

Tontechnik 1 – Mischpulte



Prof. Oliver Curdt
Audiovisuelle Medien
HdM Stuttgart

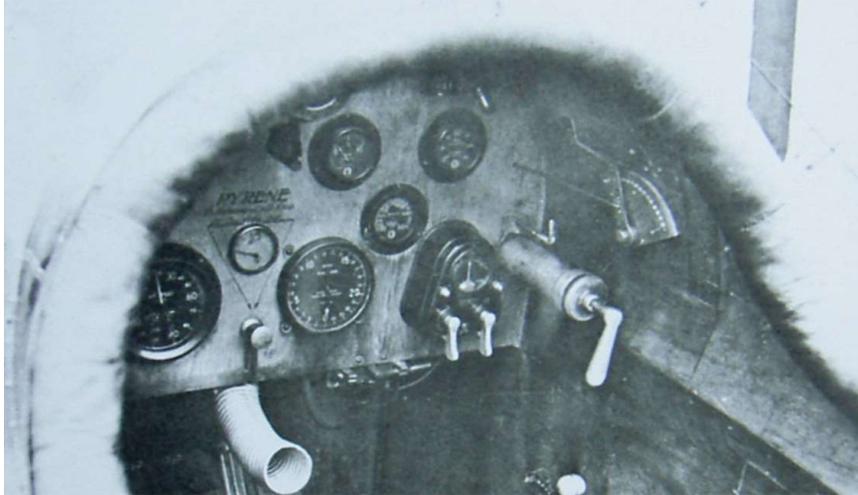
„Steuerung“ der Audiosignale



Prof. Oliver Curdt

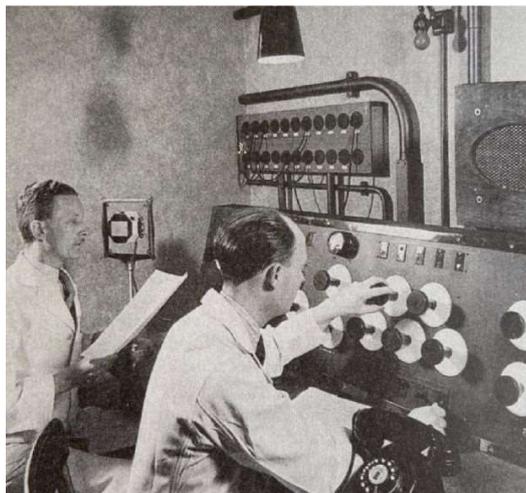
Von ersten Anfängen ...

Prof. Oliver Curdt



Mischpult in den 60er Jahren

Prof. Oliver Curdt



... über einfache Lösungen ...



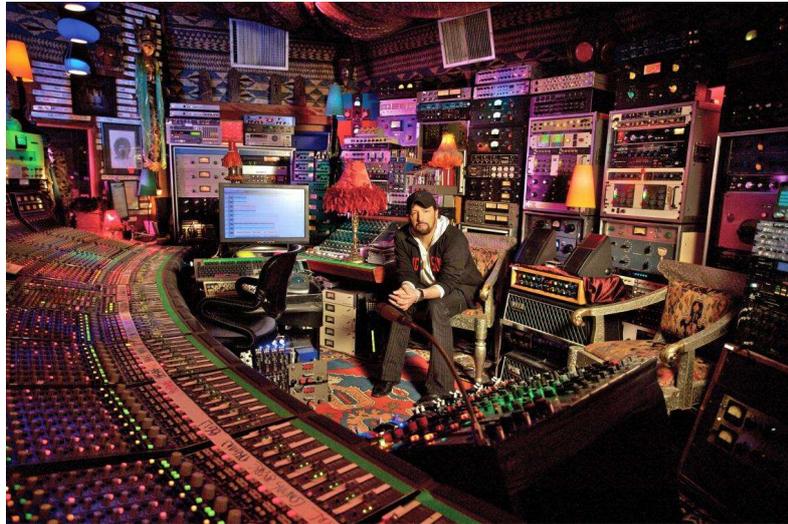
Prof. Oliver Curtt

... bis zu hoch komplexen Systemen



Prof. Oliver Curtt

Steuerzentrale „Tonstudio“



Prof. Oliver Curdt

Mischpulte

- erforderliche Eigenschaften eines Mischpultes stets anwendungsbezogen
 - Beschallung, live
 - | Konzert
 - | Einspielung für Theater, Oper, etc.
 - Aufnahme (stereo, Mehrspur)
 - | U-Musik
 - | E-Musik
 - Sendepult (Rundfunk)

Prof. Oliver Curdt

Mischpulte für Aufnahmen

- Aufnahmeverfahren bestimmt Anforderungen
- Sprachaufnahmen:
 - häufig Direct-to-2-Track
 - endgültiger Mix während der Aufnahme
 - Editing nach der Aufnahme
 - Hörfunk-Features / Hörspiele
 - verschiedene Zuspielmaschinen
 - mehrere Kopiervorgänge 
 - vorher 

Prof. Oliver Curdt

2-Spur-Stereo-Musikaufnahmen:

- meistens größere Anzahl von Mikrofonen
 - Stereohauptmikrofon (entfällt bei Rock/Pop)
 - Stützmikrofone
- Beispiel:
 - Neumann 2003, A 3 

Prof. Oliver Curdt

Mikrofonierung Bass-Drum

- verschiedene Mikrofonpositionen im Kessel



2-Spur-Stereo-Musikaufnahmen

- deutlich längere Vorbereitungszeit als bei Sprachaufnahmen, komplexeres Klangbild
- Festlegung von
 - Klang (Frequenzspektrum)
 - Balance
 - Panorama
- Headroom in der Σ beachten !!!
- Editing anschließend

Mehrspuraufnahmen

- mehrere Arbeitsabschnitte:
 - Aufnahme → jedes Mikrofonsignal auf eine Spur
 - Edit
 - Abmischung
- Korrektur bzw. Ersetzen einzelner Spuren möglich
- Playbacks mit Pilotspuren („Backing –Tracks“)
- Overdubs, Aufnahmen zusätzlicher Stimmen
 - „Song around the world“ 

Prof. Oliver Curtt

Mehrspuraufnahmen

- Konzentration auf
 - musikalische Aspekte während der Aufnahme
 - klangliche Aspekte während der Abmischung
- Optimierung des Klangbildes
 - kann differenzierter ausgearbeitet werden
 - Timecode-bezogene Mischautomation
- Vorverstärker ⇒ DAW / MTR ⇒ Stereomischpult

Prof. Oliver Curtt

Aufbau analoger Mischpulte

- Eingangsmodul Stereomischpult
 - mehrere Funktionsgruppen ...
 - Modulbauweise ermöglicht schnellen Austausch bei evt. Defekten
 - gemeinsames Modul pro Kanalzug oder Einzelsteckmodule

Prof. Oliver Curtt

Eingangskanäle – Patchbay



Telefonzentrale um 1920

Prof. Oliver Curtt

Die Patchbay



Prof. Oliver Curtt

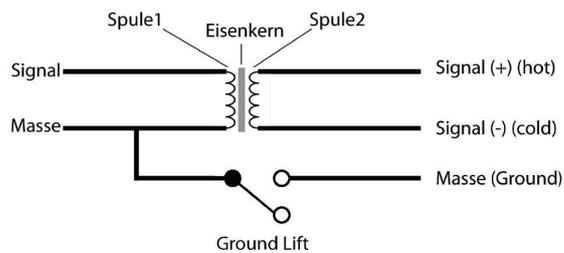
Quelle: Hubert Henle, Das Tonstudio-Handbuch

Eingangsstufe / Mikrofonvorverstärker

■ symmetrische Eingänge mit Eingangsübertrager

■ XLR

- Screen (**X**screen) → Schirm
- Line → Signal
- Return → Rückleiter



Prof. Oliver Curtt

Eingangsstufe / Mikrofonvorverstärker

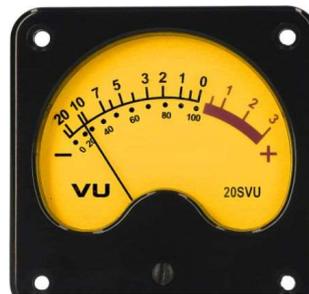
- Mikrofonvorverstärker mit großem Verstärkungsbereich
- evt. Vordämpfung von 20 dB (PAD)
 - Vermeidung von Übersteuerungen bei sehr hohen Mikrofonausgangspegeln
- Phantomspeisung 48 V für Kondensatormikrofone
 - getrennt abschaltbar für unsymmetrische Quellen !!!

Eingangsstufe / Mikrofonvorverstärker

- korrekte Einstellung der Vorverstärkung:
 - optimaler Arbeitspunkt für nachfolgende Funktionsgruppen (Vollaussteuerung $\cong 1,55$ V)
 - Signal-Rausch-Abstand \leftrightarrow Übersteuerungen (später nicht mehr korrigierbar)

Eingangsstufe / Mikrofonvorverstärker

- Problematik von Aussteuerungsinstrumenten
 - Trägheit ... Genauigkeit
 - Messtechnik \leftrightarrow menschliche Wahrnehmbarkeit
 - ggf. Overload-LED



Prof. Oliver Curdtt

Eingangsstufe / Phasenschalter

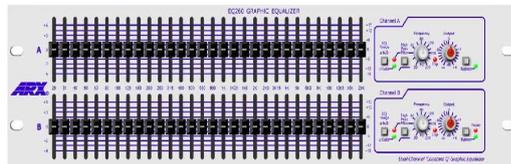
- ggf. bei Verwendung von zwei und mehr Mikrofonen für 1 Instrument
 - z. B. Schlag- und Resonanzfell bei Trommeln 
 - „verpolte“ Mikrofonleitungen
- Entfernen von „Störgeräuschen“ Bsp.: Übersprechen   
- Trittschallfilter = Hochpass (80 ... 100 Hz) 

Prof. Oliver Curdtt

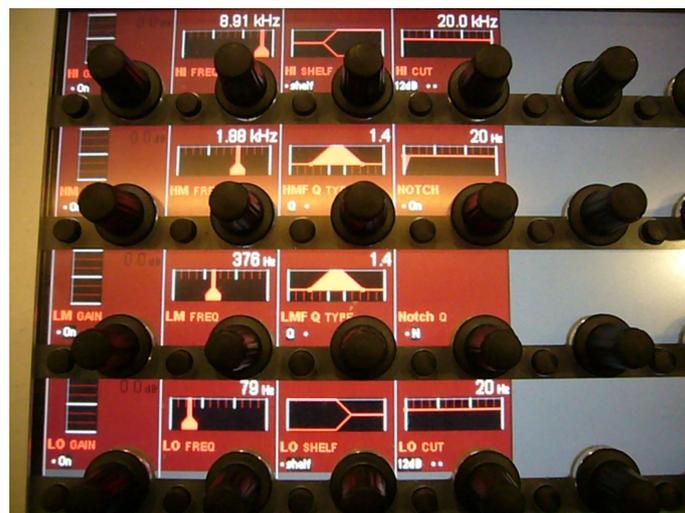
Klangeinstellung, EQ

- Veränderung des Frequenzganges
- Filter und Entzerrer
- technische oder künstlerische Gründe
- einfachste Form: Höhen- oder Tiefenfilter (Shelving / „Kuhschwanz“)
- parametrisch oder graphisch

Prof. Oliver Curtdt



Parametrischer EQ



Prof. Oliver Curtdt

Entzerrung

- 4 wesentliche Bereiche des Frequenzspektrums:
 - Tiefen (20 ... 200 Hz)
 - untere Mitten (200 ... 1000 Hz)
 - obere Mitten (1 ... 5 kHz)
 - Höhen (5 ... 20 kHz)

Entzerrung

- Tiefen (20 ... 200 Hz)
 - Grundtonbereich tiefer Instrumente (z. B. Bass, Bassdrum)
 - tiefe Bässe sind „spürbar“
 - bewirkt „druckvolle“ Mischung
 - zu viel ⇒ Dröhnen, Wummern
 - zu wenig ⇒ dünn, schlank

Entzerrung

- untere Mitten (200 ... 1000 Hz)
 - Grundtöne der meisten Instrumente und der menschlichen Stimme
 - kleine Veränderungen \Rightarrow große klangliche Auswirkungen
 - relativ schnelle Ermüdungserscheinungen des menschlichen Ohres bei Überbetonung
 - „nasaler“, „pappiger“ Klang bei Anhebungen zwischen 500 Hz und 1000 Hz

Entzerrung

- obere Mitten (1 ... 5 kHz)
 - Klarheit, Durchsichtigkeit, Brillanz
 - dünner bzw. harter Klang bei Überbetonung
 - Sprachverständlichkeit (2 ... 4 kHz)

Entzerrung

- Höhen (5 ... 20 kHz)
 - Obertöne und Geräuschanteile
 - Streich- und Bogengeräusche
 - Anblasgeräusche
 - Zischlaute bei Stimmen
 - Attack bei Schlagzeug und Percussion

EQ mit Shell-Charakteristik (Peak)

- Präsenz / Absenz-Filter = Entzerrer mit Peak-Charakteristik
- Parameter einstellbar:
 - Mittenfrequenz
 - Stärke der Anhebung / Absenkung in dB
 - Güte Q

EQ mit Shell-Charakteristik (Peak)

- Güte $Q = \text{Mittenfrequenz} / \text{Bandbreite}$
 - | Beispiel: $Q = 1000 \text{ Hz} / 232 \text{ Hz} = 4,31$
 - | $f_M = \sqrt{f_u \cdot f_o}$
 - | f_M Mittenfrequenz
 - | f_u untere Grenzfrequenz
 - | f_o obere Grenzfrequenz

- | 1 Oktave $\Rightarrow Q \approx 1,4$

Prof. Oliver Curdt

Klangentzerrung in Mischpulten

- parametrische Entzerrer mit überlappenden Frequenzbereichen
 - | Tiefenfilter (shelving)
 - | 3 ... 4 parametrische Entzerrer
 - | Höhenfilter (shelving)
 - | pro Kanal schaltbar, EIN / AUS oder BYPASS
 \Rightarrow direkter Vergleich möglich zwischen linearem und entzerrtem Signal

- Soundcheck Drums 

Prof. Oliver Curdt

AUX-Wege

- „Hilfsausgänge“ / Abzweige
- verschiedene Bezeichnungen:
 - Auxiliary-Send
⇒ kurz AUX-Send
 - Effect-Send
 - Echo-Send
 - Foldback-Send
 - Hall-Abzweig
 - Kopfhörerweg

Prof. Oliver Curdt



Abzweige - Funktion + Anwendung

- Auskopplung des Kanalsignals auf zusätzliche Summenschiene (z. B. AUX-Master 1, 2, 3, ...)
- Ansteuerung externer Effektgeräte (z. B. Hall)
- Rückweg über AUX-Return oder „normalen“ Kanalzug
- verschiedene Kopfhörereinspielungen
- Abgriff für das Kanalsignal PRE oder POST Fader
⇒ Anwendungsbeispiele (Kopfhörer, Hall)

Prof. Oliver Curdt



Einschleifpunkt (Insert)

- Einfügen externer Effektgeräte in den Signalweg
 - spezielle Entzerrer
 - Kompressoren
 - Limiter
 - Gate
 - „Plugins“
- Insert-SEND (Mischpultausgang)
- Insert-RETURN (Mischpulteingang)
 - jeweils über Trennklinke integrierbar

Prof. Oliver Curdtt

Panorama – Potentiometer

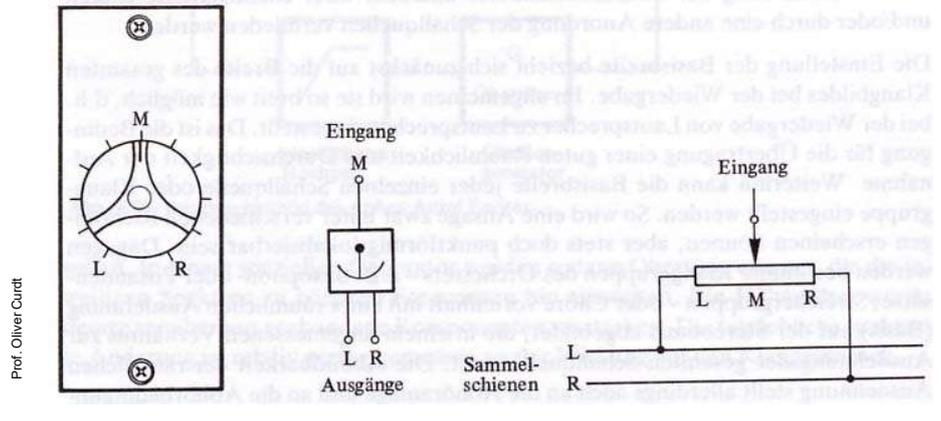
- „Pan-Pot“
- Position des Signals in der Stereobasis
- Pegelunterschiede bezogen auf Summenkanäle
 - △ Koinzidenzstereofonie
 - ⇒ Phantomschallquellen
 - ⇒ kontinuierliches Verschieben bei gleicher Lautstärke möglich
- Stereoquellen: PAN ⇒ L/R
Einengen der Basis möglich, aber unsauber im Phasenverhalten → Klangverfärbungen !!!

Prof. Oliver Curdtt



Pan-Pots

Schaltungssymbol und -prinzip



Fader-Sektion

- Lautstärke des jeweiligen Kanals im Gesamtsignal
- Skala log-linear im Arbeitsbereich
- Skala doppelt log im unteren Dynamikbereich (ungenauere Auflösung)
- CUT / MUTE
⇒ Stummschalten des Kanals
- Option „Fader-Start“ z. B. bei Sendepulten im Rundfunk



SOLO-Funktion

- Überwachung einzelner Kanäle:
 - Klang
 - Pegel
 - Panorama

- Kanal wird direkt auf Abhörlautsprecher und Aussteuerungsinstrumente geschaltet
 - leichtere Lokalisation von Fehlerquellen (z. B. Störgeräusche, Übersprechen)
 - korrekte Mikrofonvorverstärkung prüfen

Prof. Oliver Curdtt



Solo-Funktion

- Solo-Funktion beeinträchtigt im Normalfall nicht das Summensignal am Mischpultausgang bzw. die Abzweige

- unterschiedliche Solo-Modi:
 - **PFL** (pre fader listening) = Vorhören
 - **AFL** (after fader listening) = korrekter Pegel und PAN
 - **Solo-in-Place** (Anwendung bei Hall-Return)
 - ⇒ Stummschalten der anderen Kanäle !!!
 - ⇒ Auswirkung auf Mischpultsumme

Prof. Oliver Curdtt





Bildung von Subgruppen

- Funktion:
 - Zusammenfassung von „Stimmgruppen“
(z. B. Drums, Keyboards, Gitarren, ...)
- Subgruppenausgänge
direkt auf DAW- Eingänge
- Unterschiede zum „VCA“



Summenmodul

- Zusammenfassung der einzelnen Kanäle zu einer Stereosumme (⇒ Masterfader)
- Stereosumme auf Mastermaschine / zwei separate Spuren
- Steuerung des Gesamtpegels
⇒ Arbeitspunkt ≠ Abhörlautstärke !!!

Prof. Oliver Curtt

Quelle: Hubert Henle, Das Tonstudio-Handbuch

Monitormodul

- Auswahl des Abhörpunktes, unabh. vom Mischpultausgang
 - Mischpultausgang (= Stereosumme)
 - externe Zuspielderäte (CD, DVD, DAT)
 - Hinterbandkontrolle (z. B. Tape, DAT)
 - AUX-Master



Prof. Oliver Curtt

Monitormodul

- Kontrolle der Abhörlautstärke
- DIM und MONO
- Aussteuerungsinstrumente zeigen stets das abgehörte Signal an, unabhängig von der Abhörlautstärke
- Talkback



Prof. Oliver Curtt

Monitormodul



Prof. Oliver Curtt

Mischpulte für Mehrspurproduktionen

- umfangreichere technische Anforderungen als Stereopult
- Einbindung des Aufnahmemediums
- DIRECT OUT
- Routingmatrix für Spuruweisung in jedem Eingangskanal

Prof. Oliver Curtt

Routingmatrix



Prof. Oliver Curtt

Mischpulte für Mehrspurproduktionen

- Mischpult mit zwei unabhängigen Sektionen
 - 1. Aufnahmesektion
 - 2. Mixingsektion

- häufigste Lösung: Split-Technik

⇒ linke Hälfte für Eingangssektion (nur Aufnahme)

⇒ rechte Hälfte für Mixingsektion (nur Abhören)

Prof. Oliver Curdt

Quelle: Hubert Henle, Das Tonstudio-Handbuch

Split-Pult – Aufnahmesektion

- Eingangsmodule wie Stereopult mit zusätzlicher Möglichkeit der Spuranwahl (Routingmatrix)
- Ausgang des Recording-Kanals (DIRECT OUT) bestimmt Aufnahmepegel der Mehrspurmaschine !!!

Prof. Oliver Curdt

Split-Pult – Mixingsektion

- unabhängiger Abhörmix auf zweiter Ebene (= Monitormix)
 - = Σ (Mischpultausgang) \Rightarrow Roughmix

- Quelle für Monitormix standardmäßig DAW / MTR
 - DAW / MTR-Monitoring
 - \Rightarrow INPUT (record)
 - \Rightarrow TAPE (play)
 - \Rightarrow individuell bei Overdubs

Split-Pult – Mixingsektion

- Mix entspricht Stereoaufnahme
 - Klangeinstellung auch später möglich
 - reproduzierbar ... ggf. mit Automation

Abmischung Split-Pult / Vorteile

- übersichtliche Signalführung besonders während der Aufnahme
- komfortable Bedienung zu zweit bei aufwendigen Produktionen
- Rollenverteilung möglich
 - Aufnahmebereich (korr. Pegel, Spuren, Vormischungen)
 - Abhörmix, Kopfhörermix
- Kanäle variabel einsetzbar (Rec / Monitormix)

Prof. Oliver Curdtt

Abmischung Split-Pult / Nachteile

- mögliche Fehlerquellen durch Doppelbelegungen (z. B. AUX-Wege, EQs)
- große räumliche Abmessungen
 - Platzproblem im Regieraum wegen vieler Kanalzüge
 - z. B. 24 Aufnahme + 24 Monitor + 8 Effektkanäle
 - Bedienungskomfort / Abhörplatz nicht optimal, bezogen auf Stereobasis der Lautsprecher
- Lösung:
 - Split direkt hinter Mikrofonvorverstärker

Prof. Oliver Curdtt

Mischpulte für Beschallung

- hohe Übersteuerungsfestigkeit (Headroom)
- hohe Betriebssicherheit (z. B. redundante Netzteile)
- viele Ausspielwege (AUX-Sends) für verschiedene Monitormischungen
- individuelle Vorhörmöglichkeiten
- Insert-Möglichkeiten (Einschleifpunkte) für externe Effektgeräte
- schneller Zugriff auf einzelne Parameter
- Übersichtlichkeit
- Anwählbarkeit verschiedener Abhörpunkte