

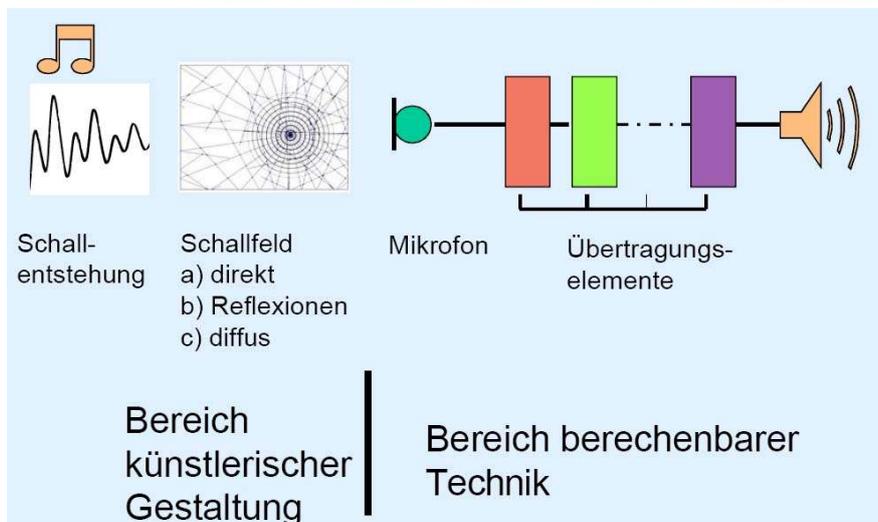
Tontechnik 1: Mikrofone



Prof. Oliver Curdt
Audiovisuelle Medien
HdM Stuttgart

Quelle: Joerg Wuttke, Firma SCHOEPS, Karlsruhe

Die Übertragungskette

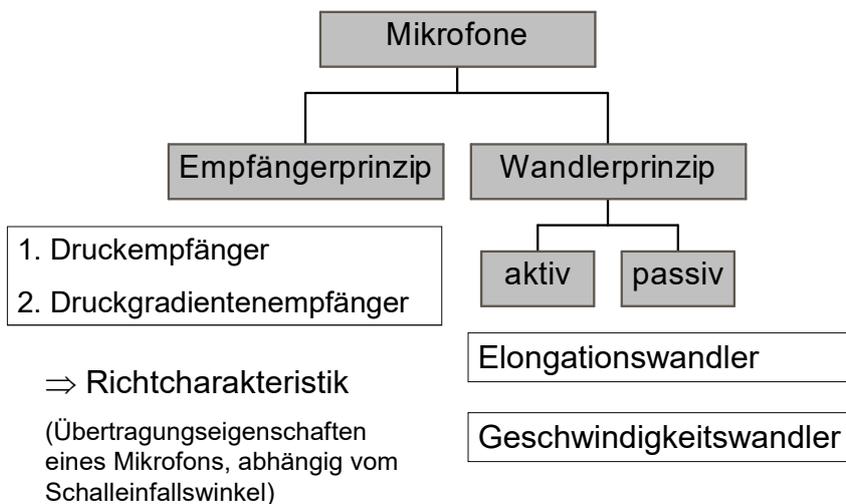


Was macht ein gutes Mikrofon aus?

| | Physik | Emotion |
|-----------------|--------------------------------------|---------------------------|
| Disziplin | Technik | Musik etc. |
| erfordert | denken, verstehen, berechnen, messen | fühlen, hören, Spaß haben |
| Ergebnis | quasi „absolut“ | individuell |
| Ende der Arbeit | wenn 99% Wirkungsgrad erreicht ist | nie |

Prof. Oliver Curtt

Übersicht Mikrofone



Prof. Oliver Curtt

Mikrofone / Empfängerprinzip

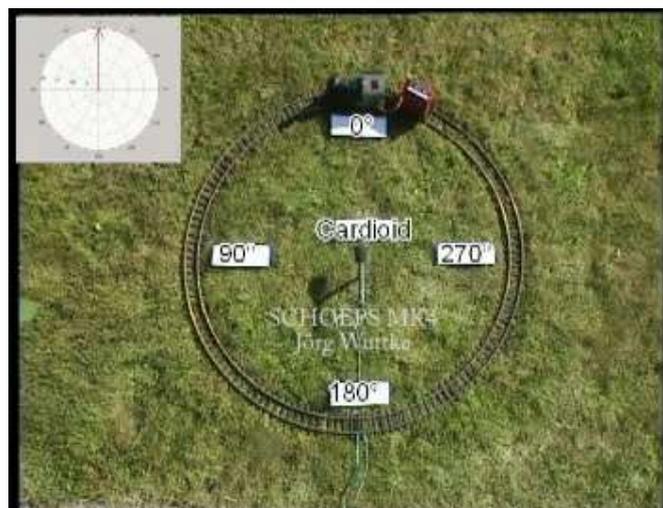
- Auf welche Schallgröße reagiert das Mikrofon?
 - Ursache für Membranantrieb
 - Umsetzung akustische (Schall) in mechanische Schwingungen (Mikromembran)

- ⇒ Einfluss auf die Richtcharakteristik
 - 1. Schalldruckempfänger (stets ungerichtet)
 - 2. Schalldruckdifferenzempfänger (stets gerichtet)

Prof. Oliver Curtt

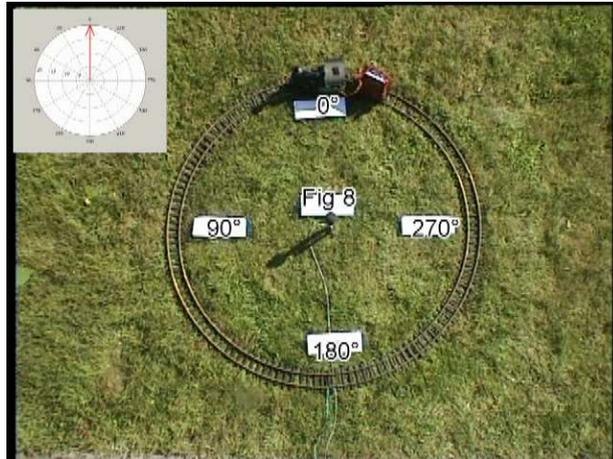
Quelle: Joerg Wuttke, Firma SCHOEPS, Karlsruhe

Mikrofone / Richtcharakteristik



Prof. Oliver Curtt

Mikrofone / Richtcharakteristik

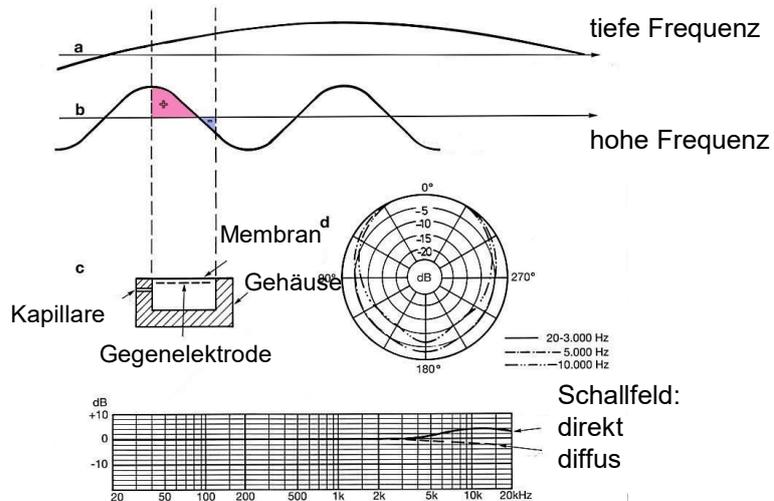


Prof. Oliver Curdtt

⇒ Neumann Contest 1998, D 2
„Mikrofon-Rundgang“



Prinzip von Druckempfängern



Prof. Oliver Curdtt

Prinzip von Druckempfängern

- nur Membranvorderseite dem Schallfeld ausgesetzt
- reagiert auf alle Schalleinfallrichtungen
⇒ Kugelcharakteristik
- Richtwirkung für hohe Frequenzen, wenn die Schallwellenlänge in Größenordnung der äußeren Mikrofonabmessungen kommt
 - 1. Druckstau
 - 2. Interferenzen
 - 3. Abschattung

Prof. Oliver Curdtt

Einfluss der Mikrofonabmessungen

- hörbarer Frequenzbereich: etwa 10 Oktaven

| Frequenz | Wellenlänge |
|----------|-------------|
| 16 kHz | 2,1 cm |
| 3,2 kHz | 10,5 cm |
| 320 Hz | 1,05 m |
| 32 Hz | 10,5 m |

- Frequenzumfang des sichtbaren Lichts:
etwa 1 Oktave (ca. 380 ... 780 nm)

Prof. Oliver Curdtt

Einfluss der Mikrofonabmessungen

- Interferenzen bei seitlichem Schalleinfall
 - Schallwellen treffen nicht gleichzeitig auf alle Teile der Membran

- fast alle Mikrofone werden im oberen Übertragungsbereich zu Interferenzempfängern
 - sonst max. 6 mm in allen drei Raumkoordinaten für eine Grenzfrequenz von 16 kHz

Prof. Oliver Curdt

Einfluss der Mikrofonabmessungen

- ab etwa 5 kHz keine vollständige Beugung des Schalls

- stärkste Auswirkung bei Druckempfängern:
für steigende $f \Rightarrow$ Niere \Rightarrow Keulencharakteristik

- Druckstau bei frontalem Schalleinfall bis 6 dB
 \Rightarrow natürliche Höhenanhebung

Prof. Oliver Curdt

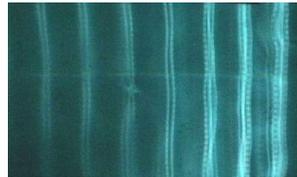
Einfluss der Mikrofonabmessungen

Hindernisse im Schallfeld in Relation zur akustischen Wellenlänge

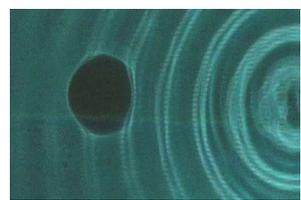
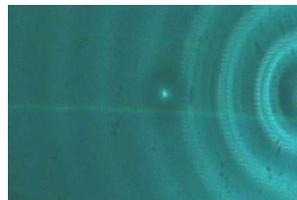
klein

groß

ebene Welle



Kugelwelle



Prof. Oliver Curtt

Einfluss des Mikrofongehäuses

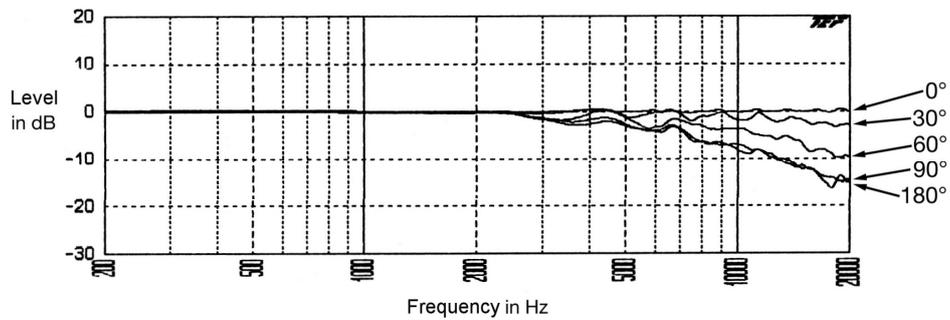


Prof. Oliver Curtt

Mikrofon mit Kugelcharakteristik (MK 2H) + Kugelaufsatz KA50

Quelle: Joerg Wuttke, Firma SCHOEPS, Karlsruhe

Einfluss des Mikrofongehäuses

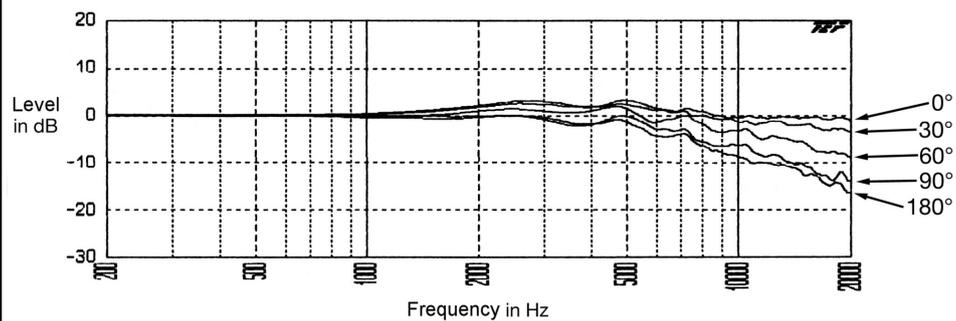


Prof. Oliver Curdtt

Frequenzgang der Kapsel MK2 (Kugel mit Freifeldentzerrung) für verschiedene Schalleinfallswinkel

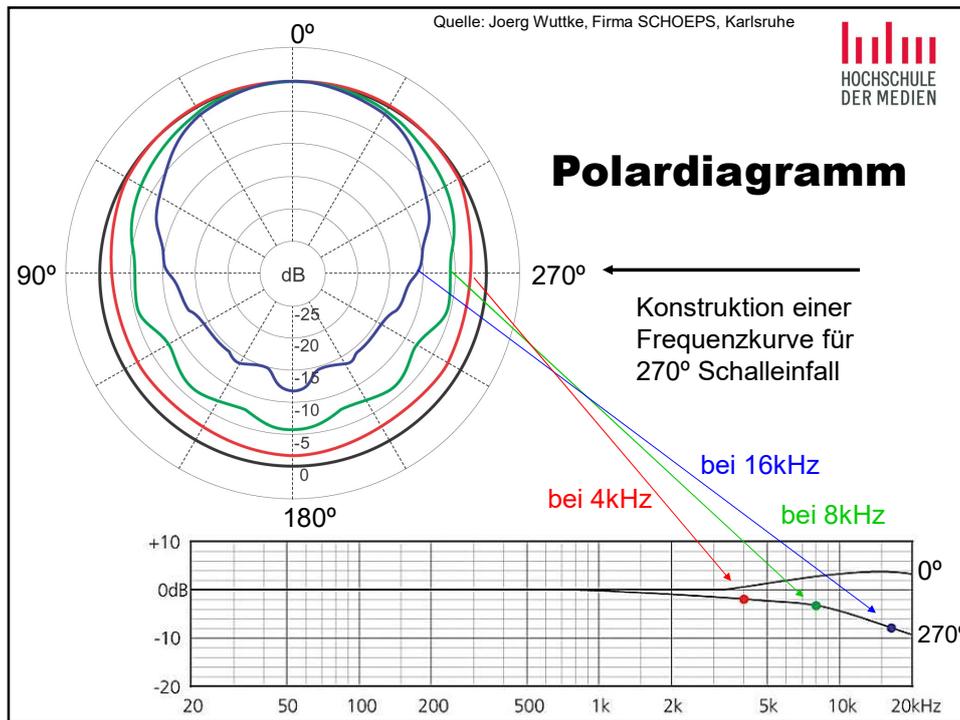
Quelle: Joerg Wuttke, Firma SCHOEPS, Karlsruhe

Einfluss des Mikrofongehäuses



Prof. Oliver Curdtt

Frequenzgang der Kapsel MK2 mit Kugelaufsatz KA 50 für verschiedene Schalleinfallswinkel



Mikrofone / Richtcharakteristik

- Angabe des Richtungsmaßes in einem Polardiagramm (Dämpfung in der jeweiligen Richtung gegenüber 0°)
- 0°-Frequenzgang nicht erkennbar, nur Relationen
 - muss zusätzlich angegeben werden !!!
- Richtcharakteristik und Richtungsmaß gültig für freies Schallfeld bzw. Direktschall

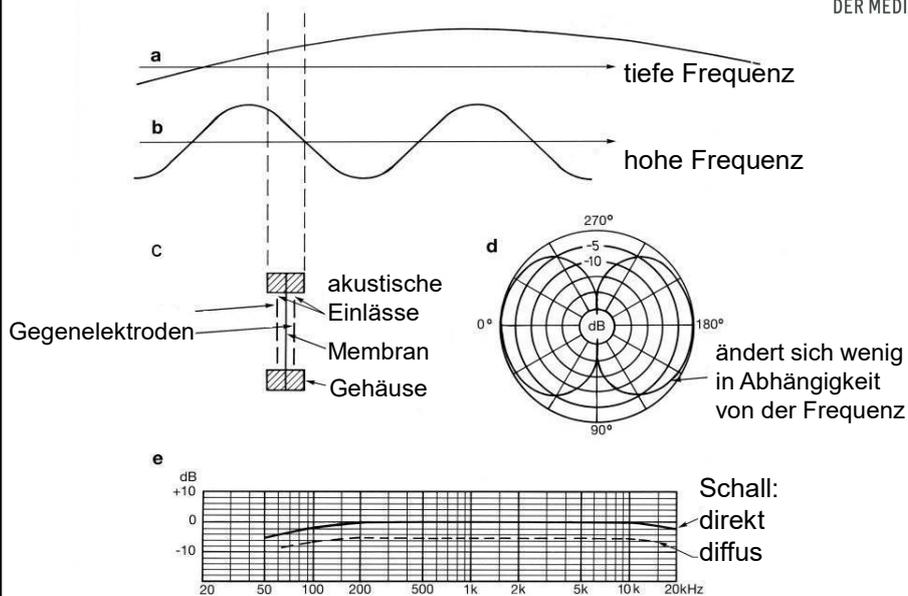
Druckgradientenempfänger



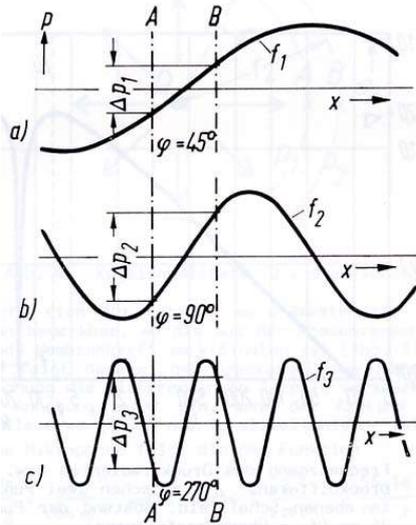
← Öffnungen hinter der Membran

Prof. Oliver Curtt

Prinzip von reinen Druckgradienten-Empfängern (Acht)



Druckgradient

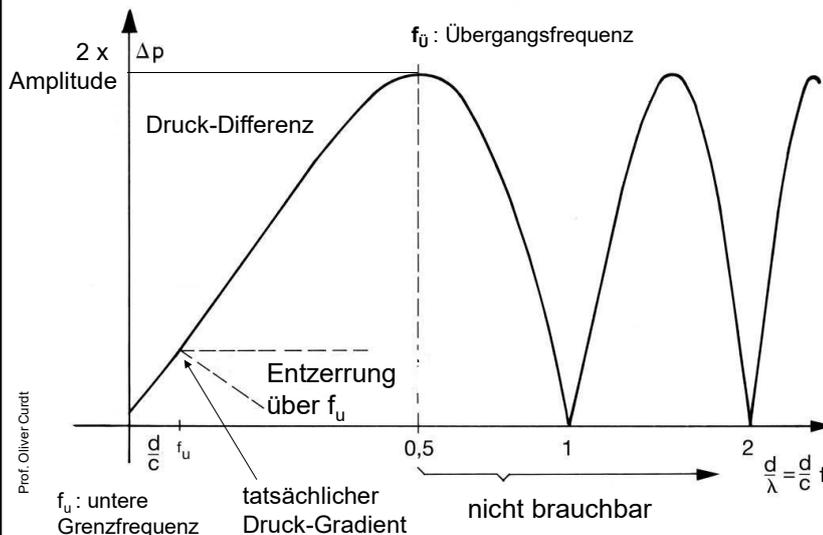


Strecke AB $\hat{=}$ Schallweg zwischen Membranvorder- und -rückseite

\Rightarrow bis hin zu $f_{\max 1}$ ($AB = \lambda/2$) vergrößert sich die phasenbedingte Membranauslenkung bei konstantem Schalldruck

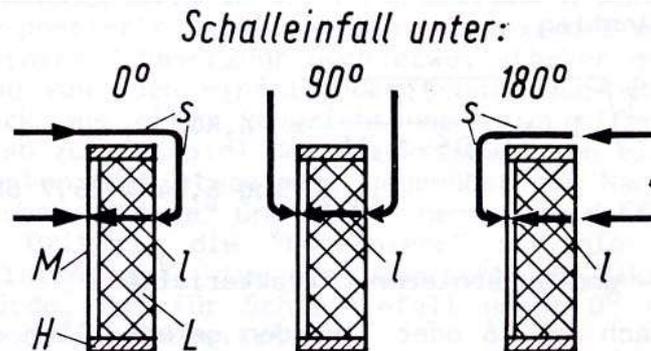
Prof. Oliver Curdtt

Der Druckgradient



Prof. Oliver Curdtt

Laufzeitglied einer Niere



Auswirkung auf Empfindlichkeit und Richtcharakteristik

Prof. Oliver Curdtt

Einfluss der Mikrofonabmessungen

- Druckstau-Effekt als Ausgleich bei Druckgradient (Niere, Acht) durch gute Abstimmung von
 - Mikrofondurchmesser
 - Übergangsfrequenz f_0
 - bei Niere Laufzeitglied (akustischer Tiefpass)
⇒ Druckstau setzt etwas unterhalb von f_0 ein und kompensiert so Minimum (keine bzw. geringe Membranauslenkung wegen 180° Phasenversatz)

Prof. Oliver Curdtt

Druckgradientenempfänger

- Verhalten im ebenen Schallfeld (Fernfeld)
 - Druckdifferenz \triangleq Phasenlage
 - $\varphi \sim \Delta p \sim f$
 - mechanische Entfernung zwischen Membranvorder- und -rückseite nur wenige cm
 - Druckgradient steigt zu höheren Frequenzen an
 Δp_{\max} bei $A - B = \lambda/2 \Leftrightarrow$ Druckempfänger
 - $f_{\text{Ü}}$ Übergang auf Druck- bzw. Interferenzempfänger, nötig für brauchbaren Frequenzgang im Übertragungsbereich

Prof. Oliver Curtit

Druckgradientenempfänger

- Verhalten im Kugelschallfeld / Nahfeld:
 - Druckgradient \triangleq Schalldruckunterschied
 1. phasenabhängig \Rightarrow frequenzabhängig
 2. entfernungsabhängig \Rightarrow **frequenzunabhängig !!!**
 - Schalldruckpegelabnahme grundsätzlich $p \sim 1/r$
 - Schallschnelle $1/r^2$ im Nahfeld, wenn Abstand $< \lambda$
 - \Rightarrow Phasenbeziehung zwischen Schnelle, Gradient und Schalldruck
 - \Rightarrow Schalldruck eilt der Schnelle bis zu 90° voraus
 - \Rightarrow Beschleunigung eines Luftmoleküls durch Druckunterschied ausgelöst \Rightarrow Schallschnelle

Prof. Oliver Curtit

Nahbesprechungseffekt

- proportionales Verhältnis zwischen Schnelle und Druckgradient

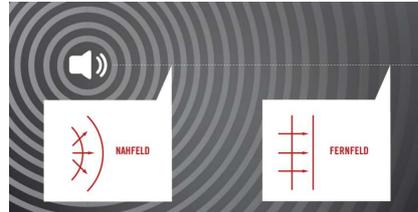
- Eulersche Bewegungsgleichung $\frac{dp}{dr} = -\rho \frac{dv}{dt}$

- Druckgradient effektiv $1/r^2$ im Nahfeld, wenn Abstand $< \lambda$
⇒ bei tiefen Frequenzen sehr viel schneller erreicht

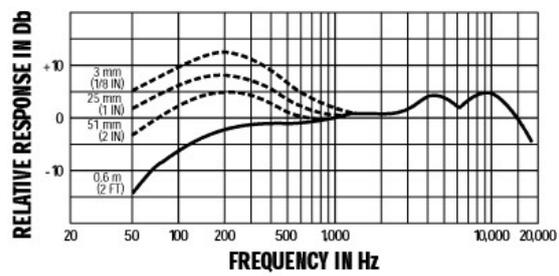
Nahbesprechungseffekt

- stärkster Einfluss bei tiefen Frequenzen, weil phasenbedingte Auslenkung sehr gering wegen großer Schallwellenlängen
- einsetzende Tiefenanhebung etwa bei Abstand λ (Wellenlänge)
 - in der Praxis nur relevant, wenn Abstand $< 0,5\text{m}$

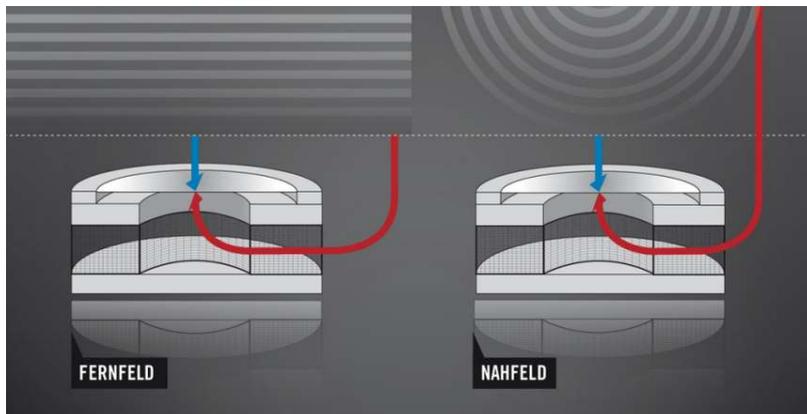
Nahbesprechungseffekt



Prof. Oliver Curodt



Nahbesprechungseffekt



Prof. Oliver Curodt

Nahbesprechungseffekt

- wird bei seitlichem Schalleinfall immer schwächer !!!
(wenn Δp immer kleiner wird)
 - \Rightarrow abhängig vom Schalleinfallswinkel !!!
- Niere als Summe aus Kugel und Acht
- Neumann Contest 2003, A 12 
- SCHOEPS Microphone Showroom 
 - Sprachaufnahmen

Prof. Oliver Curtt

Geräuschkompensierte Mikrofone

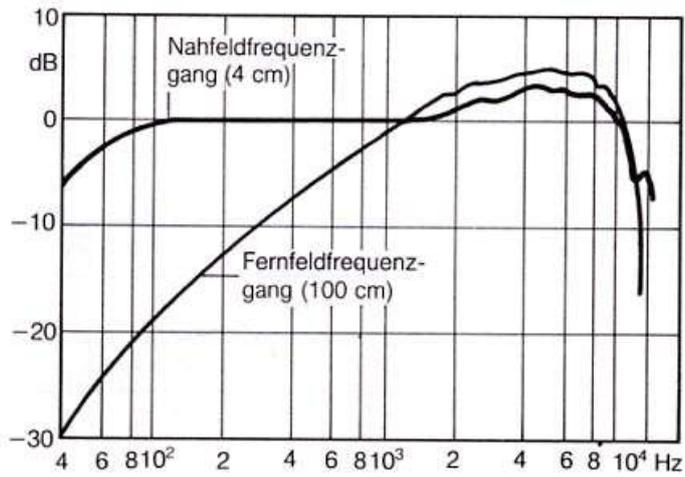
- für extreme Nahbesprechung
- brauchbarer Frequenzgang in 2 ... 4 cm Entfernung
- Pegelabfall von 6 dB / Oktave schon bei 1000 Hz
 - \Rightarrow gute Sprachübertragung aus Umgebung mit hohem Störpegel
 - \Rightarrow häufig leichte Anhebung bei 1 ... 3 kHz für bessere Sprachverständlichkeit

Prof. Oliver Curtt

Geräuschkompensierte Mikrofone

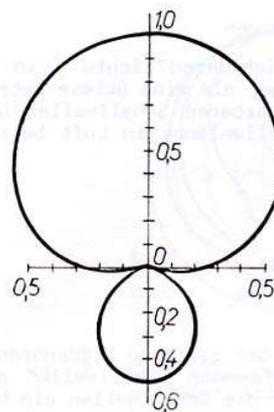
Prof. Oliver Curtt

Frequenzgang
eines geräusch-
kompensierten
Mikrofons

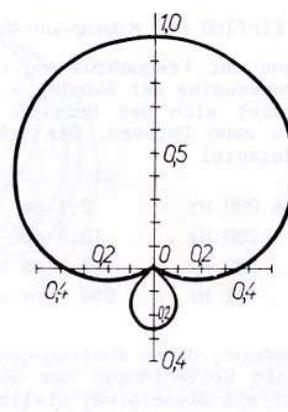


Hypernieren und Supernieren

Prof. Oliver Curtt

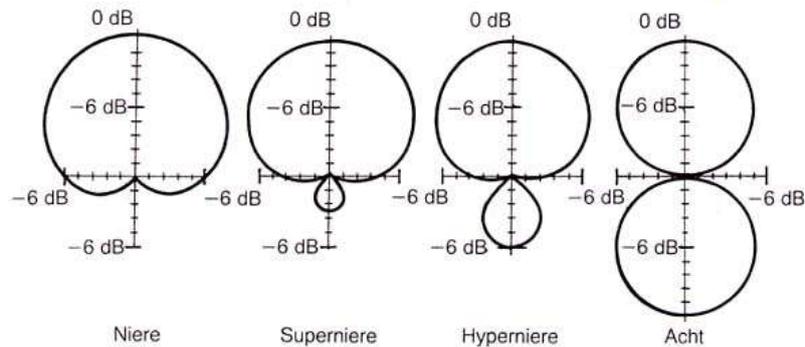


Minimum bei 120°



Minimum bei 150°

Empfindlichkeiten verschiedener Druckgradienten



Empfindlichkeit bei

| | | | | |
|------|-------|--------|--------|-------|
| 90° | -6 dB | -9 dB | -12 dB | -∞ dB |
| 180° | -∞ dB | -12 dB | -6 dB | 0 dB |

B. Niere, Superniere, Hyperniere, Acht im Vergleich

Prof. Oliver Curt

Hyper- und Supernieren

- 1. akustisches Laufzeitglied zur Membranrückseite
 - ⇒ veränderte Laufzeit gegenüber Niere $t_s \neq t_i$
 - ⇒ Gegenelektrode als akustischer Tiefpassfilter
 - ⇒ Nahbesprechungseffekt geringer als bei „Acht“
- 2. durch Überlagerung von Kugel und Acht
 - Neumann Contest 2003, E 2 „Handmade Hyperniere“



Prof. Oliver Curt

Richtwirkung und Abstandsfaktor

- Niere/Acht bei Abstand von 1,73 m zur Schallquelle gleiche Menge an Direktschall wie eine Kugel in 1 m Abstand
- **Niere** und **Acht** nehmen jeweils **1/3**, die **Hyperniere** **1/4** der Schall-Leistung einer Kugel auf, die für die Bezugsrichtung den gleichen Übertragungsfaktor besitzt



Prof. Oliver Curtt

- Sample Player



Quelle: <http://www.bws-tonstudio.ch/mikrofontips.htm>

Großmembranmikrofone

- beliebt vor allem in der U-Musik
- Frequenzgang naturgemäß im oberen Bereich nicht ganz linear
- Druckstau zu hohen Frequenzen setzt früher ein
- tiefe Frequenzen ?
- höhere Empfindlichkeit
 - besserer Störabstand ...
 - ca. 6 ... 7 dB gegenüber Kleinmembran
- das Auge „hört“ mit ...



Prof. Oliver Curtt

Quelle: Joerg Wuttke, Firma SCHOEPS, Karlsruhe

Einfluss der Mikrofonabmessungen



Prof. Oliver Curtt

Quelle: Joerg Wuttke, Firma SCHOEPS, Karlsruhe

Einfluss der Mikrofonabmessungen

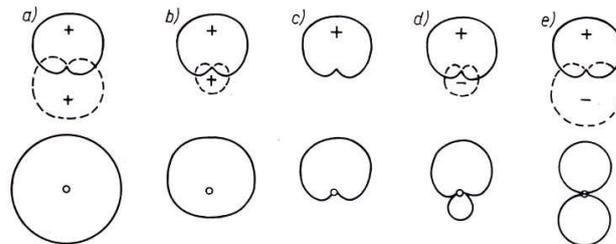


Prof. Oliver Curtt

Doppelkapselsysteme



Prof. Oliver Curdtt



variable Richtcharakteristik durch Überlagerung zweier Nieren

Doppelkapselsysteme

■ umschaltbare Richtcharakteristiken:

- 1. mechanisch umschaltbare Elemente
- 2. Doppelkapselsysteme

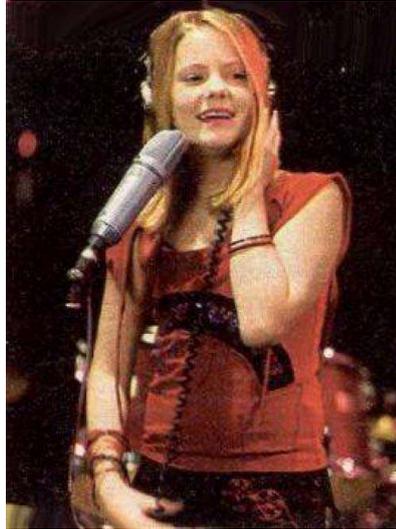
■ Beispiel für die Richtwirkung eines Doppelkapselsystems

⇒ Neumann Contest 2003, A 11 (Jazzcombo)



Prof. Oliver Curdtt

„happy wrong“



Prof. Oliver Curdt

Mikrofone / Wandlerprinzip

■ Wandlerprinzipien

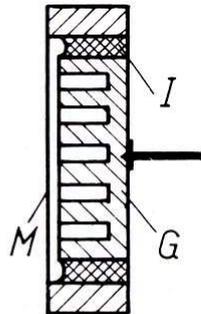
- Art der Umwandlung:
mechan. (Mikromembran) \Rightarrow elektr. Schwingungen
- kapazitive Mikrofone, Kondensatormikrofon

$$U = Q / C$$

$$C = (\epsilon_0 \epsilon_r A) / d$$

Prof. Oliver Curdt

Kondensatorkapsel



M = Membran

I = Isolator

G = Gegenelektrode

Prof. Oliver Curtt

Prinzipieller Aufbau des Kondensator-
mikrophons (Druckempfänger)

M = Membran

I = Isolation

G = Gegenelektrode

Kondensatormikrofone

- grundsätzlicher Aufbau
 - 1 ... 10 μm starke Membran
 - perforierte Gegenelektrode in geringem Abstand von 5 ... 50 μm
 - Probleme mit Feuchtigkeit?
 - Membrandämpfung durch dahinterliegendes Luftpolster

Prof. Oliver Curtt

Elongationswandler

- Ausgangsspannung ~ Membranauslenkung
 $\Delta U \sim \Delta d$
- kapazitive Mikrofone (Kondensatormikrofone)
- piezoelektrische Mikrofone

Elongationswandler

- piezoelektrische Mikrofone
 - An der Oberfläche bestimmter Kristalle treten elektrische Ladungen auf, wenn die Kristalle deformiert werden.
 - z. B. durch Bewegung oder Temperaturänderung
 - → piezoelektrischer Effekt
 - Schwingungsaufnehmer / mechan. „Tonabnehmer“
 - → „Pick up“

Piezelektrische Mikrofone

- Problem: Empfindlichkeit und Frequenzgang stark temperaturabhängig
- Anwendung: Kontaktmikrofone für spezielle Aufgaben (z. B. Wandlung von Tonsignalen in Steuerimpulse)
- preiswert ⇒ große Verbreitung im Amateurbereich
- Qualität ???

Prof. Oliver Curdtt

Tonabnehmer beim Kontrabass

- gestrichen:
 - frontal 
 - im Steg 
 - Tonabnehmer 
 - Schwanenhals (Clipmikrofon) 
- pizzicato:
 - frontal 
 - im Steg 
 - Tonabnehmer 
 - Schwanenhals (Clipmikrofon) 



Prof. Oliver Curdtt

Mikrofone / Wandlerprinzip

■ dynamische Mikrofone

- Tauchspulmikrofon
- Bändchenmikrofon (Leiter“bändchen“ im Magnetfeld)

$$U_{\text{ind}} = (N \cdot d\Phi) / dt$$

Geschwindigkeitswandler

■ Ausgangsspannung ~ Membrangeschwindigkeit

$$\Delta U \sim \Delta v$$

■ Arbeitsweise folgt dem Induktionsgesetz

- alle Magnetfeldwandler
(Tauchspulmikrofon, Bändchenmikrofon)
- max. Geschwindigkeit wird bei Durchgang der Ruheposition erreicht
 - ⇒ frequenzabhängig
 - ⇒ abhängig von Stärke der Auslenkung
 - ⇒ Phasenunterschied zum Elongationswandler

Mikrofone / Wandlerprinzip

- Wandlerprinzip hat Einfluss auf:
 - Impulstreue
 - Frequenzgang
 - Höhe der abgegebenen Spannung
 - Geschwindigkeitswandler \leftrightarrow Elongationswandler

- \Rightarrow aber **nicht** auf die Richtcharakteristik !!!

Mikrofone / passive Wandler

- „passiv“
 - potentielle Energie aus Dauerenergiequelle
 - unmittelbare Umwandlung **ohne** zugeführte elektrische Wirkleistung

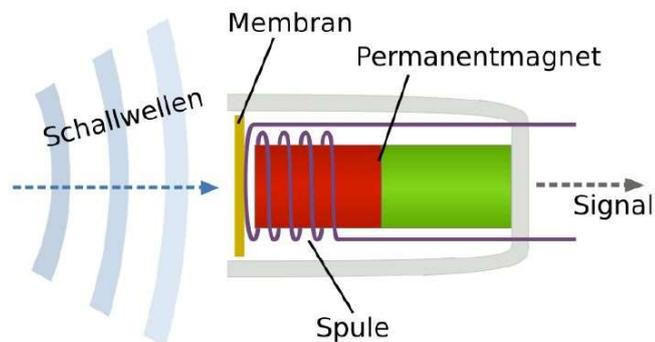
- 1. dynamisch (Dauermagnet)
- 2. piezoelektrisch (innere Polarisationsspannung)
- 3. Elektretmikrofon
 - Elektretfolie als Dauerspannungsquelle ohne el. Wirkleistung
 - Bei Erhitzung der Folie (z. B. Teflon) auf 500°C kann diese geladen werden und behält nach Abkühlung die Ladung bei.

Mikrofone / aktive Wandler

- „aktiv“
 - Veränderung einer zugeführten elektrischen Energie (z. B. Phantomspeisung)
- Kondensatormikrofon (Phantomspeisung 48 V)
 - Anregung durch norwegischen Rundfunk / Fernsehen (Oslo 1966)

Prof. Oliver Curtt

Dynamische Mikrofone



Prof. Oliver Curtt

Tauchspulmikrofone

- kleine freitragend gewickelte Spule an leichter Kunststoffmembran
⇒ Luftspalt ⇒ kräftiger Dauermagnet

- effektive Membranmasse wegen der Spule relativ groß

⇒ unempfindlicher für hohe f , besonders bei zusätzlicher Bedämpfung

Prof. Oliver Curdt

Tauchspulmikrofone

- naturgemäß anfällig für magnetische Wechselfelder (z. B. Trafos, elektrische Motoren)

- Lösung: gegenläufig gewickelte Kompensationsspule in Reihe geschaltet
 - nur Tauchspule schwingt ⇒ Nutzsignal
 - Störsignal löscht sich aus !!!

Prof. Oliver Curdt

Tauchspulmikrofone

■ Problematik bei Nierencharakteristik:

- ⇒ weiche Aufhängung für tiefe Eigenresonanz
- ⇒ empfindlich gegen Erschütterungen und Wind
- ⇒ Führung der Spule im Luftspalt
- ⇒ Membran weniger nachgiebig als gefordert
- ⇒ zusätzlicher Membrantrieb bei tiefen Frequenzen nötig !!!

Prof. Oliver Curdt

Tauchspulmikrofone

■ Lösungen:

- „Variabel-Distance-Prinzip“
 - ⇒ frequenzabhängige akustische Laufzeitglieder
- „Zwei-Wege-Prinzip“ (Zusammenschaltung zweier Mikrofonsysteme über elektrische Weiche)
 - ⇒ Dimensionierung der elektrischen Weiche hat großen Einfluss
 - ⇒ nahtloses Aneinanderfügen der Frequenzgänge
 - ⇒ je größer der akustische Umweg für tiefe f desto kleiner der Nahbesprechungseffekt

Prof. Oliver Curdt

Impulsverhalten

- Impulswiedergabe verschiedener Mikrofonsysteme
- Neumann Contest 2003, E 12 
- Klangvergleich bei Drumset 

Prof. Oliver Curdtt

Röhrenmikrofone



- hoher Eingangswiderstand des Röhrenverstärkers

Prof. Oliver Curdtt

Röhrenmikrofone

- „Röhre“ bewirkt Klangeinfärbung
- hohe Versorgungsspannung, häufig > 48 V
⇒ externes Netzteil
- temperaturabhängig, Arbeitstemperatur meist erst nach einigen Minuten erreicht
⇒ Neumann Contest 2003, E 9



Prof. Oliver Curdt

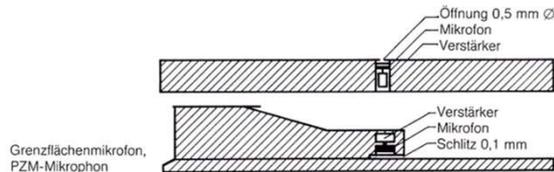
Grenzflächenmikrofone (PZM)

- PZM (**P**ressure **Z**one **M**icrofone):
 - Kondensator-Druckempfänger bündig in schallharter Platte
 - Positionierung ⇒ „unendliche Schallwand“
 - stets Schalldruckmaximum durch Druckstau
⇒ doppelte Nutzspannung (+ 6 dB)
- Freifeld- und Diffusfeldfrequenzgang sind gleich
- keine Richtwirkung ⇒ Halbkugel

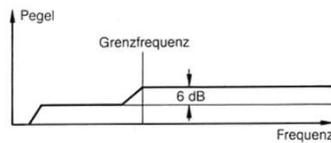


Prof. Oliver Curdt

Grenzflächenmikrofone (PZM)



Grenzflächenmikrofon,
PZM-Mikrofon



| Grenzfrequenz | notwendiger Durchmesser der Grenzflächen |
|---------------|--|
| 30 Hz | 5 m |
| 50 Hz | 3 m |
| 100 Hz | 1,50 m |
| 200 Hz | 0,75 m |
| 500 Hz | 0,30 m |
| 1000 Hz | 0,15 m |

Prof. Oliver Curtt

Frequenzgang und
Grenzflächendurchmesser



PZM-Effekt bei Flügel-Mikrofonierung



Prof. Oliver Curtt

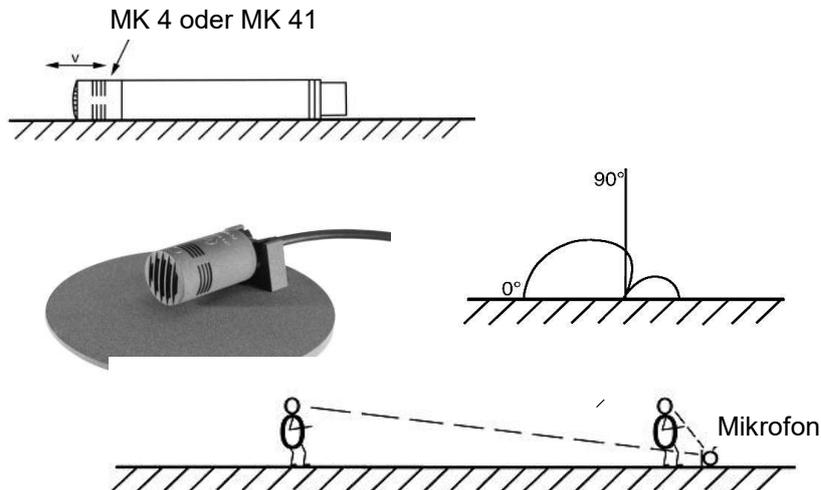
Klavier SOLO  

Gesamtmix  

Vorteil: geringes Übersprechen von anderen Instrumenten, wenn Deckel vollständig geschlossen !!!

Druckempfänger verwenden, sonst Nahbesprechungseffekt !!!

Gerichtete Grenzflächenmikrofone



Prof. Oliver Curdt

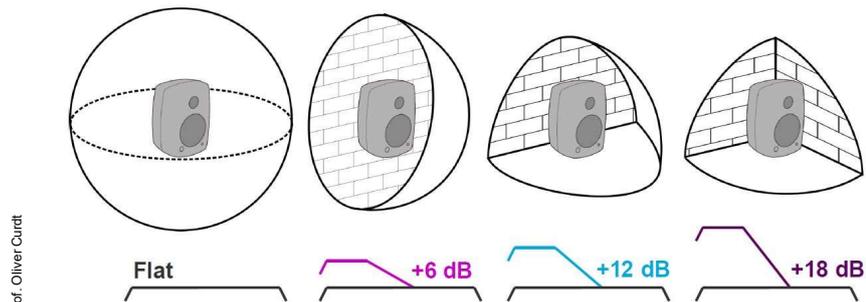
Grenzflächenmikrofone (PZM)

- ebener Frequenzgang für Membran $\varnothing < 5 \text{ mm}$,
sonst Interferenzercheinungen \Leftrightarrow Rauschen

Prof. Oliver Curdt

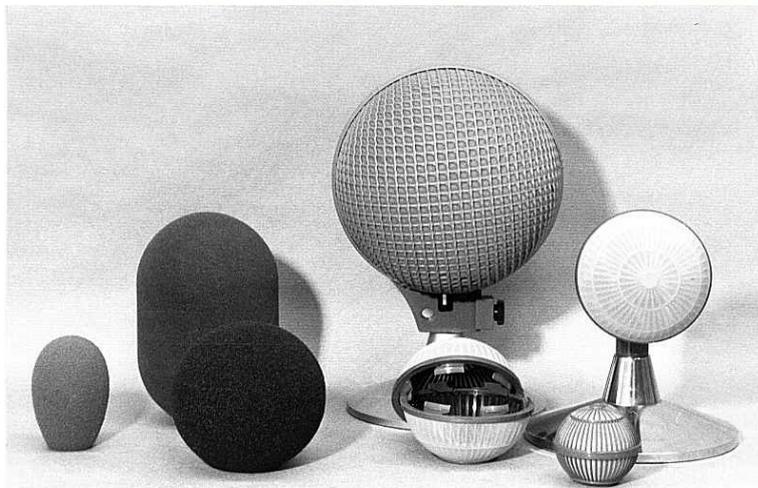
Grenzflächeneffekt Lautsprecher

Bassanhebung durch wandnahe Position



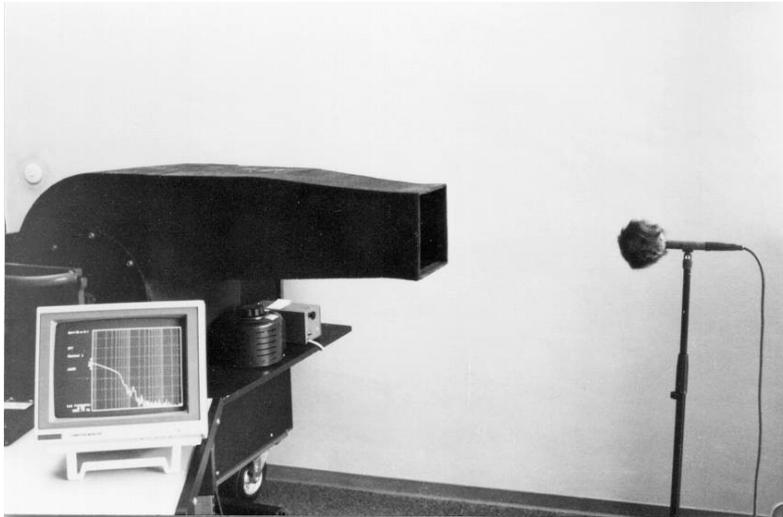
Prof. Oliver Curtt

Verschiedene Windschutz – Typen



Prof. Oliver Curtt

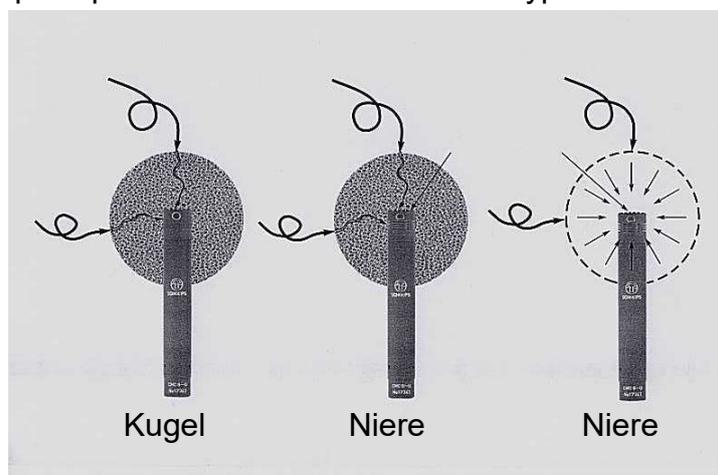
Windmaschine



Prof. Oliver Curdtt

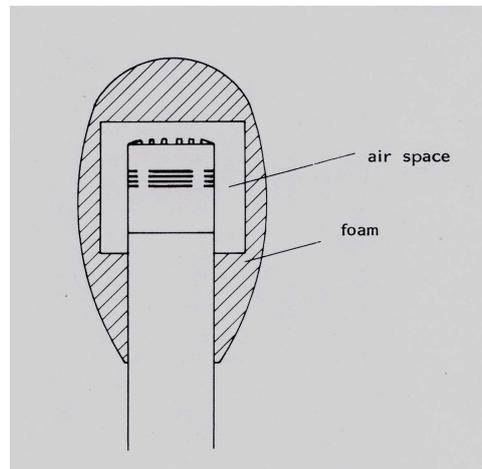
„Windschutz“ bei Mikrofonen

Arbeitsprinzip verschiedener Windschutz-Typen



Prof. Oliver Curdtt

„Windschutz“ bei Mikrofonen



hohler Schaumstoff-Windschutz

Prof. Oliver Curdt

„Windschutz“ bei Mikrofonen

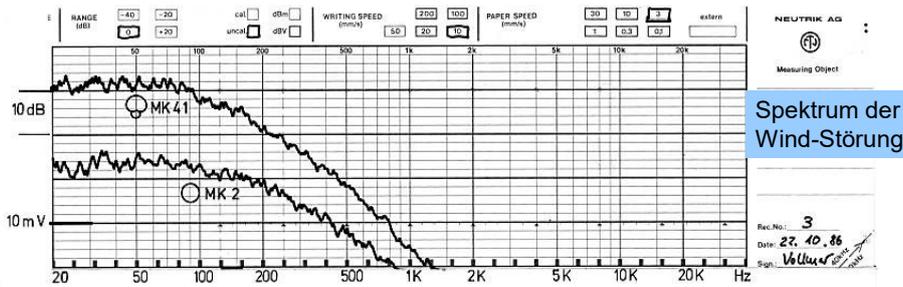
- Problematik bei Druckgradienten
 - Schaumstoff
 - Windkorb
 - „tote Katze“, Windjammer

- ⇒ Neumann Contest 1998, D 5 

- Aufsteigende Luft durch Heizung (Kirche)
 - Heizung AN (Niere ohne Windschutz) 

Prof. Oliver Curdt

„Windschutz“ bei Mikrofonen



Prof. Oliver Curdtt

Geräuschktrum aufgrund von Wind mit

1. MK 41 Druckgradienten-Empfänger
2. MK 2 Druck-Empfänger

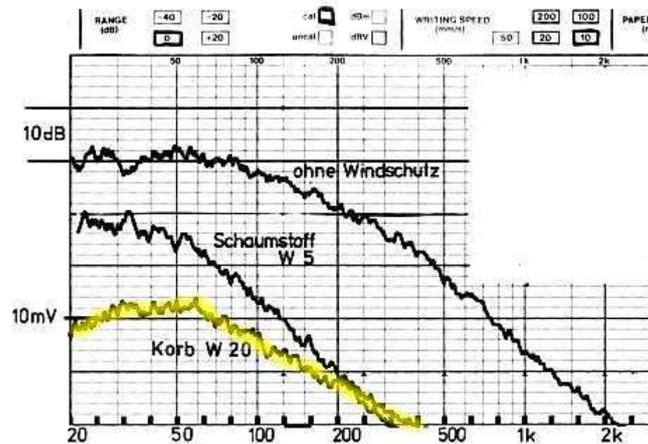
„Windschutz“ bei Mikrofonen

- Vorteile des Druckempfängers
 - deutlich unempfindlicher gegen Wind als Druckgradienten (Arbeitsprinzip, Membranvorspannung)
- Klassische Open-Air-Aufnahme:
 - Kammerorchester + Solosopran (B. Britten: „Ville“)
 - Verwendung dynamischen Kugeln mit Schaumstoffwindschutz 

Prof. Oliver Curdtt

Quelle: Joerg Wuttke, Firma SCHOEPS, Karlsruhe

Wirksamkeit versch. Windschutztypen

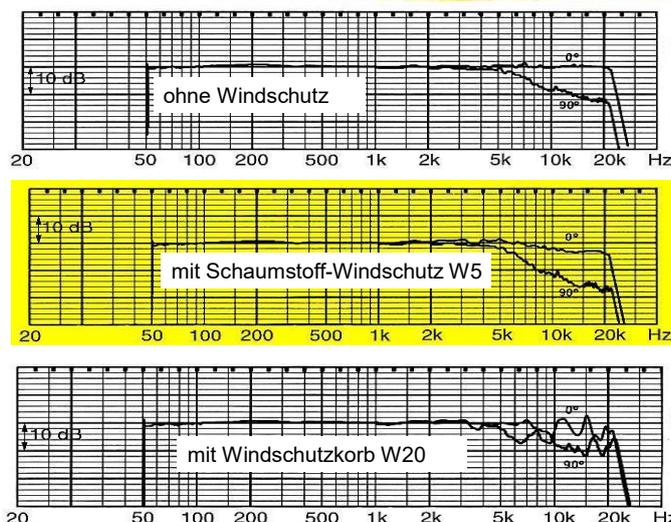


Prof. Oliver Curodt

Geräuschspektrum aufgrund von Wind bei Druckgradientenempfänger MK 41 (Superniere)

Quelle: Joerg Wuttke, Firma SCHOEPS, Karlsruhe

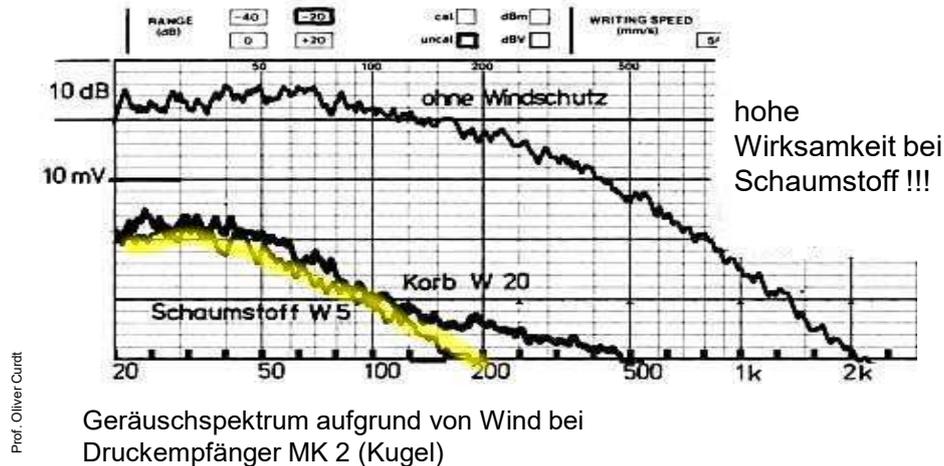
Windschutz: klangliche Auswirkungen



Frequenzgang Druckempfänger MK 2 (Kugel)

Prof. Oliver Curodt

Wirksamkeit versch. Windschutztypen



Mikrofone in der Aufnahmepraxis

- Hand- und Solistenmikrofone (meist Niere):
 - für Nahbesprechung
 - hoch aussteuerbar
 - Pegelabfall von 6 dB / Oktave
 - ⇒ Unterdrückung tieffrequenter Störanteile
 - ⇒ ebener Frequenzgang für geringen Abstand
 - häufig mit integriertem Popp-Schutz
- ⇒ Neumann Contest 2003, A 8
 - Popp- und Plopp-Geräusche 
- Jimi Hendrix live (1970) 

Position Poppchutz



Prof. Oliver



© Carlos Albrecht



Achtung Popp-Noise!

Ansteckmikrofone

- Lavalier- und Ansteckmikrofone:
 - Anwendung Sprachübertragung (z. B. Fernsehen)
 - klein, unauffällig, stärkeres Eigenrauschen
 - häufig Elektret-Kondensatormikrofon
 - Mobilität, häufig mit drahtlosem System kombiniert
 - meist als Druckempfänger
⇒ unempfindlicher gegen Körperschall
 - Höhenanhebung wegen ungünstiger Ansprechrichtung

Prof. Oliver Curtt

Quelle: Joerg Wuttke, Firma SCHOEPS, Karlsruhe

ein paar Zahlen über Mikrofone

- Grenzschalldruck bei etwa 130-150 dB
 - 0,5% Klirrfaktor → Vollaussteuerung
 - Ausgangsspannung ca. 3 V
- Empfindlichkeit von Mikrofonen bei 1 Pa (94 dB-SPL)
 - dyn. 1-2 mV/Pa,
 - kond. 10-40 mV/Pa
 - 20 μ Pa = 0 dB, Hörschwelle bei 1 kHz
- Ausgangsspannungen bei Sprache (70-80 dB-SPL)
 - dyn. 20-400 μ V
 - kond. 200 μ V - 8 mV
- Übertragungsbereich
 - 20 Hz - 20 kHz
 - Qualität in den Randbereichen ??? (jeweils ca. 1 Oktave)

Prof. Oliver Curtt

Übersicht: Merkmale der beiden grundlegenden Wandler

| | Druck-Empfänger (Kugel) | reiner Druckgradienten-Empfänger („Acht“) |
|---|--|---|
| Frequenzgang | perfekt bei tiefen Frequenzen | „Roll-off“ bei den tiefsten Frequenzen |
| | bei hohen Frequenzen hängt der Frequenzgang vom Schalleinfallswinkel ab | bei sehr hohen Frequenzen kann der Druckgradient nicht mehr genutzt werden |
| Polardiagramm | kugelförmig, aber zunehmende Richtwirkung zu hohen Frequenzen | Acht, wenig frequenzabhängig |
| Nahbesprechungseffekt | keiner | beachtlich |
| Empfindlichkeit gegenüber Wind und Körperschall | sehr gering, ein einfacher Schaumstoffwindschutz genügt meist | beachtlich, für effizienten Schutz muss die Kapsel von einem Volumen umschlossen werden |
| mittelbarer Einfluss auf Hauptmikrofone | satter Tiefbass mit viel Räumlichkeit aber bei Gefahr ungenauer Lokalisation | eine gute Basis für Aufnahmen mit guter Lokalisation |