

Erwin Meyers frühe Beiträge zur Psychoakustik

Armin Kohlrausch^{1,2}

¹Philips Research Europe, High-Tech Campus 36, NL-5656 AE Eindhoven, The Netherlands, Email: armin.kohlrausch@philips.com

²Human-Technology Interaction, Technische Universiteit Eindhoven, P.O. Box 513, NL-5600 MB Eindhoven, The Netherlands

Einleitung

Erwin Meyer ist vielen Akustikern vor allem als erster Direktor des 1947 an der Universität Göttingen gegründeten Dritten Physikalischen Institutes bekannt. In meinem Vortrag, der einen weiteren Beitrag zum Projekt: Psychoakustik in Deutschland zwischen 1900 und 1950 bildet, möchte ich den Schwerpunkt auf seine frühen Beiträge zur Psychoakustik legen. Diese resultierten aus seiner Zusammenarbeit mit Erich Waetzmann (bei dem er 1923 in Breslau promovierte) und später aus seiner Tätigkeit als Abteilungsvorsteher am 1928 gegründeten Heinrich-Hertz Institut (HHI) für Schwingungsforschung an der Technischen Hochschule Berlin. Dieser Vortrag schließt damit direkt an den Beitrag auf der letzten DAGA 2006 an, auf der ich über Erich Waetzmann gesprochen habe [1].

Meyers Beschäftigung mit psychoakustischen Fragestellungen war letztendlich, wenn auch indirekt, eine der Motivationen um mich mit der Geschichte der Psychoakustik zu beschäftigen. Ich entdeckte vor vielen Jahren zufällig eine Arbeit von Meyer aus dem Jahre 1947 mit dem Titel: Über den derzeitigen Stand der Theorie des Hörens [2], aus der Abbildung 1 übernommen wurde. Was mich an dieser Arbeit besonders faszinierte war die Tatsache, dass dies der Text der Antrittsvorlesung war, die Meyer nach seiner Berufung an die Universität Göttingen am 31.1.1948 gehalten hat. Mich hat es damals schon überrascht, dass Meyer ein solches interdisziplinäres Thema für eine solche auch hochschulpolitisch wichtige Gelegenheit gewählt hat. Im Folgenden möchte ich anhand einiger früherer Arbeiten von Meyer zur Psychoakustik zeigen, dass diese Themenwahl für die Antrittsvorlesung auf eine jahrzehntelange Beschäftigung mit diesem Thema zurückging.

Psychoakustische Themen

Meyer hat sich erst nach seiner Doktorarbeit aus dem Jahre 1922, die 1923 in gekürzter Form in den *Annalen der Physik* erschien [3], mit psychoakustischen Fragen beschäftigt. Hierbei mag es eine Rolle gespielt haben, dass er nach kurzer Assistenzzeit bei Lummer in Breslau 1924 als Hilfsarbeiter ans Telegraphentechnische Reichsamts (ab 1928 Reichspostzentralamt) nach Berlin wechselte. Aufgrund der schnellen Entwicklung der Elektroakustik, z.B. auf dem Gebiet des Rundfunks, bestand auch ein Interesse an psychoakustischen Fragen. Im Jahre 1925 veröffentlichte Meyer in der *Elektrotechnischen Zeitschrift* eine Arbeit mit dem Titel: Über das stereoakustische Hören [4]. Als Motivation für diese kurze Übersichtsarbeit gibt er an: "Durch kürzlich in der

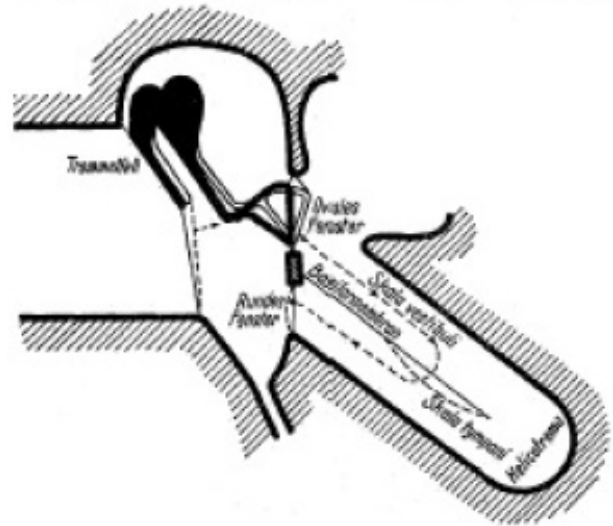


Fig. 1. Schematische Skizze des menschlichen Gehörorgans.

Abbildung 1: Die erste Abbildung aus Meyers Antrittsvorlesung an der Universität Göttingen [2]: Schematische Skizze des menschlichen Gehörorgans.

Tagespresse erschienene Aufsätze, welche die Münchener stereoakustischen Opernübertragungen behandeln, ist die Aufmerksamkeit der breiteren Öffentlichkeit auf die Erscheinungen des stereoakustischen Hörens gelenkt worden. Es dürfte daher von allgemeinerem Interesse sein, einmal etwas eingehender die Grundlagen des stereoakustischen Effektes und die zu seiner Erklärung aufgestellten physikalischen Theorien zu behandeln."

In der Arbeit beschreibt er zunächst die drei gängigen Theorien zur Lokalisation, nämlich die Intensitäts-, die Phasen- und die Zeitdifferenztheorie. In Hinblick auf die Intensitätstheorie wurde damals allgemein anerkannt, dass sie nur eine Erklärung für die Lokalisation bei hohen Frequenzen liefern kann, da bei niedrigen Frequenzen die "Unterschiede der Schallintensität außerordentlich gering und daher nicht wahrnehmbar sind". Die Phasentheorie, die als Ergänzung zur Intensitätstheorie vorgeschlagen wurde, besagt in ihrer einfachsten Form, dass die Phase der gehörten Richtung (wobei 0 Grad der Vorrichtung entspricht) sich direkt aus dem Phasenunterschied der Signale am rechten und linken Ohr ergibt. Meyer weist darauf hin, dass diese Theorie in vielen Punkten der Erfahrung widersprach. Der Phasenunterschied sei sicherlich für das Richtungshören wichtig, "man muß ihn aber als zeitlichen Unterschied der an den beiden Ohren herrschenden Schwingungszustände deuten." Meyer erweist sich damit als ein Verfechter der Zeitdifferenztheo-

rie, die in Deutschland vor allem von von Hornbostel und Wertheimer propagiert wurde.

Ein weiterer interessanter Punkt in diesem Text ist die Frage der Vorn/Hinten Vertauschungen bei Schallquellen in der Medianebene. Diese Vertauschung wird, nach Meyer, beim natürlichen Hören durch die unterschiedliche Beugung der Schallwellen an der Ohrmuscheln oder dgl. vermieden. Da diese Beugung bei künstlichen Aufnahmeapparaturen wegfällt, hat man "bei stereoakustischer Wiedergabe...sehr häufig den Eindruck, daß die Schallquelle sich hinter dem Beobachter befindet."

Am Ende dieser Arbeit geht Meyer auf Stereoübertragungen von Opern- und Musikaufführungen ein, und führt den Qualitätsvorteil an, der durch den viel stärkeren plastischen Eindruck bei stereoakustischer Wiedergabe erzielt wird. Er erkennt aber auch, dass die damaligen Versuche, bei denen zwei Telefonleitungen nebeneinander verwendet wurden, für die privaten Verbraucher unpraktikabel waren. Er schließt mit der Vorhersage, dass "das stereoakustische Hören so lange ein interessantes Experiment bleiben [wird], als es nicht gelingt, die Erscheinung für die Rundfunkübertragung, also ohne Drahtleitungen, nutzbar zu machen." Es sollte noch bis in die 60er Jahre dauern, bis Stereophonie beim Rundfunk und bei der Schallplatte zum Standard wurde.

Kurze Zeit später, 1927, verfasste Meyer im Handbuch der Physik von Geiger und Scheel, im Band 8 Akustik, einen mehr als 60seitigen Übersichtsartikel zum Gehör, der den damaligen Stand der physiologischen und psychoakustischen Kenntnisse und die verschiedenen Modellvorstellungen zusammenfasst [5]. Behandelt werden u.a. Reizschwellen, Unterschiedsschwellen, Verdeckung (Maskierung), Schwebungen, Konsonanz, Hörtheorien sowie das stereoakustische Hören. In diesem Abschnitt findet sich auch eine, weitgehend wörtliche, Wiedergabe des Artikels [4] sowie einer frühen Arbeit, die er mit Waetzmann zusammen veröffentlichte, und in der er sich mit der Dämpfung der Ohrresonatoren (in heutiger Terminologie: der Breite der Filter im Gehör) beschäftigt [6]. Dieses Kapitel gibt einen hervorragenden Überblick zum damaligen Stand der Forschung, weil es, neben sehr vielen deutschsprachigen Arbeiten, auch viele aktuelle Arbeiten aus dem englischsprachigen Raum bespricht.

Angewandte Psychoakustik

Nach seinem Wechsel 1928 an das neu gegründete Heinrich-Hertz Institut für Schwingungsforschung in Berlin, an dem er Abteilungsleiter für das Gebiet Akustik wurde, hat sich Meyer mit seinen Mitarbeitern vor allem Problemen der angewandten Psychoakustik zugewandt. Hier sind einerseits die umfangreichen Arbeiten zur musikalischen Akustik zu nennen. Viele dieser Arbeiten zur Klanganalyse von Musikinstrumenten (Kontrabass, Cello, Schlaginstrumente, Holzblasinstrumente) wurden von seinem Mitarbeiter Buchmann durchgeführt und sind als Technische Berichte des HHI in der ersten Hälfte der 30er Jahre verfasst worden.

Dieselbe Technik der Klanganalyse lässt sich natürlich auch auf technische Geräte, wie Autohupen, anwenden. In einem Beitrag zu dem Heft mit dem Titel "Lärmabwehr" von 1933, herausgegeben vom Fachausschuss für Lärminderung beim VDI, beschreibt Meyer einige dieser Arbeiten [7]. Besonders ansprechend sind die Lärmmessungen an Kraftwagen und -rädern, die anlässlich der ADAC Dreitagefahrt in den Harz im Juni 1932 durchgeführt wurden. Gemessen wurde an einer Stelle mit großer Steigung (Rodelbahn von Elend, Steigung 10 bis 30 %), so dass die Fahrer gezwungen waren, Gas zu geben. Die Messgeräte wurden im Abstand von 8 Metern, rechtwinklig zur Fahrbahn, positioniert, und dieser Abstand wird von Meyer auch für zukünftige Messungen empfohlen. Neben der Darstellung der Verteilung der Messwerte (allgemein zwischen 70 und 100 Phon, mit höheren Werten für die Krafträder) geht Meyer auch auf den Zusammenhang zwischen Lautstärke und Lärmbelästigung ein. Zunächst macht er deutlich, dass die Lautstärke allein kein verlässliches Maß für die störende Wirkung einer Schallquelle ist, und er vergleicht hierfür einen Wasserfall mit einem Kraftrad. Weiter führt er aus, dass man noch weit davon entfernt ist, die Störwirkung anzugeben oder objektiv bestimmen zu können. Eine Ausnahme macht er, wenn Schallquellen mit gleicher "Lärmart" verglichen werden, z.B. Kraftfahrzeuge: In diesem Falle hält er die Größe der Lautstärke auch für ein verlässliches Maß für die Stärke der Belästigung.

Literatur

- [1] Armin Kohlrausch. Erich Waetzmanns Beiträge zur Psychoakustik. In: Fortschritte der Akustik, DAGA 06, 341–342.
- [2] Erwin Meyer. Über den derzeitigen Stand der Theorie des Hörens. Die Naturwissenschaften **34** (1947), 358–362.
- [3] Erwin Meyer. Ponderomotorische Wirkungen von Tonwellen auf resonierende Membranen. Annalen der Physik **71** (1923), 567–590.
- [4] Erwin Meyer. Über das stereoakustische Hören. Elektrotechnische Zeitschrift **22** (1925), 806–807.
- [5] Erwin Meyer. Das Gehör. In: Handbuch der Physik, H. Geiger und Karl Scheel (Herausg.), Band 8 Akustik, Kapitel 11, S. 477–543.
- [6] Erwin Meyer und Erich Waetzmann. Über den Grad der Dämpfung der Ohrresonatoren. Die Naturwissenschaften **13** (1925), 268–271.
- [7] Erwin Meyer. Grundlagen und Instrumente der Geräuschmessung. In: Lärmabwehr, herausgegeben im Auftrage des Fachausschusses für Lärminderung beim Verein Deutscher Ingenieure von K.W. Wagner, 1933, 17–19.