

Audio-Aufnahmetechnik

Referat von Michael Sedlmair am 26.05.03

Seminar Medientechnik

Prof. Hußmann

Übersicht

- Haupt-Einsatzbereiche
- Tonstudio
- Leitungstechnik
- Mikrofonierung
- Mischpult
- Der Weg in den Computer (Digitalisierung, Formate)
- Bearbeitung, Wiedergabe, Herr Schrittenloher
- Speicherung von Audio-Aufnahmen

Haupt-Einsatzbereiche (1)

- Musikaufnahmen
 - Klassische Musikaufnahmen
 - Höchstes Kriterium ist die Ästhetik der Aufnahme
 - Dem Zuhörer sollen räumliche und instrumentale Originalität gewährleistet werden
 - Fast ausschließlich digitale Aufnahmetechniken
 - Pop- und Rockmusik
 - Durch die Aufnahme soll der charakteristische Sound einer Musik -Gruppe herausgearbeitet und dem aktuellen Hörempfinden des Publikums angepasst werden
 - Zur Anwendung kommt ausschließlich (digitale oder analoge) Mehrspurtechnik
 - Mikrofonierung - Aufnahme - Abmischen/Schnitt
 - Der typische Ablauf einer Musikaufnahme _____

Haupt-Einsatzbereiche (2)

- Rundfunk und Fernsehen
 - Sprachaufzeichnungen, Liveaufnahmen
 - Radio Nachrichten, Live-Mitschnitte, Interviews verlangen Schnelligkeit als Prämisse
 - Aufnahmetechnik ist daher hochgradig digitalisiert (Redakteur kann selber schneiden!)
- Film- und Videobearbeitung
 - Drehortaufnahmen
 - Oft macht ein zu hoher Nebengeräuschpegel Drehortaufnahmen unverwertbar
 - Direktaufnahme durch Spezialmikrofone
 - Studioaufnahmen/Synchronisation
 - Wichtig ist die Einbindung von Atmosphären, Spezialeffekten, etc.
 - Harddisk-Recording, 5.1-Mehrkanalton (Surround-Ton)

Studioarchitektur (1)

- Tonstudio = Aufnahmerraum + Regieraum
- Einbeziehung akustischer Aspekte
 - Reflexion: Schallwellen werden an glatten Oberflächen zurückgeworfen
 - Absorption: Raue, weiche Materialien (z.B. Schaumstoff) können Schall „verschlucken“
 - Beugung: Schallwellen beugen sich um im Raum stehende Hindernisse
- Ziele:
 - A-Raum: Gewünschte Klangcharakteristik durch geeignete Abdämmung
 - R-Raum: optimaler Klang => optimales Produkt
- Probleme:
 - Auslöschung von Frequenzen (reflektierte Wellen legen sich gegenparallel übereinander)
 - „Stehende Welle“ (reflektierte Wellen legen sich parallel übereinander)
 - Bündelung von Schallwellen (z.B. bei konkav-gekrümmten Wänden)

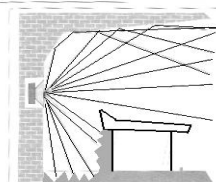
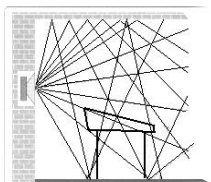
26.05.03

Audio-Aufnahmetechnik

5

Studioarchitektur (2)

- Maßnahmen zur Abdämmung:
 - Betonwände, Schallschutztüren und -fenster dämmen das Studio von Außengeräuschen ab
- Maßnahmen zur Bearbeitung des Klangbildes:
 - Die Beeinflussung des Klangbildes ist aufgrund der frequenz-abhängigen Eigenschaften des Schalls äußerst komplex (Bsp. Gasteig)
 - Durch Absorber(hohe Freq.) und Resonatoren(tiefe Freq.) werden unerwünschte Reflexionen unterdrückt
 - Verwinkelte Wände steuern die Schallwellen und verhindern Bündelungen



26.05.03

Audio-Aufnahmetechnik

6

Leitungstechnik (1)

- **Priorität: Vermeidung von Störsignalen**
 - Abschirmung
 - Durch ein geerdetes Geflecht aus Kupfer/Alu um die Leitadern werden unerwünschte, in das Kabel eindringende Störgeräusche (erzeugt durch elektrische Felder von Verstärkern, Lautsprechern, etc.) abgeleitet
 - Unsymmetrische Leitungen
 - Der in elektrische Schwingungen umgewandelte Ton wird hierbei lediglich durch einen Tonader geleitet
 - Eindringende Störsignale werden weitergeleitet und mit dem Signal verstärkt
 - Symmetrische Leitungen
 - Symmetrische Kabel verfügen über zwei Tonadern
 - Das Signal wird auf einer der beiden Tonadern zur Übertragung um 180° in Phase gedreht => Eindringende Störsignale löschen sich gegenseitig aus
 - Fazit: Lange Kabelwege (langer Angriffspunkt für Störsignale!) sollten nach Möglichkeit symmetrisch geführt werden

26.05.03

Audio-Aufnahmetechnik

7

Leitungstechnik (2)

- Steckerarten (siehe rechts)
- Multicore-Kabel
 - Multicore-Kabel sind mehrere zu einem zusammengefassten Kabel, die nochmals von einem extra Schirm umhüllt sind
- Patchbay (Koppelfeld)
 - Hier laufen sämtliche Verbindungen zusammen (Mikrofone, Mischpultein- und -ausgänge, Effekteinschleifpunkte, etc.)
 - Jeder Anschluß verfügt über zwei Steckbuchsen (Send, Return). Durch diese Architektur lassen sich einzelne Spuren problemlos auf andere verlegen
 - Die Buchsen analoger Patchbays werden mit kurzen Klinkenkabeln verbunden. Die Schaltung digitaler Patchbays erfolgt computerintern



Symmetrische Stecker



Unsymmetrische Stecker

26.05.03

Audio-Aufnahmetechnik

Mikrofone (1)

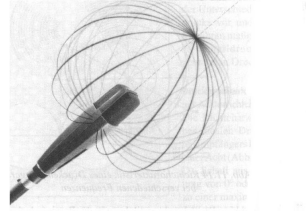
- Schallwellen => elektrische Schwingungen
 - Mikrofone wandeln Schallwellen mit Hilfe einer mechanisch schwingenden Membran in elektrische Schwingungen. Sie stehen somit am Anfang jeder Aufnahme (ausgenommen voll elektronische Instrumente wie Synthesizer)
- Kondensatormikrofone
 - Dies sind die klassisch hochwertigen Studiomikrofone
 - Sie nehmen den Klang natürlich, ausgeglichen und verzerrungsarm auf
 - Prinzip: Eine zu einer Gegenelektrode gespannte elektrisch leitende Folie wird als Membran genutzt. Durch die Kapazitätsänderung zwischen den beiden Elektroden kann die mechanische Schwingung in elektrische umgewandelt werden
 - Kondensatormikrofone bedürfen einer extra Verstärkung, was elektrischer Energie bedarf: Batterien sind zu kurzlebig, darum verwendet man heute Phantomspeisung. D.h. die Mikrofone werden direkt über die zwei Adern ihres Kabels mit Spannung (42-52 Volt) versorgt.

Mikrofone (2)

- Dynamische Mikrofone
 - Diese Mikrofone sind im Allgemeinen wesentlich billiger aber durchaus auch im Studiobereich verwendbar
 - Problem: Die Übertragung des Frequenzbereichs erfolgt nicht linear => Man benötigt verschieden Mikrofone für verschieden Einsatzgebiete (z. B. Gesangsmikrofon, Bassdrum-Mikrofon, etc.)
 - Im Gegensatz zu Kondensatormikrofonen sind dynamische Mikrofone jedoch viel robuster und können auch extrem hohen Schalldruck ohne Verzerrung wiedergeben (Live-Einsätze!)
 - Prinzip: Die Technik beruht auf dem physikalischen Induktionsgesetz. Ein elektrischer Leiter (schwingende Membran) bewegt sich in einem Magnetfeld und induziert dadurch eine Spannung

Mikrofone (3)

- Richtcharakteristiken (Wo nimmt das Mikro auf?)
 - Die gängigsten Charakteristiken sind Niere (siehe Bild), Superniere und Kugel
 - Es gibt sowohl Mikrofone mit fester Richtcharakteristik als auch solche mit umschaltbarer
- Mikrofontypen:
 - Stereomikrofone mit zwei getrennt von einander drehbaren Kapseln
 - Richtmikrofone für zielgerichtete Aufnahmen bei Film und Fernsehen
 - Grenzflächenmikrofone werden an Wand oder Boden angebracht und vermeiden ungünstige Überlagerungen von Schallwellen
 - Digitales Mikrofone sind normale Mikrofone mit integriertem A/D-Wandler
- DI - Box
 - Instrumente mit elektronischer Klangerzeugung (Synthesizer, E-Bass, etc.) können auch direkt mit einer DI-Box (Direct-Injection-Box) abgenommen werden. Diese konvertiert das Signal auf ein vom Mischpult verwendbares Level



Mikrofonierung

- Mikrofonierung = Auswahl + Aufstellung der Mikrofone
 - Orientierung nach Aufnahmeraum, Instrument, Stilrichtung und Trends
 - Nach Gespür und Vorstellung des Tontechnikers/-meisters
- Mono-Aufnahme in Rundfunk und Fernsehen
 - Möglichst wenig Nachhall: Kondensatormikrofone, nah
- Aufnahme bei Filmen
 - Am Drehort: Richtmikro's, Ansteckmikro's
 - Synchronisation im Studio: Die richtige Atmosphäre muß mit geeigneter Mikrofon-Aufstellung nachgebildet werden (Stereomikrofone)
 - 5.1-Aufnahmen mit mehreren Mikrofonen
- Musik-Aufnahmen:
 - Raummikrofone bei klassischer Musik, zusätzlich werden oft klanglich schwächere Instrumente zusätzlich mit Einzelmikrofonen versehen
 - Einzelmikrofon-Aufnahmen bei Pop- und Rock-Musik

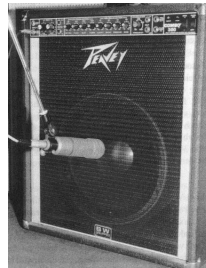
Mikrofonierung - Beispiele



Gesang



Klavier



E-Gitarre / E-Bass



Schlagzeug

26.05.03

Audio-Aufnahmetechnik

13

Mischpulte - Konzeption

- Unabhängige Einzelkanäle (16, 24, 36, 48):
 - Entzerrer (= Equalizer): Tiefen-, Mitten-, Höhenregler
Hiermit lässt sich das Frequenz-Spektrum bearbeiten
 - Einschleifpunkt: Anschlußpunkt für zusätzliche Geräte, wie Kompressor, Limiter, Noise Gate, etc. mit Hilfe einer Send- und Returnbuchse. Der Bypass-Schalter schaltet den zusätzlichen Effekt weg/zu.
 - Panorama Regler: Ordnet den Kanal ins Stereopanorama ein.
 - Fader: Lautstärkenregler. Mute-Taste schaltet den Kanal stumm.
 - Solo-Funktion: Bei Drücken dieser Taste ist ausschließlich dieser Kanal zu hören. Dadurch lassen sich die einzelnen Spuren einstellen und Störsignale lokalisieren.
- Masterbereich
 - Summenmodul: Hier liegt der Mix aus allen Einzelspuren an. Zwei Fader regeln die Gesamt-Lautstärke (rechts - links).
 - Monitormodul: Gleicht dem Summenmodul, dient allerdings unabhängig von diesem als extra Abhörkanal. Meist verfügt es über Sonderfunktionen, wie das Umschalten zwischen verschiedenen Boxen-Paaren oder einer Mono-Schaltung.

26.05.03

Audio-Aufnahmetechnik

14

Mischpulte - Analog/Digital

- Analoges Mischpult
 - „One Knob per Function“: Für jede Funktion gibt es genau einen Regler/Schalter über die man diese unmittelbar bedienen kann => Gute Übersicht
 - Da moderne Mischpulte immer mehr Funktionen haben werden solche Mischpulte schnell überdimensional groß.
- Digitales Mischpult
 - Preis und Größe können reduziert werden, da:
 - Mehrere Funktionen können über einen Regler bedient werden. Die jeweilige Belegung wird digital zugewiesen => Die einzelnen Kanäle können nach dem Baukasten-Prinzip selbst konfiguriert werden
 - Es stehen beliebig viele Kanäle zur Verfügung (Begrenzt. nur durch Speicherplatz)
 - Unendlichkeitsregler (ohne Anstoß und Markierung) gewährleisten eine freie Bedienung
 - Die verschiedenen Einstellungen können abgespeichert werden
 - Mischpulte auch als rein graphische Oberflächen: Diese können jedoch nur ungenügend gesteuert werden (Maus!)

26.05.03

Audio-Aufnahmetechnik

15

Abmischen am Mischpult

- Entzerrung/Equalizer(EQ)
 - Tiefen: Bringen Power, Druck in den Klang
 - Unteren Mitten: Zuviel führt zu hornähnlichem Klang
 - Oberen Mitten: Gibt Präsenz, macht den Klang klarer
 - Höhen: Verstärkt die charakteristischen Obertöne eines Instruments
- Einpegeln mit Hilfe spezieller Kontrollinstrumente:
 - Vermeidung von Verzerrungen, Relativer Pegel 0dB (= Grenze zum Übersteuerungsbereich) sollte nicht überschritten werden
 - Peak-Meter, VU-Meter dienen einer Gehör-unabhängigen Pegelmessung
- Zusammenmischen der Spuren:
 - Lautstärkenverhältnisse, Stereo-Gesamtbild, Effekt-Anteile werden eingestellt
 - Abgemischt wird bei unterschiedlichen (der Sound soll leise und laut gut klingen) und nicht zu hohen Lautstärken (das Ohr ermüdet bei hohen Lautstärken schnell)
 - Zwischen Produzent und Musiker findet eine ständige Kommunikation statt
 - Computergestütztes Mischen

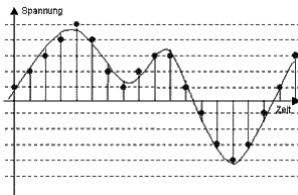
26.05.03

Audio-Aufnahmetechnik

16

Wandlung des Signals in Bitströme

- A/D-Wandler: Elektrische Schwingungen werden in Bitströme gewandelt
- Sampling
 - Die Messung der Amplitude in regelmäßigen (kurzen) Abständen ergeben die verschiedenen Samples, die dann abgespeichert werden
 - Nyquist-Theorem: Sample Rate $> 2 \times$ höchste Frequenz (CD: 44.1 kHz)
 - Aliasing-Fehler (Bsp. Drehendes Rad im TV!): Diese Fehler beruhen auf einer digitalen Zweideutigkeit. Alle Signale die zu solchen Fehlern führen können ($>$ halbe Sample Rate) müssen vor der A/D-Wandlung herausgefiltert werden



- Quantisierung

- Die Samples werden auf den nächst passende Binärwert gerundet und gespeichert
- Standard: 16Bit, Professionell: 20Bit - 40Bit
- Quantisierungsrauschen entsteht durch die kleine Differenz zwischen Originalwert und dem quantisierten Wert

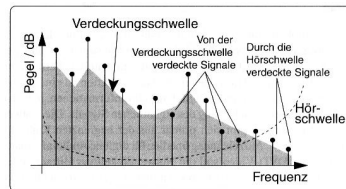
26.05.03

Audio-Aufnahmetechnik

17

Komprimierung & Dateiformate

- Dateneinsparung bei:
 - Verdeckte Signalen
 - Signalanteilen, die unter der Hörschwelle liegen
 - Diese Frequenzen können weggelassen werden oder mit geringerer Auflösung quantisiert werden



- Dateiformate:

	2-Kanal	6-Kanal	>
<u>Dolby:</u>	AC2,	Dolby Digital(AC3)	Dolby E
<u>MPEG:</u>	MPEG-1	MPEG-2,	MPEG-2 AAC
Verwendung:	ISDN	Kino, digitales Fernsehen DVD	professioneller Studiobereich

26.05.03

Audio-Aufnahmetechnik

18

Schallspeicherung

- Analoge Speicherung:
 - Nadeltonverfahren: allgemein bekanntes Prinzip der Schallplatte
 - Magnettonverfahren: Dieses Verfahren beruht auf dem Induktionsgesetz, bringt man einen magnetisierbaren Stoff (das Tonband) in die Nähe eines stromdurchflossenen Leiters, richten sich die Moleküle dieses Stoffes entsprechend aus. Nach dem Abschalten des Stroms bleibt diese Magnetisierung erhalten.
 - Lichttonverfahren: Wird beim 35mm Kinofilm verwendet, da sich hierbei Bild und Ton auf einer Materie speichern lassen. Mittels einer beweglichen Blende wird die Tonmischung in verschiedenen Schwärzungen auf ein Lichtton-Negativ (neben dem Film) gespeichert. Das Negativ wird entwickelt.
- Digitale Speicherung:
 - DAT (Digital Audio Tape): Beruht auf dem Magnettonverfahren. Digitale Daten müssen erst entsprechend kodiert werden.
 - Disk-Recording: Speicherung auf der Festplatte gewährleistet eine unproblematische digitale Bearbeitung der Produktion.
 - Consumer-Diskformate: CD, MD, DVD

Ablauf einer Studioaufnahme (am Beispiel einer Rockgruppe)

- Erstellen einer Demoversion des Songs (gespielt von der ganzen Band)
- Geeignete Mikrofonierung
- Einspielen jedes Instruments einzeln, Musiker hört Demoversion über Kopfhörer
- Reihenfolge:
 - Schlagzeug - Bass - Gitarre - Gesang
 - Schema: Rhythmik - Harmonik - Melodik
- Abmischen: Pegeln, EQ, Effekte
- Aufnahme „mastern“
 - Die einzelnen Kanäle der fertigen Aufnahme werden nochmals (meist von einem unabhängigen Mischer) auf des Maximum des zulässigen Pegels „hochgepegelt“ und letzte Feineinstellungen vorgenommen
- Auf ein Medium speichern (Audio-CD)

Quellenangabe

- Hubert Henle, Das Tonstudio Handbuch
- Keys-Magazine (Ausgaben: 06/01, 07/02, 08/02, 10/02)
- <http://www.uni-koeln.de/rrzk/multimedia/dokumentation/audio/>
- <http://www.stud.uni-hamburg.de/users/audio/AKUSTIK.htm>