechten Wand gleich weit entfernt sein. Außerdem sollten Abhörmonitore von Tischen mittels spezieller Standfüße oder

Absorbermaterial entkoppelt sein. Zudem sollten sie so positioniert sein, dass keine frühen Reflexionen von Schreibtischen oder dergleichen auf die Ohren treffen, da hierdurch der Klang verfälscht wird. In großen professionellen Studios werden Abhörmonitore in der Wand verbaut, um Reflexionen von dieser zu vermeiden und einen akustischen Kurzschluss zu verursachen.

7. Recording-Praxis

Bei der Aufnahme gibt es verschiedene Vorgehensweisen. Die Band kann als Ganzes oder jeder Musiker einzeln aufgenommen werden. Meist ist eine Mischung dieser beiden Aufnahmeformen sinnvoll. Wird die komplette Band zusammen aufgenommen, ergibt sich ein organischeres Zusammenspiel (im Jargon auch „Groove“) zwischen den einzelnen Musikern. Gleichzeitig entsteht jedoch auch viel Übersprechen zwischen den einzelnen Mikrofonen. Wird jeder Musiker einzeln aufgenommen, erhalten Sie von jedem Instrument eine saubere Aufnahme und können zudem auch mit entfernteren Mikrofonen arbeiten, um mehr Raumanteil zu gewinnen. Jedoch benötigen Sie hierfür in der Regel eine Pilotspur, der die Musiker folgen können und das Zusammenspiel geht praktisch verloren. Oft wird zunächst eine Aufnahme der kompletten Band als Pilotspur gemacht, die danach von den einzelnen Musikern überspielt wird. Diese Methode ist jedoch sehr zeitaufwändig.

7.1 Vorbereitungen

Besprechung mit den Musikern

Bevor das eigentliche Recording beginnt, gibt es noch einige Dinge mit den Musikern zu Besprechen und zu Planen. Erstellen Sie eine Liste mit den aufzunehmenden Instrumenten und Stimmen und besprechen Sie hierbei auch, welche vorgefertigten Spuren verwendet werden. Listen Sie hierbei auch die Anzahl der Toms beim Schlagzeug auf, damit sie letztendlich wissen, wie viele Spuren und Mikrofone Sie benötigen. Planen Sie die Aufnahmereihenfolge – üblicherweise werden zuerst laute Rhythmusinstrumente (Schlagzeug, Bass, E-Gitarre, Keyboards), dann leisere Rhythmusinstrumente (Piano, A-Gitarre), Lead-Vocals, Hintergrund-Vocals, Overdubs (Soli, Percussion, Synthesizer, Soundeffekte) und zuletzt Streicher und Blasinstrumente aufgenommen.

Einrichtung des Interfaces und der Session

Öffnen Sie ProTools und legen sie ein neues leeres Projekt mit der Samplerate 48 kHz und 24 Bit an. Als I/O Einstellungen wählen Sie zuletzt verwendet bzw. Default Studio A. Vergeben Sie einen eindeutigen Namen und selektieren den Speicherort.

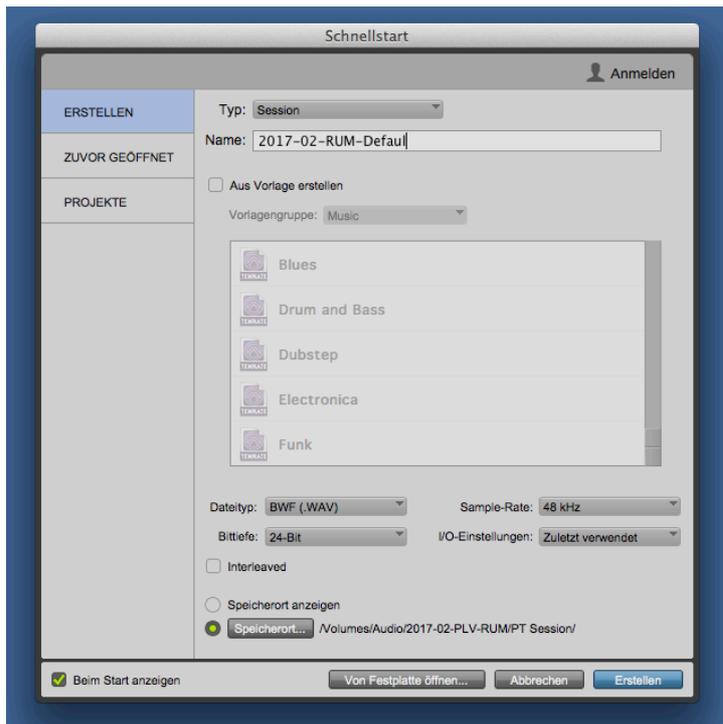


Abb. 7.1 – Session erstellen

Öffnen Sie die Setup und die Playback Engine, hier sollte HDX, also die AVID PCI-Soundkarte ausgewählt sein. Unter „Puffergröße“ können Sie die Anzahl der Samples einstellen, die zwischengespeichert und verarbeitet werden, bevor Sie an die Software übergeben werden. Die Hardware Puffergröße beim Mixing sollte 1024 Samples betragen. Beim Recording werden aufgrund der Latenz geringere Werte wie 256, 128 bis hin zu 64 Samples benötigt und eingestellt. Was möglich ist und stabil funktioniert hängt aber sehr stark vom Interface, dem Rechner und der Treiberarchitektur ab.

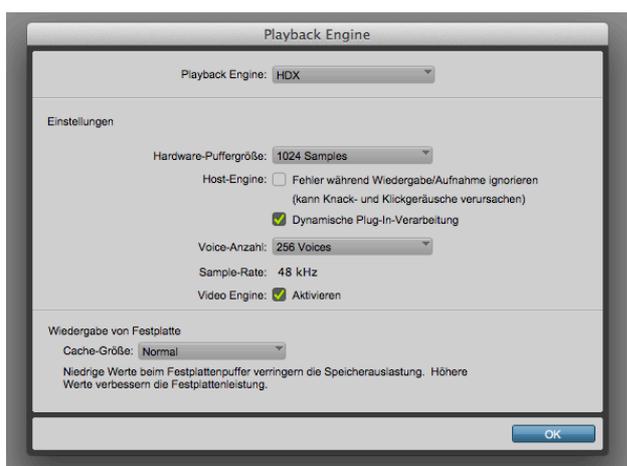


Abb. 7.2 – Playback Engine konfigurieren...

Projekt konfigurieren und Busse anlegen

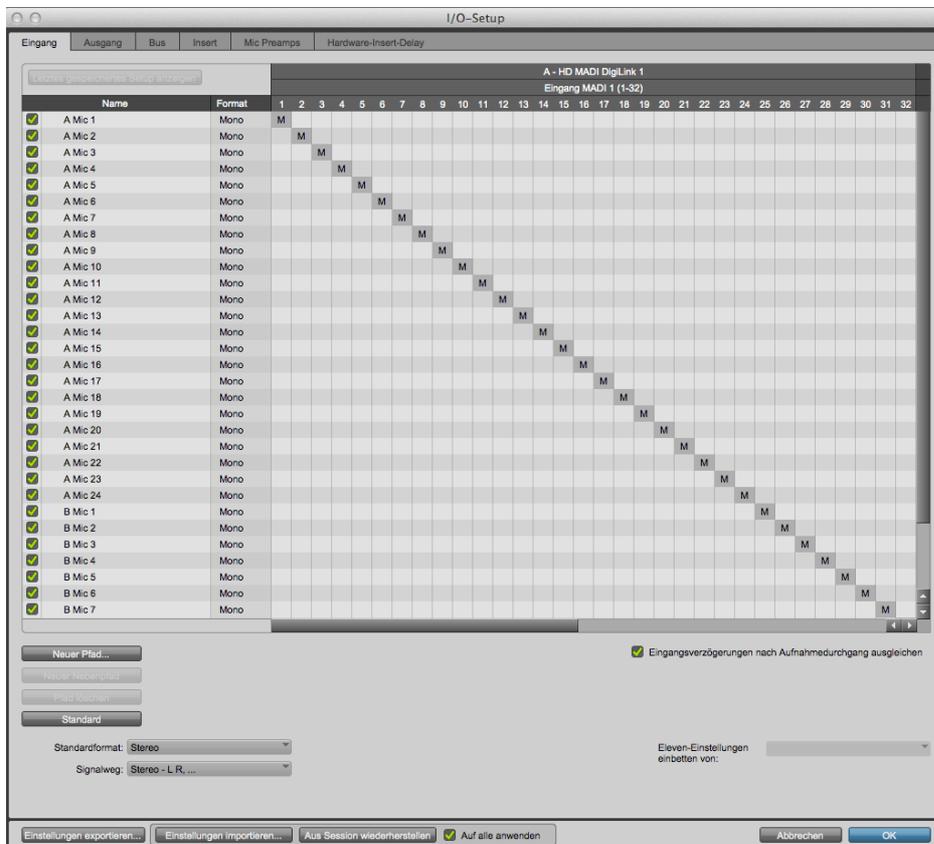


Abb. 7.3: I/O Setup Eingang im Studio A

Unter dem Reiter „Setup, I/O „ können Sie die Eingangs- und Ausgangsbusse konfigurieren. Auf die gleiche Weise können Sie auch Busse konfigurieren oder Hardware Preamps wie den Avid PRE oder das Interface in Studio A ansprechen. Für die Abhörmonitore benötigen sie einen Stereoausgang. Im Studio A ist aber ein Surroundausgang 5.1 eingerichtet und die Stereoabhöre liegen auf Kanal 1 und 2.

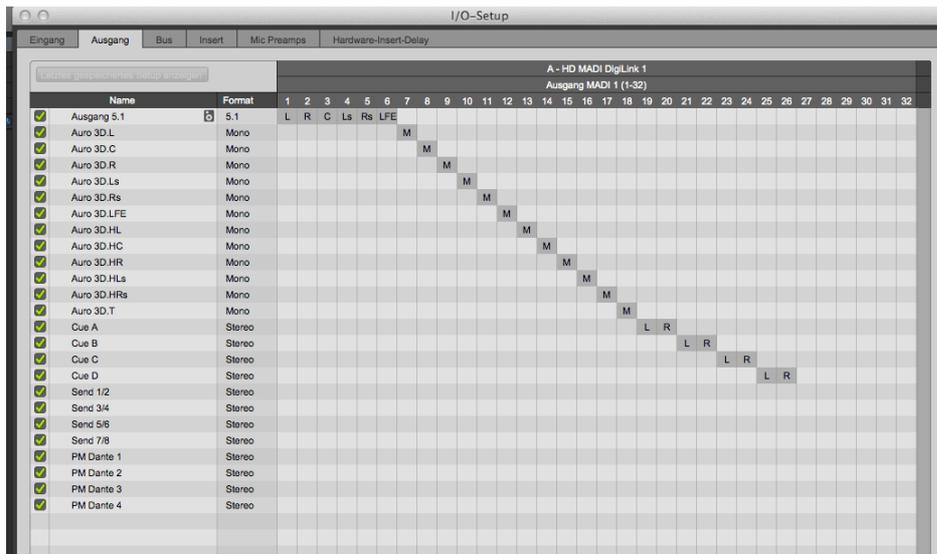


Abb. 7.4: I/O Setup Ausgang im Studio A

Über „Spur - Neu – Audio...“ können Sie neue Spuren anlegen. Verwenden sie zur Aufnahme Monospuren. Ist eine Spur ausgewählt, können Sie bei Mic Pre die Art des Eingangs definieren, und bei I/O den Input sowie Output Kanal zuweisen. Die Inserts bieten sich für Plug-Ins an und die Sends dienen für FX-Wege (Bus oder Aux genannt bei Pro-Tools), Kopfhörer Wege oder analoge Inserts

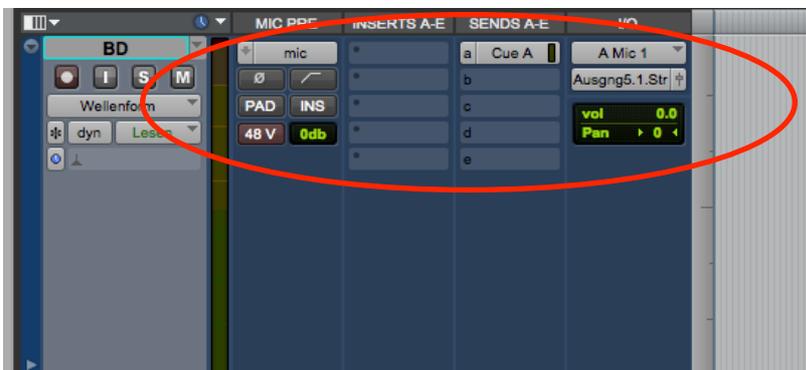


Abb. 7.5: Pro Tools 12 Kanalzuweisungen

Talkback

Nutzen Sie das am Mischpult angesteckte Mikro für die Kommunikation mit dem Musiker im Studio. Hierfür geht ein Kabel vom Micro an die Querverbindung AA8, d.h. zu Aufnahme A. Dort wiederum ist die QV auf Kanal 24 gepatcht, d.h. auf das Interface. Da es sich um ein Condensator Mic handelt benötigt es 48V und Vorverstärkung. Diese stellen Sie im DADman, der Routingoberfläche des Interfaces ein.

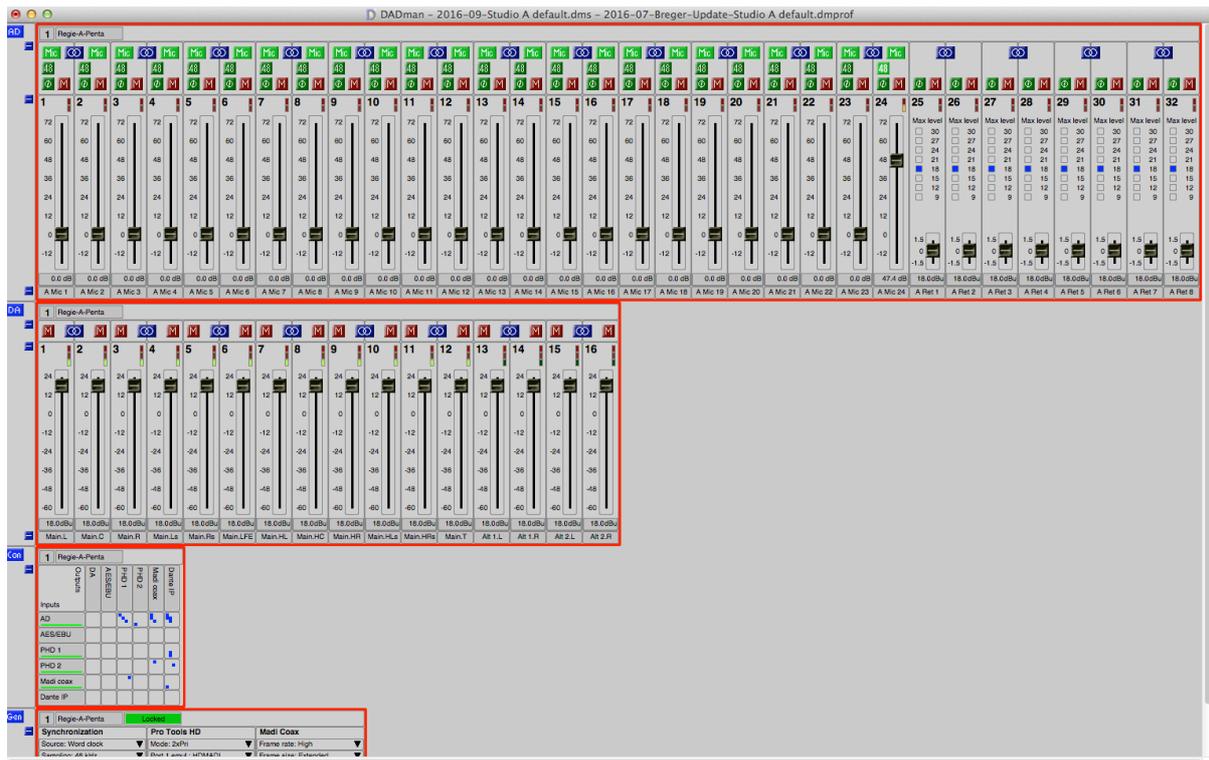


Abb. 7.6: DADman Oberfläche mit Kanal 24 Talkback

Die Zuweisung des Talkback (TB) erfolgt ebenfalls hier. Sofern Sie am Mischpult Talk drücken geht das Signal auf die Cue-Wege und dimmt das gerade vorhandene Signal. Den Talkback-Ausgangspegel können Sie auf der S6 Bedienoberfläche unter Monitoring einstellen. Stellen Sie bei Keyboardaufnahmen, sofern keine Mikros im Raum verbaut sind z.B. ein Kondensatormikrofon mit Kugelcharakteristik im Studio auf und legen Sie es auf einen der hinteren freien Kanäle. Dies nennt man Listenback. Weisen Sie es dem Main-Mix zu, sodass den Musiker später auf den Abhörmonitoren hören und auch wieder stummschalten können.

Kopfhörerwege

Damit die Musiker im Aufnahmezimmer oder der AK das Talkback, Playback oder z.B. eine Clickspur hören müssen noch die Kopfhörerwege eingerichtet und gepatcht werden. Verbinden Sie im Aufnahmezimmer den Kopfhörerverstärker mit dem Cue A der Stagebox. Öffnen Sie im jeweiligen Kanal von ProTools „Send“ und wählen Sie als Ausgang Cue A für das Monitoring. Aktivieren PRE Send damit der Kopfhörer-Mix unabhängig vom Kanalfader ist und stellen Sie den Pegel nach Wunsch ein. Drehen Sie den Cue Fader sehr vorsichtig auf und kontrollieren am besten vorher bei einem Test im Studio mit einem Kopfhörer, ob das Signal ankommt. Prüfen Sie auf diese Weise alle weiteren Monitoring-Wege.



Abb. 7.7: Monitoring in ProTools über Cue Wege

Spuren anlegen

Legen Sie in Pro Tools gemäß Ihrer Vorbesprechung Spuren an, benennen Sie diese und weisen Sie ihnen die entsprechenden Eingänge zu. Nutzen Sie das Farbcoding und legen Sie die Kopfhörerbusse an. Legen Sie AUX Spuren an. Legen Sie noch eine Masterspur an und weisen diese dem Ausgang zu.

7.2 Aufnahme Schlagzeug

Eine Schlagzeugaufnahme ist komplex und sollte sorgfältig durchgeführt werden. Der Hauptgrund hierfür besteht in den vielen verschiedenen Schallquellen, die nah beieinander liegen. Hierdurch kann leicht ein hohes Übersprechen entstehen, wenn Mikrofone nicht richtig positioniert werden.

Vorbereitung

Betrachten Sie die zur Verfügung stehenden Mikrofone und deren Datenblätter. Überlegen Sie, welches Mikrofon für welchen Zweck geeignet ist:

Mikrofonieren Sie das Schlagzeug. Achten Sie dabei darauf, die Richtcharakteristiken der Mikrofone so auszunutzen, dass Übersprechen möglichst vermieden wird. Bedenken Sie auch das Abstrahlverhalten der einzelnen Instrumente und die Richtcharakteristik der Mikrofone, um den Klang bereits auf den Mikrofonen in die gewünschte Richtung zu lenken. Benutzen Sie neben dem Bassdrum-Mikrofon auch ein Grenzflächenmikrofon, um diese abzunehmen. Dieses können Sie einfach in die Bassdrum legen. Zudem können Sie einen Subkick für tiefe Frequenzen verwenden. Nehmen Sie bei der Snaredrum sowohl das

Schlagfell, als auch das Resonanzfell ab. Stellen Sie die Overheadmikrofone für die Becken in einer AB-Stereoaufstellung auf und positionieren Sie sie so, dass die Snaredrum in ihrer Mitte liegt. Benutzen Sie ein zusätzliches Mikrofon für die Hi-Hat-Becken.

Achten Sie bei der Aufstellung der Mikrofonstative darauf, dass diese den Musiker nicht behindern und dass sie nicht von schwingenden Becken getroffen werden können. Führen Sie die Kabel entlang der Stative, sodass diese nicht frei herumhängen und keine Instrumente berühren. Überlegen Sie sich eine geordnete Belegung der Stagebox (gleiche oder ähnliche Instrumente nebeneinander) und verbinden Sie die Mikrofone mit ihr.

Notieren Sie die Belegung der Stagebox auf den beigefügten Belegungsplan um Übersicht zu bewahren und in der Regie schnell zu sehen, welches Mikrofon an welchem Kanal anliegt. Überprüfen Sie am Mischpult, ob die Signale richtig anliegen. Achten Sie darauf, dass alle Kondensatormikrofone mit Phantomspannung versorgt werden und dass alle Mikrofoneingänge auf „Mic“ geschaltet sind.

Soundcheck

Stellen Sie alle Schlagzeug-Fader auf 0dB ein. Lassen Sie den Musiker nacheinander jedes Instrument anspielen und pegeln Sie mit Hilfe des Gain-Reglers ihre Eingangssignale so ein, dass er in ProTools zwischen -12 und -6 dBFS liegt. Je konstanter der Musiker spielt, desto höher können Sie den Pegel einstellen. Sie sollten jedoch genügend Headroom lassen, damit Signale mit höherem Pegel nicht sofort zu Clipping führen. Sollte die Ausgangsspannung eines Mikrofons bei minimalem Gain bereits zu hoch sein, können Sie den Pegel mit dem Gainregler weiter reduzieren. Achten Sie auch darauf, dass der Kanal nicht übersteuert wird! Sollte dies bei minimalem Gain der Fall sein, können Sie bei manchen Mikrofonen einen Pad einschalten welcher die Empfindlichkeit reduziert. Stimmen Sie zusammen mit dem Musiker ab, welche Instrumente oder Playbacks er auf seinem Monitor-Kopfhörer benötigt und senden sie ihm diese über die Aux-Wege von Pro Tools. Nutzen Sie die Tiefpassfilter (Low-Cut) und Equalizer der Kanäle für eine grobe Entzerrung, greifen Sie hier jedoch nicht zu stark ein! Evtl. fühlt sich der Sänger mit etwas Hall beim Aufnehmen wohler. Nehmen Sie keinen Rechenintensiven Hall damit die Latenz nicht strapaziert wird, beim Altverb wäre dies z.B. der Fall.

Aufnahme

Schalten Sie für die Aufnahme die „REC“-Buttons aller aufzunehmenden Spuren scharf. Im Transportfeld finden Sie auf der rechten Seite das Metronom. Sie können es ein- und ausschalten, einen Precount aktivieren, wodurch es zwei Takte vorzählt, bevor die Aufnahme beginnt, sowie zwischen Tempospur und fixem bpm-Wert umschalten. Nutzen Sie den fixen bps-Wert, solange der Song keine Tempowechsel besitzt. Sollten Tempowechsel vorkommen, können Sie unter „Projekt - Tempospur“ eine Tempokurve abhängig vom Takt zeichnen.



Abb. 7.8: ProTools 12 Metronomsektion im Transportbereich

Damit der Musiker das Metronom auch hört, müssen Sie über Spur, Metronomspur erstellen ein Klick Spur hinzu fügen und diese dann zum jeweiligen Kopfhörer z.B. Cue A schicken.



Abb. 7.9: ProTools 12 Metronomspur erstellen und Routen

Starten Sie mit einer Aufnahme des kompletten Songs. Achten Sie dabei auf technische Fehler (Clipping, Verzerrung,...) und auf musikalische Fehler. Notieren Sie sich fehlerhafte Stellen wenn nötig. Wenn Sie klanglich mit der Aufnahme zufrieden sind, jedoch Fehler enthalten waren, arbeiten Sie mit **Overdubs**:

Markieren Sie die fehlerhaften Takte in der Zeitleiste. Nun kommen weitere Funktionen des Transportbereichs zum Tragen: Auf der linken Seite der Transportleiste finden Sie die Buttons „Pre-Roll verwenden“ und „Post-Roll verwenden“ sowie die Möglichkeit, Taktangaben zu machen. Dadurch startet die Aufnahme oder Wiedergabe um die angegebenen Takte vor dem Positionszeiger (Pre-Roll), bzw. endet um diese Länge nach dem rechten Marker (Voraussetzung dafür ist die aktivierte Einstellung „Nach automatischem Punch Out anhalten“ unter „Transport“ in den Programmeinstellungen). Dadurch kann der Musiker schon vor dem zu overdubbenden Bereich einsteigen und erreicht einen besseren Übergang. Mit den Funktionen „Auto-Punch-In“ und „Auto-Punch-Out“ wird die Aufnahme automatisch an der linken Markierung gestartet, bzw. an der rechten Markierung beendet. Nachdem ein Overdub aufgenommen wurde, erscheint ein Pfeil in der Mitte des längsten Clips, mit dem sich der gewünschte Overdub auswählen lässt. Da dies sehr unübersichtlich werden kann, empfiehlt es sich, neue Spuren für Overdubs zu verwenden. Korrigieren Sie auf diese Weise Fehler, bis Sie mit der Schlagzeugaufnahme zufrieden sind.

7.3 Aufnahme E-Gitarre

Vorbereitung

Die Aufnahme einer E-Gitarre unterscheidet sich vom Ablauf nicht viel von der eines Schlagzeugs. Überlegen Sie auch hier wieder, welche Mikrofone geeignet sein könnten:

Verwenden Sie mehrere Mikrofone, um den Verstärker abzunehmen. Achten Sie auch hier wieder darauf, wie sie bereits durch Positionieren und Anwinkeln der Mikrofone den Klang der Aufnahme beeinflussen können. Wenn der Verstärker einen zusätzlichen Ausgang für Recording besitzt, können Sie auch eine zusätzliche DI-Box verwenden. Sollte die Gitarre Brummen oder Surren sind es meist Einstreuungen in die Pickups. Bitten Sie den Gitarristen, sich vom Amp wegzudrehen und etwas zu bewegen um damit eventuell eine brummärmere Position zu finden. Checken Sie auch die Kabelwege, Netzteile und die Erdung der Gerätschaften. Oft spielt der Gitarrist in der Regie ein und der Verstärker steht im Aufnahmeraum oder einer Ampbox. Gehen Sie weiter vor, wie bereits bei der Schlagzeugaufnahme.

Aufnahme

Auch hier gibt es nicht viele Unterschiede zur Schlagzeugaufnahme. Lassen Sie den Gitarristen zunächst einmal den kompletten Song einspielen und arbeiten Sie dann mit Overdubs. Insbesondere wenn der Gitarrist während des Songs Effekte ein- und ausschaltet oder seinen Verstärkerkanal wechselt, sollten Sie an diesen Stellen mit Overdubs arbeiten. Lassen Sie hierbei etwas mehr Spielraum, um später Überblenden zu können. Nehmen Sie unterschiedliche Gitarrensounds unbedingt getrennt voneinander auf, da sie eventuell auch die EQ- und Pegelinstellungen am Mischpult verändern müssen.

7.4 Aufnahme E-Bass

Vorbereitung

Ein E-Bass kann mit seinem Verstärker größere Probleme im Tieftonbereich verursachen. Daher ist es oft am besten, die Bassgitarre entweder direkt über eine DI-Box abzunehmen, oder einen Vorverstärker vorzuschalten und dann eine DI-Box zu nutzen. Sollte der Klang des Verstärkers unverzichtbar sein, stellen Sie diesen möglichst leise ein und nehmen Sie ihn mit einem geeigneten Mikrofon ab. Laute Bassverstärker führen schnell zu einem matschigen Klang im Tieftonbereich, da hier leicht Resonanzen entstehen. Bassverstärker haben oft einen eingebauten DI-Ausgang, testen Sie diesen aber nutzen Sie bei Bedarf eine externe DI-Box. Achten Sie jedoch darauf, dass die Signale bei doppelter Abnahme mit DI-Box und Mikrofon in Phase sind. Die können Sie herausfinden, indem Sie in ProTools über das Trim Plug-In die Phase drehen. Die bassreichere Variante ist die richtige.

Aufnahme

Folgen Sie der Aufnahmeprozedur wie bei der E-Gitarre. Experimentieren sie eventuell mit verschiedenen Tonabnehmereinstellungen auf unterschiedlichen Spuren. Wenn der Bassist eine Dynamik von 6 dB übersteigt, empfiehlt es sich, einen Insert-Kompressor zu verwenden. Probieren Sie in diesem Fall ein Kompressionsverhältnis von ca. 1:4. Gehen Sie ansonsten vor wie bei der E-Gitarre.

7.5 Aufnahme Gesang

Vorbereitung

Benutzen Sie die AK 1, um Gesang aufzunehmen. Dazu müssen Sie die Querverbindungen der Patchbays nutzen. Patchen Sie so, dass das Mikrofon aus AK1 auf den Aufnahmeraum und von dort zum Interface und den Monitorweg in die entgegengesetzte Richtung zum Kopfhörer des Musikers. Überlegen Sie wieder, welche der vorhandenen Mikrofone besonders für Gesangsaufnahmen geeignet sind:

Achten Sie besonders bei Sängern darauf, dass das Studio eine Wohlfühlmosphäre vermittelt. Wenn ein Notenständer benötigt wird, sollte er möglichst steil ausgerichtet werden, damit seine Reflexionen nicht das Mikrofon erreichen.

Aufnahme

Lassen Sie den Sänger etwas entfernt vom Mikrofon stehen, damit der Bassbereich der Stimme nicht zu sehr durch den Nahbesprechungseffekt angehoben wird. Platzieren Sie einen Poppschutz mit wenigen cm Abstand zum Mikrofon, um Plosivlaute zu unterdrücken und einen Abstand zwischen Mikrofon und Sänger herzustellen. Sollte der Sänger eine hohe Dynamik besitzen, probieren Sie aus, ob er sich bei lauten Passagen vom Mikrofon entfernen und bei leisen annähern kann. Sollte dies nicht funktionieren, benutzen Sie einen Kompressor. Versuchen Sie hierbei ein Kompressionsverhältnis von ca. 1:2. Selbiges gilt auch für konstante Sänger, die in der Entfernung Schwanken. Verfahren Sie wieder wie bei den vorherigen Aufnahmen.

Mehrere Sänger für Hintergrundgesang können auf dieselbe Weise mit einem Mikrofon aufgenommen werden, eine Einzelaufnahme ist jedoch auch nicht ausgeschlossen.

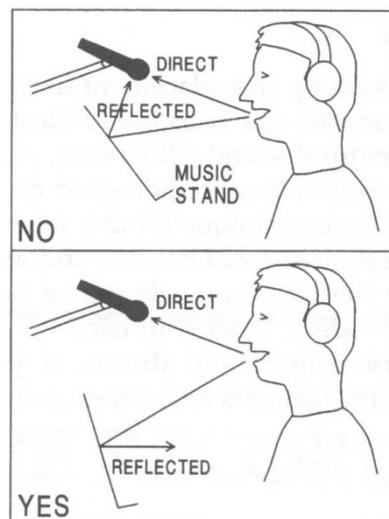


Abb. 7.5: Aufstellung von Notenständern

8. Quellen

Bruce and Jenny Bartlett, *Practical Recording Techniques Third Edition*, Focal Press, 2002

Abb. 7.5

Hubert Henle, *das Tonstudio Handbuch*, 5. Auflage, CG Carstensen, 2001

Abb. 2.1-2.7, Abb. 6.6,

<http://alaskatheband.ch/img/patchbay-standard.png>, aufgerufen am 25.5.2014

Abb. 6.4

<http://studio-in-a-box.de/praxis/drumset/Bassdrum-FRT-Muensingen-2008.png> Abb. 3.7,

aufgerufen am 02.08.2014

http://recording.de/Community/Forum/Recording_und_Studiotechnik/Recording_und_Mikrofonierung/168993/Post_1826247.html Abb. 3.6., aufgerufen am 02.08.2014

http://www.moschusplace.de/Layoutbilder/snare_top_mic.jpg Abb. 3.8, aufgerufen am 03.08.2014

http://images.thomann.de/pics/expert/0063_xy_mikrofonierung.jpg Abb 3.9, aufgerufen am 03.08.2014

http://www.shure.de/dms/shure/support_downloads/education/de_images/stereo-ab-mikrofonierung_3d_308x371/stereo-ab-mikrofonierung_3d_308x371.png Bild A-B aufgerufen am 03.08.2014

<http://www.musiker-board.de/attachments/f79-recording-forum//f718-know-how-rec//f592-faq-rec//21347d1141149646-abnahme-gitarre-aquitar.jpg> Abb. 3.2, aufgerufen am 03.08.2014

<http://www.proaudio-technik.de/public/PROAUDIO/image/bild/12682139561401887901.jpg> Abb 3.10, aufgerufen am 03.08.2014

http://www.shure.de/imaging/text_image_para_half/dms/shure/support_downloads/education/de_images/fluegel_nahabnahme/fluegel_nahabnahme.jpg?1260456923 Abb. 3.1, aufgerufen am 04.08.2014

<http://mixingundmastering.files.wordpress.com/2014/04/gesangsaufnahme1.gif> Abb. 3.11, aufgerufen am .03.08.2014

http://www.hjs-tonstudio-blog.de/wp-content/uploads/2013/03/jj67-Studio_095.jpg Abb. 3.5, aufgerufen am 03.08.2014

http://www.uaudio.com/media/blog/2011/10/bx_ms_guitar.jpg Abb. 3.3, aufgerufen am 03.08.2014

http://blog.gobbler.com/wp-content/uploads/2013/08/acoustic-guitar-x_y-pair1.jpg Abb. 3.4, aufgerufen am 03.08.2014