

Sounddesign


Die menschliche Stimme



Prof. Oliver Curdt
Audiovisuelle Medien
HdM Stuttgart

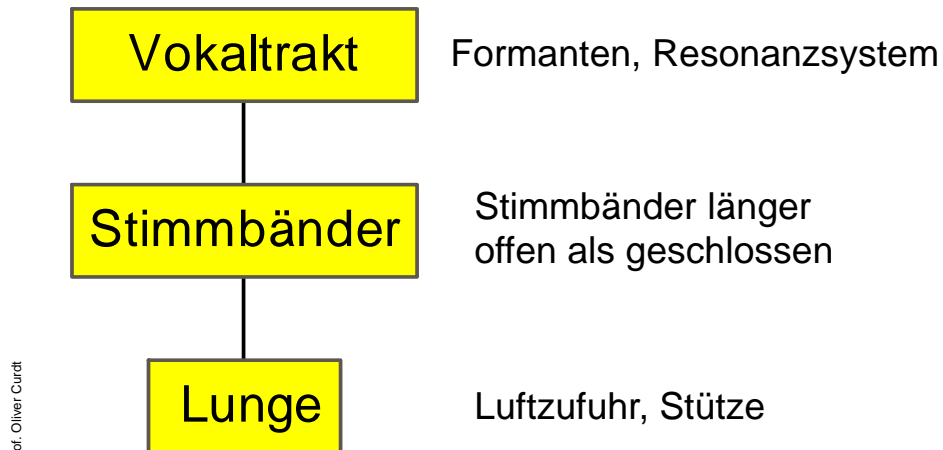
Menschliche Stimme

| Was ist das besondere an der menschlichen Stimme?

- | wirkt unmittelbar auf menschliche Emotion
 - Benjamin Britten „Balolalow“ 
- | vertrauter Klang
- | Nuancen differenzierbar
- | emotionaler und textlicher Inhalt klar trennbar



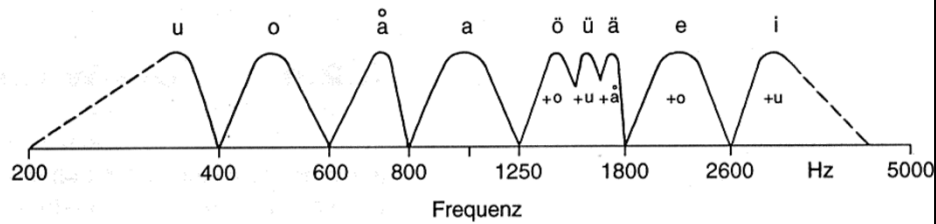
Menschliche Stimme



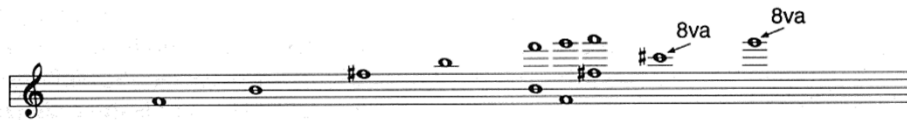
Menschliche Stimme

- Vokalformanten, unabhängig vom Grundton
 - gesungener Vokal bestimmt die stärksten Teiltöne im Klang
- Vokalwechsel führt zu unterschiedlichen Hüllkurven
- unterer Formantbereich 150 ... 900 Hz
- oberer Formantbereich 500 ... 3000 Hz

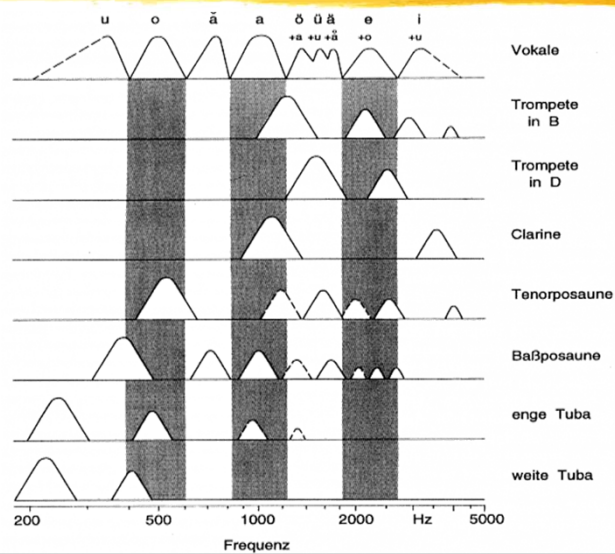
Vokalformanten



Prof. Oliver Curtt



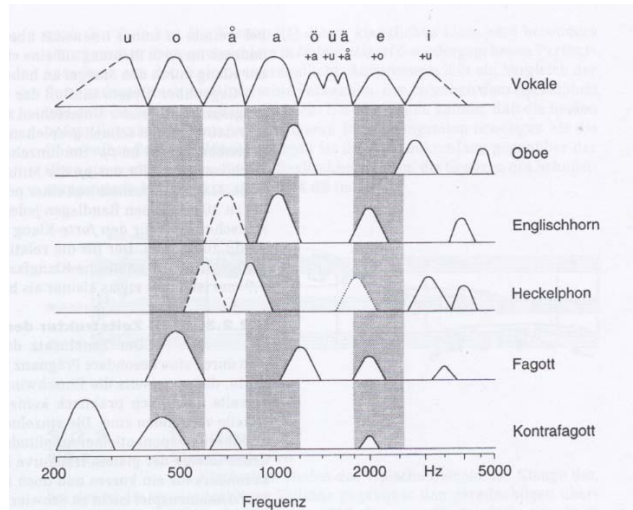
Formanten Blechblasinstrumente



Prof. Oliver Curtt

Formanten Holzblasinstrumente

Prof. Oliver Curdt



Menschliche Stimme

- Einschwingzeit der kürzesten Konsonanten
ca. 4 ms
- zur Sprachverständlichkeit notwendige
Frequenzen unterhalb von 4000 Hz
 - Fernsprecher 300 ... 3400 Hz
- Sprachverständlichkeit:
 - ab 85% aller Silben \Rightarrow gut
 - unter 60% aller Silben \Rightarrow mangelhaft


Prof. Oliver Curdt

Menschliche Stimme

- Sprache: Vokale mit harmonischem Spektrum mit Grundton als Basis
 - männliche Stimme (90) 100 ... 125 Hz
 - weibliche Stimme 200 ... 250 Hz
- unterhalb des Grundtones keine periodischen Schwingungen mehr (nur Resonanzen und Geräusche)

Prof. Oliver Curdt

Richtcharakteristik Stimme

- zwei Ursachen für Richtwirkung
 - Schallabschattung durch den Kopf
 - Trichterwirkung des Mundes, Mundstellung
 - unterschiedliche Charakteristik für Gesangs- und Sprechstimme
 - Sprechstimme: Maximum in Blickrichtung
 - Beispiel: Neumann Contest 2003, C 10 
- Gesangsstimme: nicht einheitlich

Prof. Oliver Curdt

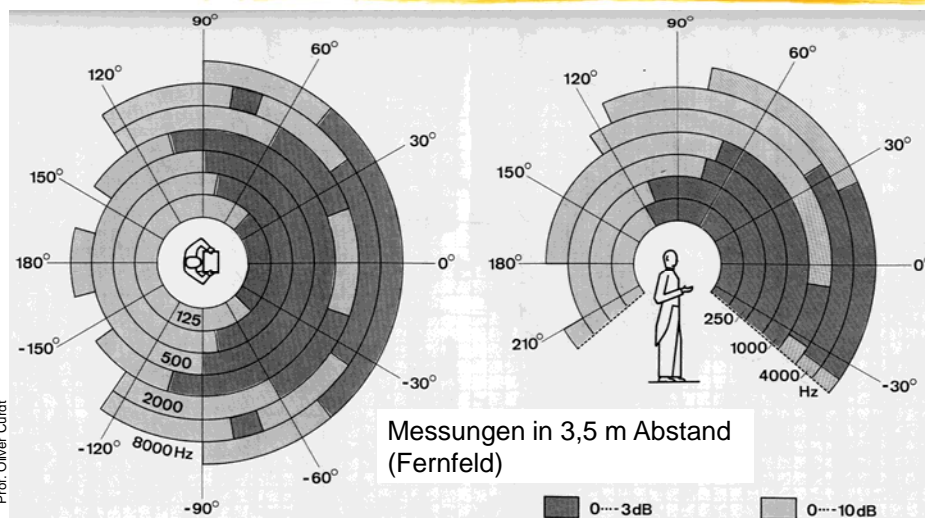
Richtcharakteristik Gesang

- großer Einfluss von Mundstellung und Vokalformung
- männliche und weibliche Stimmen etwa gleich (ausgebildete Stimmen)
- Einfluss der Tonhöhe auf die Richtcharakteristik nur in den Spitzenlagen der einzelnen Stimmlagen
- Richtung stärkster Schallabstrahlung bei Oktave 2000 Hz um ca. 20 ... 30° abwärts geneigt

Prof. Oliver Cudt

Quelle: Jürgen Meyer, Akustik und musikalische Aufführungspraxis

Richtcharakteristik Gesang (Vokale)



Prof. Oliver Cudt

Menschliche Stimme

- Männerstimmen in tiefer Lage:
 - Grundton 15 ... 20 dB unter den stärksten Teiltönen
- besondere Bedeutung der Klanganteile zwischen 2300 und 3000 Hz
 - Nebenformanten
 - \Rightarrow „individuelle“ Stimme bei gleichem Vokal
 - „Sängerformant“ bei klassisch ausgebildeten Stimmen
 - Qualitätskriterium für klassische Gesangstimmen

Prof. Oliver Curdt

Quelle: Jürgen Meyer, Akustik und musikalische Aufführungspraxis

Sängerformant „3000 Hz“

- typische Frequenzlagen bedingt durch die unterschiedliche Länge des Vokaltraktes
- verschiedene Stimmlagen
 - Bass 2,3 ... 2,5 kHz
 - Bariton 2,5 ... 2,7 kHz
 - Tenor 2,7 ... 2,9 kHz
 - Mezzo um 2,9 kHz
 - Sopran um 3,2 kHz

Prof. Oliver Curdt

Sängerformant „3000 Hz“

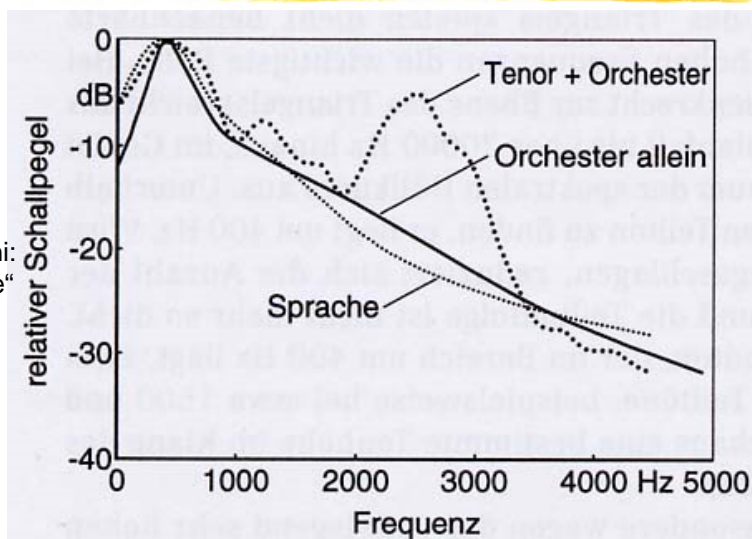
- bis max. 5 dB unter den sonst stärksten Teiltönen
- im forte nur 10 dB schwächer als die sonst stärksten Komponenten
- lauter als die meisten Orchesterinstrumente in dieser Lage
⇒ Tragfähigkeit und Durchsetzungsvermögen

Prof. Oliver Curdt

Hüllkurvenverlauf mit ausgeprägtem Sängerformanten



Giacomo Puccini:
aus „La Bohème“



Prof. Oliver Curdt

Frequenzgang, menschliche Stimme

- oberhalb von 3500 Hz fällt Spektrum mit etwa 25 dB / Oktave steil ab
- sehr hohe Frequenzen wichtig für Verständlichkeit der Konsonanten
 - stimmhafte Zischlaute bis etwa 8000 Hz
 - stimmlose Zischlaute bis etwa 12000 Hz

Prof. Oliver Curdt

Gesangsstimme Tenor, Besonderheiten

- Tenöre:
 - Grundton nicht so stark
 - 2. und 3. Teilton relativ kräftig
 - typische Tenorklangfarbe
 - sonst eher weiblicher Charakter (z. B. Countertenor)



Prof. Oliver Curdt

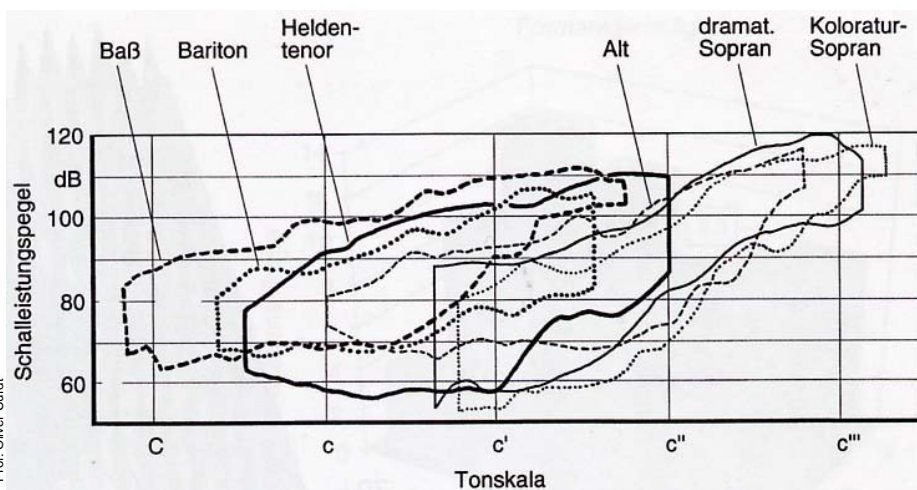
Zeitstruktur, menschliche Stimme

- Verschlusslaute (p, b, ...) \Rightarrow 20 ... 30 ms
- Harmonischer Klang (pa, ba, ...) \Rightarrow 40 ... 60 ms
- Zischlaute \Rightarrow 200 ms
- „m“ Brummphase \Rightarrow 150 ms
- „r“ Geräuschimpulsfolge \Rightarrow 40 ms
- Vokale auf Notenwert \rightarrow Konsonanten davor
 - wichtig für Schnitt und dynamische Eingriffe !!!

Prof. Oliver Curtt

Quelle: Jürgen Meyer, Akustik und musikalische Aufführungspraxis

Dynamikumfang solistischer Gesangsstimmen



Prof. Oliver Curtt

Dynamik der Singstimme

- deutliche Verschiebung des Dynamikbereiches von tiefen zu hohen Lagen
- piano → 60 dB
- fortissimo → 85 dB (tiefe Lage)
→ 115 dB (hohe Lage)
- Schallleistungspegel am Ohr des Sängers etwa 10 dB unter dem abgestrahlten Wert
(→ Kontrolle der eigenen Stimme)

Prof. Oliver Curdt

Dynamik der Singstimme

- ab mittleren Lautstärken schließen Stimmbänder einmal vollständig pro Schwingungsperiode
- bei leiser Stimme stets offene Restfläche
 - ⇒ Auswirkungen auf Spektrum
(gedämpfter Klang, ggf. Anspracheschwierigkeiten)
 - ⇒ Obertongehalt erhöht sich mit steigender Dynamik
 - ⇒ „Sängerformant“ + 1,5 dB, wenn stärkste Teiltöne + 1 dB








Prof. Oliver Curdt

Menschliche Stimme

- grundsätzlich: höhere Stimmlagen oberhalb von a`` (880 Hz), Grundton über dem ersten Vokalformant
- besonders bei Frauenstimmen
- schwere Vokalverständlichkeit
- Ausgleich durch andere Abstimmung des Mundraumes

Prof. Oliver Curdt

Klangbeispiele

- Sopran 
- Mezzosopran 
- Alt / Altus / Countertenor   
- Tenor 
- Bass 

Prof. Oliver Curdt

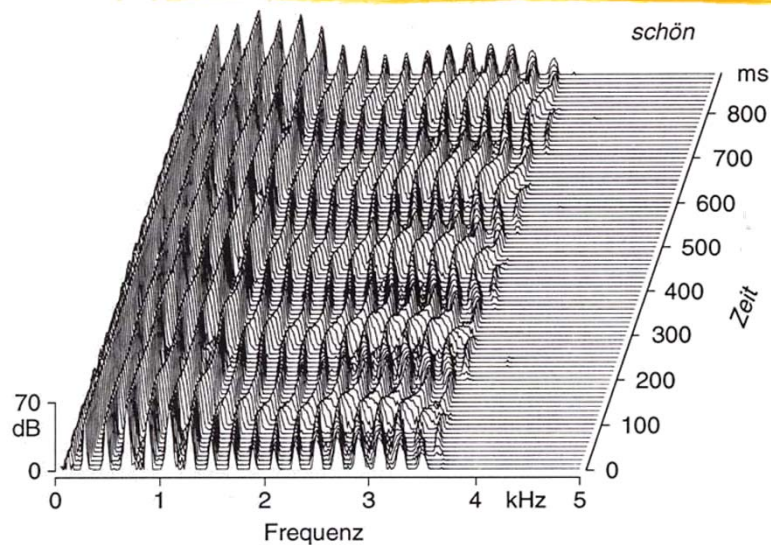
Vibrato

- Frequenz 5 ... 8 Hz, leichter Anstieg gegen Ende eines jeden Tones
- „schöner“ Klangeindruck bei einer Weite von ca. ± 50 cent ($\pm 40 \dots \pm 80$ cent)
 - keine Hüllkurvenveränderung
 - konstante Klangfarbe
 - Wirkung meist erst im Raum
- Frequenzmodulation führt zu Amplitudenmodulation durch wellenförmigen Verlauf der Hüllkurve
 - ggf. erhöhte Auffälligkeit von Obertöne durch große Pegelschwankungen

Prof. Oliver Curdt

Quelle: Jürgen Meyer, Akustik und musikalische Aufführungspraxis

Klangspektrum beim Sängervibrato (schön)



Prof. Oliver Curdt

Vibrato

■ forciertes Vibrato:

- Weite von ± 200 cent \Rightarrow übersteigert !!!
- in musikalischem Zusammenhang nur an „besonderen“ Stellen angebracht
- insgesamt ästhetisch unbefriedigend
- sehr hohe Klang- und Geräuschanteile
 \Rightarrow besondere Auffälligkeit, Durchsetzungskraft
 \Rightarrow Penetranz

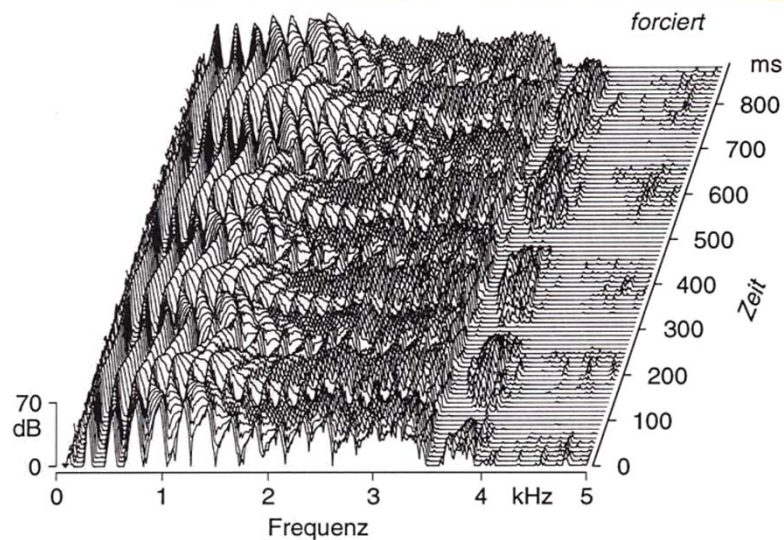
■ Aufnahmesituation



Prof. Oliver Curdt

Quelle: Jürgen Meyer, Akustik und musikalische Aufführungspraxis

Klangspektrum beim Sängervibrato (forciert)



Prof. Oliver Curdt

Dynamik der Sprechstimme

- Pegelstruktur: viele Impulse
- kurze Pegelspitzen (Explosivlaute) bestimmen die höchsten Werte
- kurze Pausen zwischen Silben, Wörtern, Satzteilen, usw. unterbrechen den Pegelverlauf
- wirkt insgesamt leise

Prof. Oliver Curdt


Dynamik der Sprechstimme

- relativ wenig Dynamik
(„Mikrofonstimme“ / „Bühnenstimme“)
 - 25 dB Männer
 - 20 dB Frauen
- „Bühnenstimmen“, Schauspieler
- professionelle Sprecher, Amateursprecher
 - dynamische Unterschiede ?

Prof. Oliver Curdt

Dynamik der Sprechstimme


■ Problematik bei Balance mit Musik:

 ■ Richard Strauss: Enoch Arden op.38
(Melodram für Sprechstimme und Klavier)

 ■ Alfred Koerppen: Die Rohre

■ Sounddesign-Beispiele

 ■ „Saufkumpel“

 ■ „Höflichkeit“

Prof. Oliver Curdt

Verschiedene räumliche Ebenen

■ Doppelmikrofonierung (close + Raum), Raummikrofon

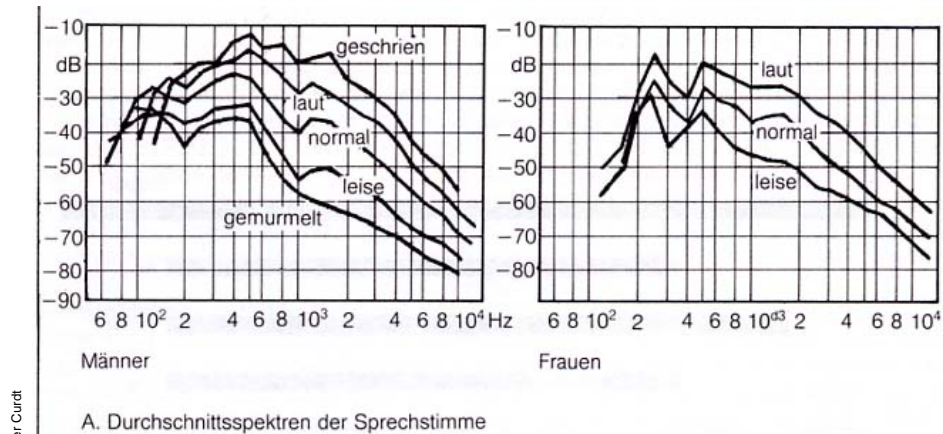
 ■ Beispiel „Der Opal“

■ Tiefenstaffelung im virtuellen Raum

 ■ Hörspiel Krimi

Prof. Oliver Curdt

Durchschnittsspektrum Sprechstimme



Prof. Oliver Cudt

Aufnahme von Sprechchören zur Bestimmung von Mittelwerten

Sprachaufnahmen

- Klangeindruck im Raum
- Mikrofonierung
 - Auswahl und Ausrichtung
- Lautstärkeangleich
- Poppschutz ?
- Welcher Text?
- ⇒ ggf. Korrektur von Auswahl und Ausrichtung

Prof. Oliver Cudt

Sprachaufnahmen



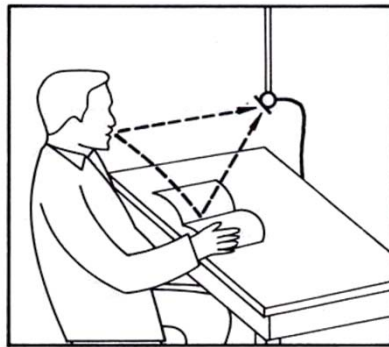
Prof. Oliver Curdt

Sprachaufnahmen

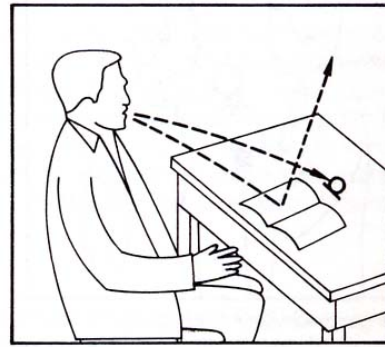


Prof. Oliver

Sprachaufnahme



ungünstige Klangfärbungen



keine Klangfärbungen,
Gefahr der Mikrofonverdeckung

Kammfiltereffekt !!! Lösungen ???

Prof. Oliver Curtt

Kammfiltereffekt bei Sprache

Kammfiltereffekt, Grenzflächeneffekt



4

3

5

2

6

1

Schallquelle

- 1: ... U54
- 2: ... abgesprochen werden
- 3: ... vorgenommen werden
- 4: ... sein muß.
- 5: ... zulässig.
- 6: ... entnommen werden.

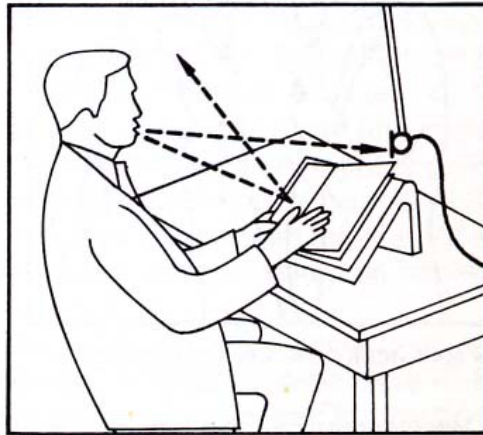
Prof. Oliver Curtt

EXP

optimalen Abstand/Winkel in der Praxis ermitteln (CCM 41, CCM 4, STR/RG12)

Sprachaufnahme

keine Klangfärbungen



veränderter
Winkel des
Lesepultes

Prof. Oliver Curdt

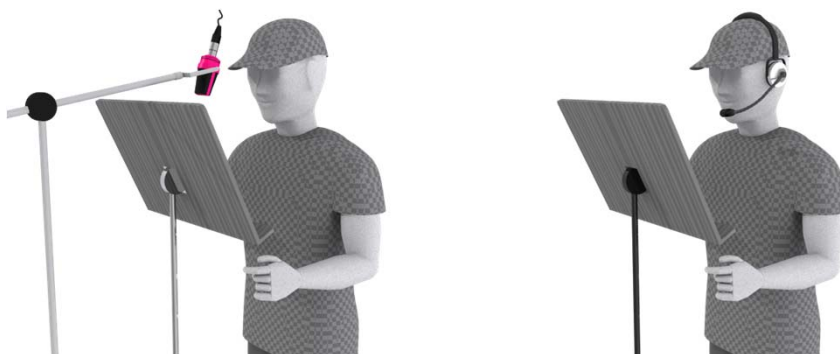


Sänger klassisch



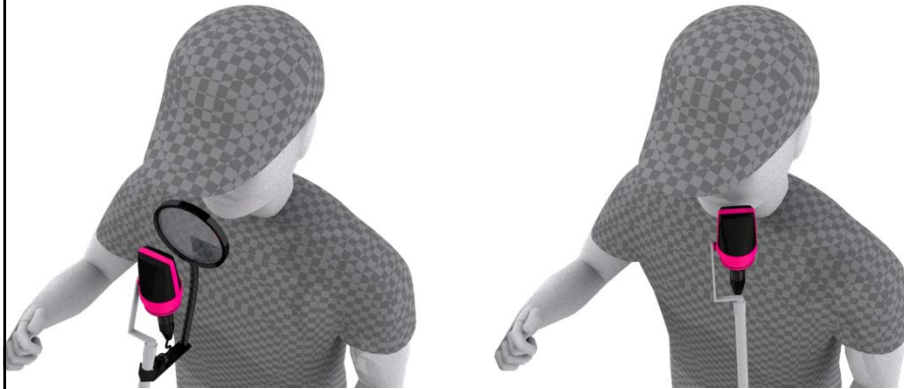
Mikrofonierung Sänger Jazz/Pop

43



Mikrofonierung Sänger Jazz/Pop

44

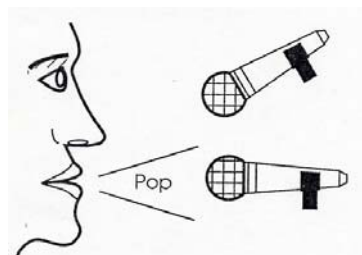


Vermeidung von Popp-Geräuschen

45

Gesangsolisten / Popmusik

- Probleme mit Übersteuerungen bei sehr geringen Mikrofonabständen
 - Popp-Geräuschen (Explosivlaute b, p, d, t)
 - Neumann Contest 2003, A 8 (Poppschutz)
 - ggf. Mikrofon von schräg oben
 - evt. 2 Mikrofone (Stereostütze oder Dummy-Position)



Gesangsolisten / Popmusik

- Popmusik: grundsätzlich geringe Mikrofonabstände
 - höhere klangliche Präsenz
 - Nahbesprechungseffekt als Gestaltungsmittel
 - EQ üblich
 - Kompression der Dynamik (zumindest im Monitorweg, Ratio etwa 3:1)
 - künstliche Akustik, nicht raumbezogen
 - Verwendung von Handmikrofonen oder Großmembranmikrofonen

Prof. Oliver Curdt

Gesangsolisten / Popmusik

- Räumlichkeit ohne Präsenzverlust:
 - langer Nachhall (ca. 3 s), diffus !!!
 - hohes Predelay, z. B. 80 ...120 ms
 - Bass-Multiply ganz zurück auf 0,5 oder weniger
⇒ „Grummeln“ verschwindet
- „Kratzen“ (Zischlaute s, sch, ß, z)
 - Deesser, ggf. EQ


Prof. Oliver Curdt

Regelverstärker / De-Esser

frequenzabhängiger Kompressor

Beispiele 

 Original


 Side-Chain-Signal

 Resultat

Heavy Metal 

Prof. Oliver Curdt

Aufnahme & Postproduction - Stimme

- individuell und stilbezogen !!!
- Mikrofonierung (Auswahl, Position)
- EQ
- Kompression
- Hall
- Pitch 
- Chorus
- Reihenfolge der Effekte
- „Einbetten“ in den gesamten Mix
 - Wirkung beachten



Prof. Oliver Curdt

Gesangsolisten / Postproduction

- Reihenfolge von Effektgeräten

- Neumann Contest 2003, D 8



- Gesang und Nachhall

- Neumann Contest 2003, D 4

- Dopplungen und Chorus

- Neumann Contest 2003, D 6

- Gesang und Kompression

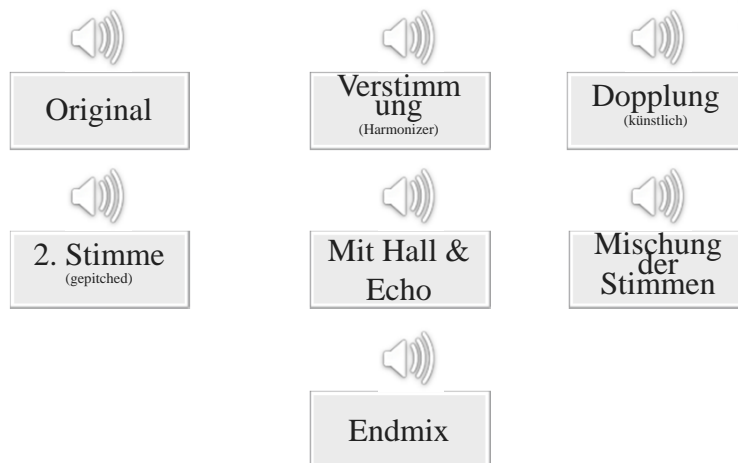
- Neumann Contest 2003, D 1

- Postproduktion

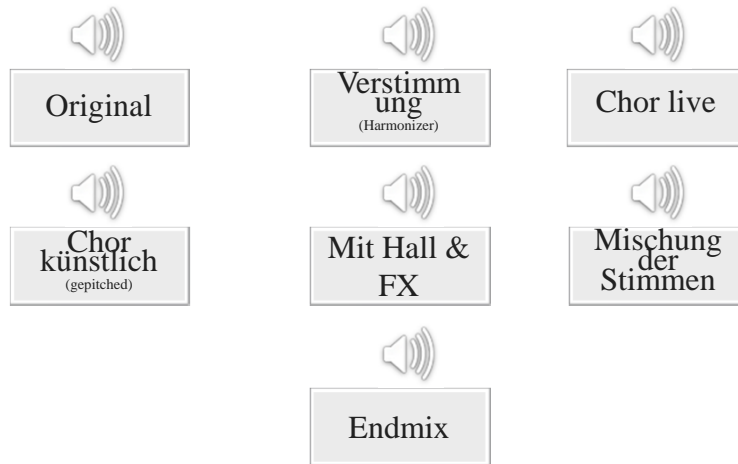
- Neumann Contest 2003, D 9

Prof. Oliver Curdt

© Carlos Albrecht



Aufbau einer männlichen Popstimme



Aufbau einer weiblichen Popstimme



Gesangsolisten + Chor – Balance ?

■ Zusammenwirken von Solist und Chor

- Homogenität ?
- deutliche Differenzierung ?
- vergleichbare Dynamik ?
- Beispiel: Franz Schubert, „Ständchen“ für Mezzosopran, Männerchor und Klavier
 - 🎵 | Männerchor + Bariton
 - 🎵 | Männerchor + Mezzosopran
 - 🎵 | Mädchenchor + Mezzosopran
 - 🎵 | Mädchenchor + Mezzosopran + Orchester

Gesprächsrunden

- Aufnahme bzw. Beschallung
- Einzelmikrofonierung, Panpot für Einordnung in Stereobasis
- Einsatz von Noisegates
- offenes Raummikrofon für Sprechpausen, sonst akustisches Loch

Prof. Oliver Curdt

Gesprächsrunden

- 1 Stereomikrofon für alle:
 - besserer Eindruck der akustischen Atmosphäre im Gesprächsraum
 - natürliche räumliche Abbildung, meist mit XY-Verfahren (Koinzidenzstereofonie)
 - nur wenig Manipulation nötig und möglich
 - Reduktion von Störgeräuschen schwierig

Prof. Oliver Curdt