



VERBESSERUNG VON PROTOKOLLMITSCHNITTEN DURCH DEN
EINSATZ VON KUNSTKOPFMIKROFONEN
Dr.-Ing. R a l f K ü r e r
Institut für Technische Akustik, TU Berlin

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	2
2. Übliche Mikrofonanordnungen bei Protokoll- mitschriften	2
2.1 Verwendung eines Einzelmikrofons	2
2.2 Verwendung von mehreren Mikrofonen	3
2.3 Verwendung von Kunstkopfmikrofonen	3
3. Vorteile der Kunstkopfmikrofone gegenüber anderen Mikrofonanordnungen	4
3.1 Silbenverständlichkeit bei Einzelquelle	4
3.2 Silbenverständlichkeit bei Einzelquelle und örtlich versetzte Störquelle	5
3.3 Silbenverständlichkeit bei gleichzeitig schallenden Sprechern	5
3.4 Verständlichkeitsmessungen bei gleichzeitig schallenden Sprechern ohne Klangfarben- und Lautstärkeunterschieden	7
3.4.1 Meßanordnung	
3.4.2 Ergebnisse	8
3.4.3 Diskussion der Ergebnisse	8
4. Zusammenfassung	10
5. Literatur	11
6. Dank	12

1. Einleitung:

Bei der Anzahl von Sitzungen, die aufgrund von Mitbestimmungsregelungen immer häufiger werden und deren Teilnehmerzahl wächst, ist die Frage der Rationalisierung bei der Erstellung von Protokollen eine Angelegenheit regen Interesses. Hierbei wird es immer üblicher, entweder zur Absicherung eines während der Sitzung geführten Protokollles oder eventuell sogar unter Verzicht auf die Anwesenheit eines Protokollführers Tonbandaufnahmen für die Niederschrift auszuwerten.

Es hat sich gezeigt, daß die Auswertbarkeit derartiger Protokollmitschnitte ganz wesentlich vom Aufwand abhängt, der bei der Mikrofonanordnung geleistet wird. Im folgenden wird berichtet, in welcher Hinsicht gerade die Anwendung von Kunstkopf-Mikrofonanordnungen große Vorteile gegenüber anderen Aufnahmeanordnungen mit sich bringt.

2. Übliche Mikrofonanordnungen bei Protokollmitschnitten

2.1 Verwendung eines Einzelmikrofones

Je nach Art der Veranstaltung wird bei diesem Fall der Minimalausstattung ein Mikrofon mit kugel- oder nierenförmiger Richtcharakteristik benutzt. Im Falle von wenigen Hauptsprechern von festem Rednerplatz (z.B. reine Vortragsveranstaltung) finden Mikrofone mit nierenförmiger Richtcharakteristik nahe beim Sprecherort Einsatz. Hierbei sind keine Verständlichkeitsschwierigkeiten für den Hauptredner zu erwarten, da dieser sehr nahe am Mikrofon spricht. Zwischenrufe werden jedoch infolge der Richtcharakteristik unterdrückt.

Bei Veranstaltungen mit Haupt- und Diskussionsrednern an verschiedenen Plätzen im Raum wird - wenn man sich überhaupt auf ein Mikrofon beschränkt - ein solches mit

kugelförmiger Richtcharakteristik verwendet. Dieses wird meist im mittleren Abstand vom Hauptredner in Richtung auf die Diskussionsrunde aufgehängt. Das Abhören solcher Aufnahmen ist mühsam, da aufgrund der Entfernung und des monauralen Übertragungsverfahrens subjektiv ein erhöhter Halligkeitseindruck entsteht /1/.

2.2 Verwendung von mehreren Mikrofonen

Bei steigenden Qualitätsansprüchen werden in der Regel mehrere Mikrofone gleichzeitig Verwendung finden. Auch hier finden bei örtlich deutlich einem Sprecher oder einer einseitig angeordneten Sprechergruppe zugeordneten Mikrofonen solche mit Nierencharakteristik Anwendung, während bei der Verwendung von mehreren Einzelmikrofonen für bestimmte rund um das Mikrofon verteilte Sprechergruppen solche mit Kugelcharakteristik Anwendung finden sollten.

Die Aufnahme der verschiedenen Mikrofonensignale erfolgt in den einfachsten Fällen so, daß alle Mikrofone parallel an einen Summenverstärker geschaltet werden. Einen Fortschritt bringt die Aufschaltung nur des jeweilig besprochenen Mikrofonens. In den seltensten Fällen wird man den Aufwand so hoch treiben können, daß jedem Mikrofonstrang ein Regler zugeordnet wird, der von einem Beobachter bedient wird.

Nachteilig bei derartigen Mikrofonanordnungen ist bei der reinen Parallelschaltung der große Anteil an Störgeräuschen und in den Fällen eines größeren Abstandes der Mikrofone von den Sprechergruppen wieder der erhöhte Halligkeitseindruck.

2.3 Verwendung von Kunstkopfmikrofonen

Im Institut für Technische Akustik wurden bereits mehrere Untersuchungen zur Messung der Sprachverständlichkeit /2,3/ unter Verwendung von Kunstkopfmikrofonen durchgeführt. Der hierbei empfundene Höreindruck führte dazu, daß die Kunstköpfe auch versuchsweise für Protokollmitschnitte von Diskussionen bei Lehrveranstaltungen

(Seminaren) oder in Sitzungen der Verwaltungsgremien eingesetzt wurden. Hierbei wurde der Kunstkopf dort aufgestellt, wo ein Protokollführer ebenfalls seinen Platz eingenommen hätte. Dies ist in der Regel nicht sehr dicht beim Hauptredner. Es hat sich gezeigt, daß die Aufstellungs-entfernung relativ unkritisch ist, solangedas Nutzsignal im Pegel ausreichend über dem Störgeräusch liegt. Wie bereits von KOENIG /4/ allgemein für binaurale Anordnungen angegeben wurde, ergeben sich bei der Verwendung der Kunstkopfmikrofone folgende Vorteile:

- a) Beim Abhören über Kopfhörer entsteht ein dem Natürlichen entsprechender Raumeindruck, d.h. zum Beispiel der Halligkeitseindruck auch bei größeren Entfernungen bleibt wie beim direkten Hören unkritisch, und Entfernungen der Schallquelle werden richtig geschätzt.
- b) Störgeräusche können durch Konzentration auf die Nutzschaallquelle unterdrückt werden. Ebenso können gleichzeitig Sprechende aufgrund des Cocktailparty-Effektes separiert werden.
- c) Durch die Möglichkeit der Richtungsörtung können einzelne Sprecher auch nachträglich unterschieden werden, selbst wenn ihre Stimmen ähnlich sind.

3. Vorteile des Kunstkopfes gegenüber anderen Mikrofonanordnungen

Veröffentlichungen über die Leistungsfähigkeit der Kunstkopfmikrofon-Anordnung in Bezug auf die oben erwähnten Höreindrücke sind zahlreich /5, 6, 7/. Im folgenden sollen jedoch nur solche zitiert werden, die sich mit dem Vergleich von Verständlichkeitsmessungen mit verschiedenen Mikrofonanordnungen unter besonderen Umständen beschäftigen.

3.1 Silbenverständlichkeit bei Einzelquelle

Von einer Anzahl von Autoren /8, 9, 2 und 10/ wird für den Fall der Einzelquelle von vorne ohne oder bei sehr geringen Störgeräuschen belegt, daß die Meßwerte für die

Silbenverständlichkeit für unmittelbares Hören und indirektes Hören über den Kunstkopf nur im Rahmen der Ungenauigkeiten der Meßverfahren unterschiedlich sind. Darüber hinaus wird allerdings sowohl von /8/ wie von /10/ gezeigt, daß für diesen speziellen Abhörfall auch Monomikrofone ähnliche gut mit dem direkten Hören vergleichbare Werte der Silbenverständlichkeit ergeben.

3.2 Silbenverständlichkeit bei Einzelquelle mit örtlich versetzter Störquelle

Von /10/ und /11/ wurden hierzu Ergebnisse von Untersuchungen mit mehreren verschiedenen Mikrofonanordnungen u.a. auch mit Kunstköpfen vorgelegt. Die Autoren arbeiten zum Teil bei unterschiedlichem Signal-/Geräusch-Abstand und lassen den Nutzschall und den Störschall aus unterschiedlichen Richtungen kommen. Beide Literaturstellen geben an, daß bei gleichzeitigem Vorliegen von Nutz- und ähnlich starkem Störschall bei Abhören über die Mikrofonanordnungen Verständlichkeitswerte resultieren, die von denen beim natürlichen Hören abweichen.

Die Kunstkopf-Mikrofonanordnungen schneiden sogar in den Untersuchungen von /11/ relativ schlecht ab. Die absolut geringeren Verständlichkeitswerte können zwar durch höhere Wiedergabelautstärken korrigiert werden, nicht jedoch die unterschiedliche Winkelabhängigkeit gegenüber dem natürlichen Hören. Die von den oben erwähnten Autoren angegebenen Abweichungen zwischen direktem und indirektem Hören bei den verschiedenen Mikrofonanordnungen unter diesen besonderen Hörbedingungen sind, wie eigene Versuche zeigten, tatsächlich vorhanden, können jedoch z.Zt. noch nicht erklärt werden.

3.3 Silbenverständlichkeit bei gleichzeitig schallenden Sprechern

Bei der Auswertung von Protokollmitschnitten kommt es im Prinzip nicht so sehr auf die absolut gleichen Verständlichkeitswerte wie beim Direkthören an, als vielmehr auf

möglichst allgemein für alle Abhörarten hohe Verständlichkeitswerte. Bei einzeln tönender Quelle zeigt sich, daß durch eine entsprechend den jeweiligen Erfordernissen eingestellte Lautstärke so lange kein wesentlicher Qualitätsunterschied zwischen den verschiedenen Mikrofonarten feststellbar ist, wie der subjektive Eindruck der Überbetonung der Halligkeit nicht zu Abhörschwierigkeiten führt.

Völlig anders sieht es allerdings aus, wenn mehrere Quellen gleichzeitig tönen, wie dies bei Diskussionen sehr leicht und oft gerade zu wichtigen Zeitpunkten sein kann. Hier zeigt sich einer der entscheidenden Vorteile der Kunstkopfanordnung: Durch Konzentration beim Abhören gelingt es bei Kunstkopf-Aufnahmen besonders gut, die verschiedenen Schallquellen voneinander zu unterscheiden, während dies bei Monoaufnahmen oft so gut wie nicht möglich ist.

Dieser Effekt wird allgemein bereits von KOENIG /4/ bei Anwendung von zwei örtlich getrennten Mikrofonen beschrieben. KRUMBACHER /8/ läßt zwei Lautsprecher im Winkel von $\pm 15^{\circ}$ von vorne gleichzeitig schallen und vergleicht die Verständlichkeitswerte zwischen direktem Hören, Kunstkopf-Stereophonie und Monofonie. Er erhält kaum eine Abweichung zwischen dem direkten und dem Kunstkopfhören, jedoch eine Verminderung von etwa 30 % zwischen dem Monohören und dem natürlichen Hören.

Eigene Versuche haben jedoch gezeigt, daß solche starken Unterschiede zwischen den einzelnen Mikrofonanordnungen nicht in jedem Fall auftreten. Insbesondere dann, wenn gleichzeitig tönende Sprecher sich hinsichtlich der Klangfarbe, der Lautstärke oder der Einfallsrichtung des Schalls am Ort des Hörers stark unterscheiden, können die einzelnen Sprecher selbst noch bei Monoaufnahmen ausreichend gut auseinandergehalten und verstanden werden. Aufgrund der oben beschriebenen subjektiven Höreindrücke beim binauralen Hören ist allerdings das Abhören solcher Aufnahmen immer wesentlich angenehmer für die Person, die die Protokolle fertigen muß. Dieser Eindruck ist

allerdings sehr schwer quantitativ zu erfassen, da er nicht unbedingt auf einer Veränderung der Verständlichkeit beruht.

Anders sieht es allerdings aus, wenn einige der oben erwähnten Unterscheidungsmerkmale für die Sprecher entfallen. So kann es bei Sitzungen sehr leicht vorkommen, daß im Klang gleichartige und in der Lautstärke ähnliche Sprecher gleichzeitig diskutieren. Es wird an Hand der im folgenden beschriebenen Versuche gezeigt, daß gerade in diesen kritischen Fällen der Einsatz des Kunstkopfes sowohl gegenüber einer Anordnung von zwei um etwa 20 cm versetzten Kugelmikrofonen, aber erst recht gegenüber der monofonen Aufnahmeanordnung große Vorteile bringt.

3.4 Verständlichkeitsmessungen bei gleichzeitig schallenden Sprechern ohne Klangfarben- und Lautstärkeunterschieden

3.4.1 Meßanordnung

In einem mittelgroßen Hörsaal (ca. 150 Plätze, Volumen ca. 400 m^3 , Nachhallzeit ca. 1,3 s) wurden die in Abb. 1 gezeigten Lautsprecheranordnungen benutzt, um von jeweils einem Lautsprecherpaar zwei Texte, die vom selben Sprecher gesprochen wurden, abzustrahlen. Am Ort der Mikrofone wurden möglichst für beide Quellen etwa gleiche Empfangslautstärken eingestellt. Außerdem tönte ein Stimmenbrabbeln. Dieses wurde mit einem Nutz/Störsignal-Verhältnis von ca. 10 dB(A) über zwei weitere Lautsprecher inkohärent abgestrahlt. Die Texte wurden gleichzeitig über einen Kunstkopf (Neumann KU 80) und zwei Kondensator-Kugelmikrofone (Schöps), die im Abstand von ca. 20 cm angeordnet waren, aufgenommen. Diese Tonbandaufnahmen wurden später jeweils von mindestens 5 Versuchspersonen über Kopfhörer (Sennheiser HD 414) abgehört und beurteilt. Abgehört wurden gleichzeitig zwei fortlaufende Texte in die wahllos je 50 Zahlen (11 + 99) eingestreut waren, von denen die Zahlen des einen Textes richtig erkannt werden sollten.

3.4.2 Ergebnisse

Für die drei untersuchten Anordnungen ergaben sich beim Kunstkopf gegenüber dem Doppelkugelmikrofon Verbesserungen der Wortverständlichkeiten von 30 bis 85 % bezogen auf die Werte beim Doppelkugelmikrofon. Die einzelnen Verbesserungswerte sind in Abb. 1 an den einzelnen Schallquellen eingetragen.

Es wurde auch der Versuch gemacht, beim Abhören nur eines der Kugelmikrofone den Vergleich mit einer Monoaufnahme zu erhalten. Die Versuchspersonen sahen sich jedoch nicht in der Lage, die beiden Texte voneinander zu unterscheiden, so daß zwar 30 + 40 % der Zahlen richtig erkannt wurden, dies jedoch in einem fortlaufenden Text gleichzeitig sowohl aus der einen Liste wie auch aus der anderen.

3.4.3 Diskussion der Ergebnisse

Die dargestellten Untersuchungen bilden einen ersten Ansatz zur Beurteilung der Vorteile des Einsatzes der Kunstkopfanordnung für Protokollmitschnitte. Die Anordnungen wurden daher auch nicht systematisch, sondern willkürlich ausgewählt und zwar unter dem Gesichtspunkt, daß solche Aufstellungen benutzt wurden, bei denen eine Unterscheidung der Quellen über den Kunstkopf bereits relativ gut möglich waren. Die Ergebnisse zeigen, daß trotz ihrer Vorteile gegenüber monofonen Aufnahmen die binaurale Aufnahmetechnik mit zwei Kugelmikrofonen für diesen Aufnahme-fall der geringen Klangfarbe- und Lautstärkeunterschiede nicht annähernd gleich gute Ergebnisse wie die Kunstkopfanordnung bringt. Hier bietet die Möglichkeit der Richtungsbestimmung über den Kunstkopf entscheidende Vorteile.

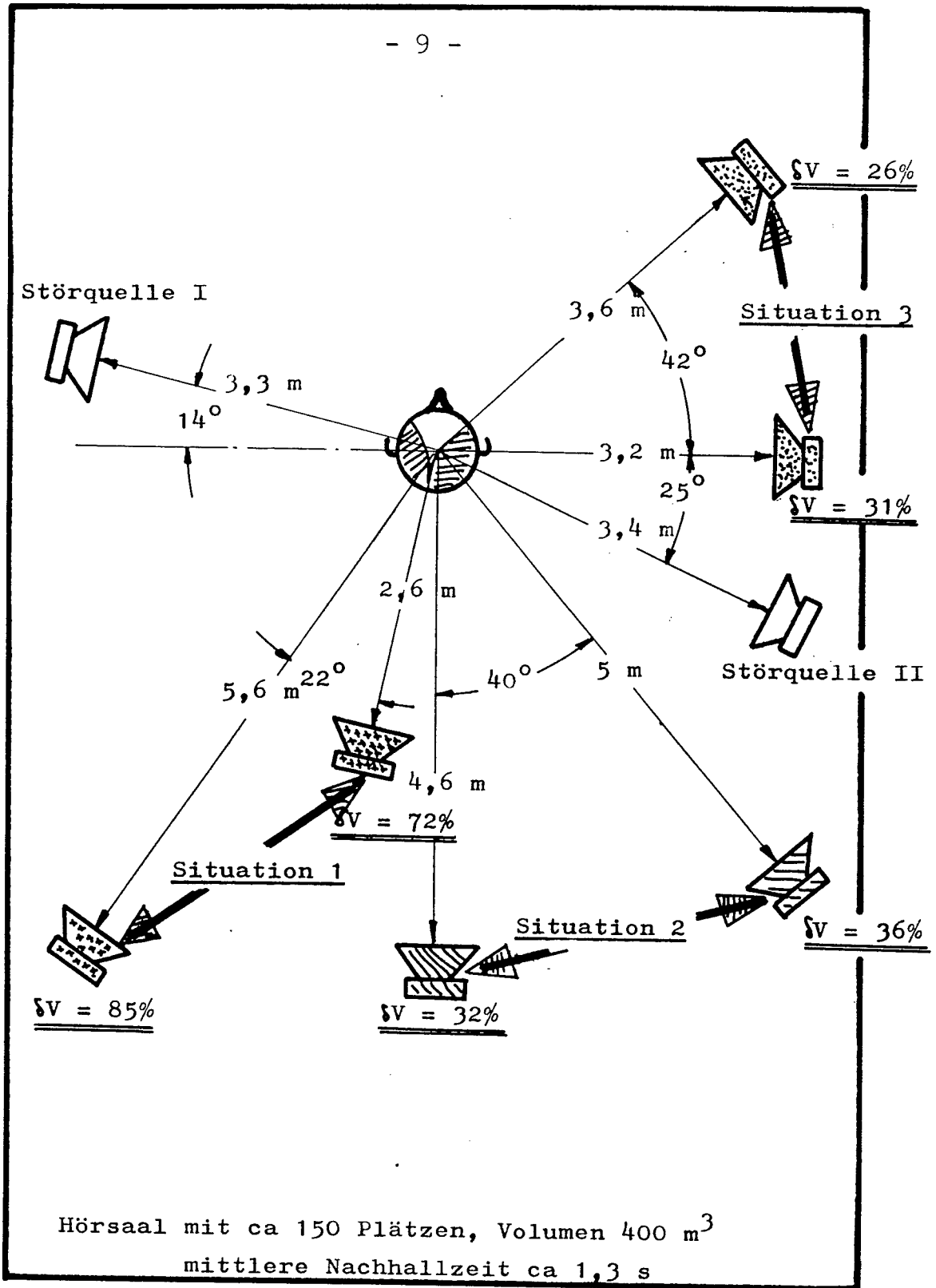


Abbildung 1: Meßanordnung zur Messung der Wortverständlichkeit bei gleichzeitig tönenden Sprechern

$$\left\{ \Delta V = \frac{\text{Unterschied d. Verständlkt. zwisch. Doppelkugel u. KK.}}{\text{Verständlichkeit bei Doppelkugelmikrofon}} \right\}$$

4. Zusammenfassung

Es ist seit langem bekannt, daß die Verwendung binauraler Aufnahmeanordnungen Vorteile für die Beurteilung von Protokollmitschnitten bringt. Es konnte gezeigt werden, daß in den Fällen wo nur noch die Richtungsinformation zur Unterscheidung von verschiedenen Diskussionsrednern herangezogen werden kann, die Verwendung des Kunstkopfes statt einer Doppelkugelmikrofon-Anordnung zu einer deutlichen Verbesserung der Verständlichkeit eines Protokollmitschnittes führt.

5. Literatur

- /1/ DANILENKO, L.: Binaurales Hören im nichtstationären diffusen Schallfeld
Dissertation T.H. Aachen 1968
- /2/ KÜRER, R., Correct Spatial Sound Perception
PLENGE, G., Rendered by a Special 2-Channel
WILKENS, H.: Recording Method
Vortrag: 37th Convention Audio
Eng. Society, New York 1969
Reprint No. 666 (h-3)
- /3/ BRAUNE, H.: Zusammenhang zwischen binauraler
Schwerpunktzeit und Silbenverständ-
lichkeit
Studienarbeit am Institut für Tech-
nische Akustik der TU Berlin 1970
- /4/ KOENIG, W.: Subjective Effects in Binaural
Hearing
Journ. Acoust. Soc. America 22
(1950) p. 61
- /5/ WILKENS, H.: Kopfbezügliche Stereophonie -
ein Hilfsmittel für Vergleich und
Beurteilung verschiedener Raumein-
drücke
Acustica 26 (1972) S. 213
- /6/ WETTSCHURECK, R.;
PLENGE, G.;
LEHRINGER, F.: Entfernungsschätzung und Unter-
schiedsschwellen der Entfer-
nungswahrnehmung im natürlichen
Hören und bei kopfbezogener
Stereophonie
Acustica 29 (1973) S. 260
- /7/ PLENGE, G.; The Electroacoustic Reproduction of
ROMAHN, G.: "Perceived Reverberation" for Com-
parisons in Architectural Acoustic
Investigations
Journ. Acoust. Soc. America 51 (1972
p. 421
- /8/ KRUMMBACHER, G.: Über die Leistungsfähigkeit der
kopfbezüglichen Stereophonie
Acustica 21 (1969) S.288

- /9/ NORDLUND, B.; Use of Articulation Tests in Auditorium Studies
KIHLMAN, T.;
LINDBLAD, S. Journ. of the Acoust. Soc. of Amer.
44 (1968) p. 148
- /10/ JANUSKA, I.;
SPRONCK, F.: Essai d'intelligibilité de la parole
en milieu bruyant au moyen de têtes
artificielles stéréophoniques
Électro Acoustique 18 (1970) S. 5
- /11/ QUANTE, F.: Die Verständlichkeit von Sprachüber-
tragungen aus einem lärmgefüllten
Raum
Vortragsveröffentlichung von der
DAGA 1973, Aachen, VDE-Verlag S.493

6. Dank

Für die Untersuchungen der Vorteile der Kunstkopfanordnung waren ursprünglich Logatommessungen bei Einzelsprechern geplant. Hierdurch konnten jedoch die Vorteile nicht ausreichend quantitativ erfaßt werden, vielmehr zeigten sich diese erst bei gleichzeitig tönenden Sprechern. Die Anregung von Untersuchungen in dieser Richtung verdanke ich Herrn Dipl.-Ing. H. Wilkens. Ihm und Herrn Dr. G. Plenge danke ich für ausführliche Diskussionen zur vorliegenden Problemstellung.

Bei den meßtechnischen Untersuchungen wurde ich in dankenswert bemühter Weise von Herrn Imelmann unterstützt. Auch ihm danke ich für wertvolle Diskussionsbeiträge während des Untersuchungsablaufes.