

Das Küchenmeistersche Ultraphonprinzip und der Rundfunk.

Von Dr. Curt Borchardt.

Mit 2 Abbildungen.

Vorbemerkung der Schriftleitung. Wir geben den nachfolgenden Darlegungen gern Raum, da wir es, so weit man sich nach den Schilderungen derer, die den *Küchenmeisterschen* Apparat zu hören Gelegenheit hatten, ein Urteil bilden kann, nicht für ausgeschlossen halten, daß das von *Küchenmeister* benutzte Prinzip auch für den Rundfunkempfang praktische Bedeutung erlangen wird. Interessant sind diese Darlegungen auch besonders insofern, als aus ihnen hervorgeht, daß die *Küchenmeistersche* Erfindung nicht die Hervorbringung einer Raumwirkung zum Ziele hat. Dann sollte man aber auch logischerweise nicht von einer Plastik der Wirkung sprechen. Überhaupt scheint uns die *Küchenmeistersche* Wahl der „Fachausdrücke“ wenig glücklich und nur geeignet, Verwirrung hervorzurufen. Der von ihm für eine angebliche uns wenig klar erscheinende Eigenschaft der Tonerzeugung gewählte Ausdruck „Stoßerregung“ ist doch eine bereits vergebene Bezeichnung für einen klar umrissenen physikalischen Effekt, auch der Ausdruck „faradische“ Schwingung erscheint uns nicht geschickt gewählt. Überhaupt scheint uns die gegebene physikalische Theorie nicht einwandfrei.

Die Schriftleitung.

In Heft 47 des „Radio-Amateur“ erschien eine kurze Abhandlung über das *Küchenmeistersche* Ultraphon. Leider ging aus derselben die große Bedeutung dieser Erfindung auch für die Rundfunkübertragung nicht hervor, vielmehr übergingen die Ausführungen gerade das wesentlich Neue und die außerordentlich interessante Theorie. Schuld hieran sind offenbar die auch mir vorliegenden Unterlagen, die die *Küchenmeister Komm.-Ges.* seinerzeit an die Presse versandte und die derartig „metaphysisch“ gehalten sind, daß der Durchschnittstechniker, der nicht in die *Küchenmeistersche* Terminologie eingeweiht ist, kaum ein Wort versteht. Es dürfte daher erwünscht sein, doch noch etwas Näheres über diese Neuerungen zu erfahren.

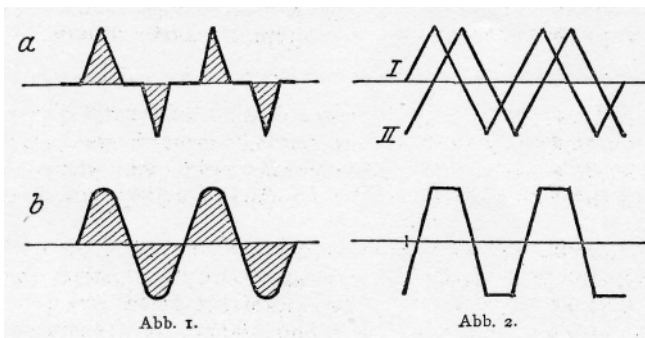
Zunächst werden in dem angezogenen Artikel zwei vollkommen verschiedene und voneinander unabhängige Tatsachen durcheinandergebracht, nämlich einmal die Richtungsempfindung durch das Vorhandensein und den gleichzeitigen Gebrauch beider Ohren einerseits und die „Plastik“ der natürlichen Tonerzeugung andererseits. Die erste Erscheinung beruht darauf, daß infolge der Entfernung der beiden Ohren voneinander eine Schallwelle diese nicht genau gleichzeitig erreicht, und daß die dadurch in den beiden Ohren entstehende Phasendifferenz von uns auf Grund unserer Erfahrung in die betreffende Richtung, aus der der Schall kommt, umgesetzt wird. Beim gewöhnlichen Orchester nimmt dieses nun einen ziemlich breiten Raum im Saal ein, und wir unterscheiden auf Grund dieses Richtungssinnes, daß die verschiedenen Instrumente sich in verschiedenen Richtungen von uns befinden. Erfolgt die Wiedergabe mit Grammophon oder Lautsprecher, so kann man die Phasendifferenz dadurch mit aufnehmen, daß man bei der Aufnahme zwei Mikrophone oder Aufnahmetrichter verwendet, die ungefähr um den Ohrenabstand voneinander entfernt sind, und hat die Phasendifferenz damit im Übertragungs- bzw. Wiedergabemittel fixiert, so daß sie auch bei der Wiedergabe zum Ausdruck kommt; aber sie kommt dabei beiden Ohren gleichzeitig zum Bewußtsein, so daß damit also die Richtungsempfindung wieder verloren geht. Man

hört mit beiden Ohren nur die Phasendifferenz, die dadurch entsteht, daß beide Ohren von dem Wiedergabetrichter verschieden weit entfernt sind, und empfindet die Lautquelle daher doch nur als punktförmig und sämtliche Schallwellen als aus der gleichen Richtung kommend. Es ist dies dieselbe Erscheinung, wie es z. B. keine plastische Wirkung erzeugt, wenn man ein stereoskopisches Doppelbild mit beiden Augen gleichzeitig betrachtet und nicht dafür sorgt, daß eben jedes Auge nur ein Bild sieht. Eine Möglichkeit, diese Wirkung beim Rundfunk zu erzeugen, gibt es nur durch zwei getrennte Übertrager, deren jeder mittels Kopfhörer nur je ein Ohr bedient. Derartige Versuche sind ja verschiedentlich mit gutem Erfolge angewandt worden, bedeuten aber keinen wesentlichen Fortschritt, da die eigentliche „Plastik“ dadurch nicht erreicht wird, sondern nur das scheinbare Verschwinden der punktförmigen Wiedergabequelle. Zur Erzeugung der gleichen Illusion genügt u. U. ein Aufnahmehorn und mehrere auf größerer Fläche verteilte Lautsprecher, da man dann mit seinen beiden Ohren verschiedene Schallrichtungen feststellt und nicht mehr den Eindruck der punktförmigen Schallquelle hat. Die Wirkung kann man dadurch verstärken, daß man den einzelnen Lautsprechern verschiedene Resonanzlagen gibt, so daß der eine die hohen Töne der Flöte, ein zweiter die mittleren der Oboen und ein dritter die tiefen der Posaunen in besonderem Maße verstärkt. Dann hört man scheinbar von der einen Seite die einen, von der anderen die anderen Instrumente wie in der üblichen Besetzung des Orchesters. Das Resultat ist aber nicht so bedeutend, daß sich die Anschaffung der ziemlich kostspieligen Anlage mehrerer Lautsprecher lohnte.

Vollkommen verschieden hiervon ist jedoch das, was von *Küchenmeister* mit „Plastik“ bezeichnet wird: Jeder kennt von dem Grammophon und in gewissem Umfange auch vom Lautsprecher den hohlen Grabeston, mit dem die Stimme wie aus einem Keller heraufzudringen scheint. Das Wesentlichste der menschlichen Stimme z. B., der Schmelz und das Timbre oder die natürliche Klangfarbe der Instrumente — man kann bekanntlich eine Flöte kaum von einer Violine unterscheiden — fehlt ebenso wie das, was man mit „Fülle“ bezeichnet. Es ist *Küchenmeisters* Verdienst, zuerst auf den Unterschied zwischen Fülle und Lautstärke hingewiesen zu haben. Man kann wohl, wie jeder Besucher der Funkausstellungen von den dort aufgestellten Siemens-Bändchenlautsprechern weiß, zu phantastischen Lautstärken gelangen, trotzdem bleibt aber die Stimme dünn und ohne Ausdruck, es fehlt eben die „Fülle“.

Worauf beruht nun die Fülle? Offenbar, sagt *Küchenmeister*, nicht auf einer Vergrößerung der Schwingungsamplitude, sondern auf einer Vergrößerung der von dem Wellenzug eingeschlossenen Fläche. Es sei dahingestellt, ob das gewählte Bild den tatsächlichen physikalischen Verhältnissen ganz entspricht, aber es gibt uns eine gewisse Anschaulichkeit der Vorgänge, die zunächst wesentlich ist. Der Unterschied zwischen einem vollen und einem nicht vollen Ton ist der gleiche wie zwischen einer Sinus- und einer faradischen Schwingung (Abb. 1). Während die erste fast einen Halbkreis einschließt, bildet die letzte nur ein ganz spitzwinkliges Dreieck mit kleinem Flächeninhalt. Wie kann man nun aus einer gegebenen Schwingung eine solche größeren Volumens machen? Bekanntlich tritt eine solche Erscheinung bei jeder Überlagerung auf, wenn man zwei Wellen gleicher Frequenz aber verschiedener Phase miteinander zur Interferenz bringt (Abb. 2). Im oberen Teil sind zwei derartige Wellenzüge mit 90° Phasendifferenz gezeichnet und unten die

resultierende Wellenlinie. Man sieht, daß die Amplitude die gleiche bleibt, ebenso die Wellenlänge, daß aber die eingeschlossene Fläche bedeutend größer wird und die Umgrenzungslinie sich bedeutend mehr der Sinuslinie nähert. Eine derartige Schwingung wird uns, behauptet *Küchenmeister* auf Grund exakter Überlegungen, voller erscheinen. Diese Erklärung klingt etwas gesucht, aber wie der volle Erfolg der weiteren Ausspinnung dieses Gedankens und später die Umsetzung in die Praxis gezeigt hat, muß sie die Verhältnisse richtig wiedergeben. Nun entsteht die weitere Frage: Wenn die natürliche menschliche Stimme die Fülle besitzt, die Wiedergabe im Grammophon aber nicht, wodurch wird denn die Verkleinerung der Wellenfläche hervorgerufen, da doch die Nadel alle Schwingungen naturgetreu in die Plattenmasse einräbt? Hier stellt *Küchenmeister* eine zweite Theorie auf, indem er behauptet, daß die natürliche menschliche Stimme z. B. nicht einen, gewöhnlichen Schwingungszug erzeugt, sondern mehrere frequenzgleiche, aber phasenverschobene, die erst im Ohr zur Überlagerung kommen und dann den Eindruck der Fülle hervorrufen. Er bezeichnet diese Erscheinung mit Stoßerregung und sagt ganz allgemein, daß die Plastik darin beruht, daß im Ohr Stoßerregung hervorgerufen wird. Diese



Stoßerregung wirkt zwar auch auf die Nadel des Aufnahmeapparates, aber die Feinheiten der Phasenverschiebung gehen in der Trägheit des Materials und der Wiedergabemittel verloren. Alle Versuche, diese Nachteile durch Wahl anderer Materialien und anderer Ausführungsformen zu überwinden, haben keinen Erfolg gehabt, und die Grammophonindustrie hat seit über zehn Jahren nichts wesentlich Neues mehr geschaffen, das einen Fortschritt nach dieser Richtung bedeutet hätte. Hier setzt ein neuer Gedankengang *Küchenmeisters* ein: Wenn es nur die Stoßerregung ist, die die Fülle ausmacht, und wenn diese auf dem Wege von der Aufnahme bis zur Wiedergabe verloren geht, so muß es möglich sein, wenn bei der Wiedergabe eine neue Stoßerregung als Kompensation der Verluste erzeugt wird, hierdurch wieder den Eindruck der Fülle im Ohr hervorzurufen. Der Weg, auf den dies beim Grammophon erreicht wird, ist theoretisch ein verhältnismäßig einfacher, indem man zwei Membranen hintereinander anordnet und dadurch zwei phasenverschiedene Schallwellen erzeugt. Derartige Versuche sind auch schon mehrfach gemacht worden, teils unabhängig von *Küchenmeister*, teils diesem wohl nacherfunden. Da diese Experimentatoren aber durchweg nur empirisch vorgehen, fehlten ihnen die Voraussetzungen, den erzielten Vorteil wirklich auszunutzen, und diese Versuche verliefen daher stets ebenfalls negativ. Erst die Durchführung der Versuche auf Grund seiner Theorie gestattete *Küchenmeister*, einen wirklich vollen Erfolg zu erzielen. Hierzu war außer der Verwendung der zwei Schallplatten noch eine besondere Art der Tonführung in

zwei getrennten Trichtern ganz bestimmter Formgebung sowie die Beachtung einer Reihe anderer wesentlicher Momente notwendig.

Das Resultat einer Wiedergabe in dem *Küchenmeisterschen*, Ultraphon, genannten, Apparat ist ein durchaus frappierendes. Nicht nur, daß der Ton wirklich die Fülle einer Originaldarbietung erlangt, treten gleichzeitig auch alle sonst verlorenen Einzelheiten, wie Schmelz und Timbre, wieder hervor, so daß man tatsächlich den Eindruck hat, eine echte menschliche Stimme zu hören. Als Nebenerscheinung, die aber auch, besonders im Hinblick auf die Benutzung im Rundfunk mit seinen atmosphärischen Störungen, besonders wichtig, zeigt sich, daß nur die reinen harmonischen Töne auf diese Weise im Ohr Stoßerregung hervorrufen, während alle unregelmäßigen Geräusche, die also keine ausgesprochene Frequenz haben, bei der Überlagerung, offenbar durch Interferenzen, ausgelöscht oder wenigstens nicht mitverstärkt werden, so daß es bei einem Ultraphon z. B. möglich ist, durch Verstellen eines Hebels das Nadelgeräusch allmählich schwächer zu machen und schließlich vollkommen zum Verschwinden zu bringen. Daß durch die spezielle Konstruktion des Instruments eine besondere Anreicherung der Obertöne erreicht und damit die Klangfarbe der wiedergegebenen Schallquellen besonders naturgetreu wird, sei nur nebenher erwähnt.

Es wurde auf die Einzelheiten und die Ausführung und Wirkung beim Grammophon deshalb an dieser Stelle so ausführlich eingegangen, weil sich hieraus die Grundlagen ergeben, wie das Ultraphonprinzip beim Rundfunk angewandt werden kann. Von Seiten des Erfinders sind auch auf diesem Gebiete schon Versuche vorgenommen worden, die voll befriedigt haben. Die Schwierigkeit liegt hier darin, daß die sehr viel größere Geschwindigkeit der Ausbreitung der Hochfrequenzschwingungen natürlich nicht die Erzielung einer Phasendifferenz erlaubt, die nach den *Küchenmeisterschen* Untersuchungen eine Verzögerung um $\frac{1}{15}$ bis $\frac{1}{20}$ Sekunden hervorrufen muß. Aus den *Kluthschen* Arbeiten ist bekannt, daß eine Verzögerung, die zwar nicht die angegebene Größe erreicht, aber sich wenigstens in der Größenordnung dieser nähert, dadurch erzeugt werden kann, daß man die Phasenverschiebung in den niederfrequenten Stromweg legt. *Küchenmeister* selbst geht, um die Verzögerung zu vergrößern, auf ganz anderen Wegen vor, die zwar auch schon von anderer Seite versucht sind, aber in Unkenntnis der Theorie zu ganz anderen Zwecken, und die daher nicht richtig ausgewertet wurden und daher auch nicht den gewünschten Erfolg brachten. Über diesen Teil der *Küchenmeisterschen* Arbeiten kann aus naheliegenden Gründen im Augenblick noch nicht berichtet werden, doch wird dies nach kurzer Zeit, sobald dies möglich ist, nachgeholt werden.