

“Barkhausen-Phon” - was ist denn das?

Herbert Börner, Ilmenau

Originalbeitrag erschienen in: FUNKGESCHICHTE Jg. 40 (2017) Nr. 235, S. 201 - 203

“Ich weiß nicht, ob Ihnen schon aufgefallen ist, daß wir für die Lautstärke irgendwelcher Schallquellen noch gar kein zahlenmäßiges Maß haben. Wir müssen uns zur Kennzeichnung mit allgemeinen Redensarten wie ‘laut’ oder ‘leise’ begnügen.” Mit diesen Worten begann *Heinrich Barkhausen* [1] einen Beitrag im Jahrgang 1926 der Zeitschrift für technische Physik zum Thema “Ein neuer Schallmesser für die Praxis” [2].

In Analogie zum Photometer der Lichttechnik schwebte ihm eine Vergleichs-Apparatur für Schallereignisse vor, mit deren Hilfe sich ein reproduzierbares Lautstärkemaß angeben ließe. Die Schwierigkeit besteht darin, dass der physikalische Schalldruck nicht als Maß für das Gehörempfinden geeignet ist, weil die physiologische Wirkung von Nichtlinearitäten und Frequenzabhängigkeiten des Gehörs bestimmt wird. Es sollte einige Jahrzehnte dauern, bis es der Forschung gelang, diese Zusammenhänge ausreichend zu erkennen.

Zu Barkhausens Zeiten wurde der Schalldruck in “Wien” gemessen (Benennung zu Ehren des Physikers *Max Wien* [3]). Sein Umfang geht von 1 Wien = Hörschwelle bis zu 16.000 Wien = Schmerzgrenze. Um diesen Bereich auf eine handhabbare Skala zu drängen, benutzte *Barkhausen* den Logarithmus zur Basis 2. Jede Verdoppelung des Lautstärke-Eindrucks ergab eine Erhöhung seiner Skala um einen Punkt. “Ich möchte für diese Lautstärkeeinheit die Bezeichnung ‘Phon’ vorschlagen”. [2] Damit war das “Barkhausen-Phon” geboren.

In der Tabelle 1 wird beispielsweise ein Zusammenhang der Phonskala von *Barkhausen* mit den Lautheitsbegriffen der Musik hergestellt.

Im Weiteren ging es nun darum, eine praktikable Messapparatur zu entwerfen. Um die physiologischen Eigenschaften des Gehörs zu

Musik	Wien	Phon
Hörschwelle . . .	1	0
	2	1
pianissimo	4	2
	8	3
piano	16	4
	32	5
mezzoforte	64	6
	125	7
forte	250	8
	500	9
fortissimo	1000	10
	2000	11
	4000	12
	8000	13
Schmerz- empfindung	16000	14

Tabelle 1 aus [2], S. 601

berücksichtigen, erschien es ihm am einfachsten, das menschliche Ohr in die Messapparatur einzubeziehen. Während auf das eine Ohr die Schallwellen treffen, wird dem anderen Ohr ein Ton zugeführt, der so reguliert wird, dass der Sinneseindruck entsteht, dass beide Schallquellen gleich laut sind. Die Phonzahl kann dann an einer geeichten Skala abgelesen werden.

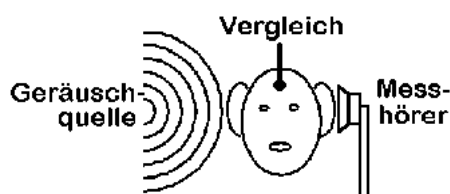


Bild 1: Der Vergleich beider Schallereignisse findet im Kopf der Bedienungsperson statt.

Diese Apparatur ließ er sich 1925 als “Akustische Vergleichsvorrichtung” patentieren [4]. Es dauerte aber noch bis zum Beginn der dreißiger Jahre, bis die Firma Siemens ein erstes Muster

Elektroakustik

vorstellte, Bild 2. Die endgültige Version stand dann schon im Siemens-Katalog 1936 als "Geräuschmesser nach Barkhausen Rel. mse. 12" [5], Bild 4.

Mit Hilfe eines steckbaren Selbstunterbrechers ("Summer") wird eine Tonfrequenz von ca. 800 Hz erzeugt. Zur Eichung wird mit Hilfe eines

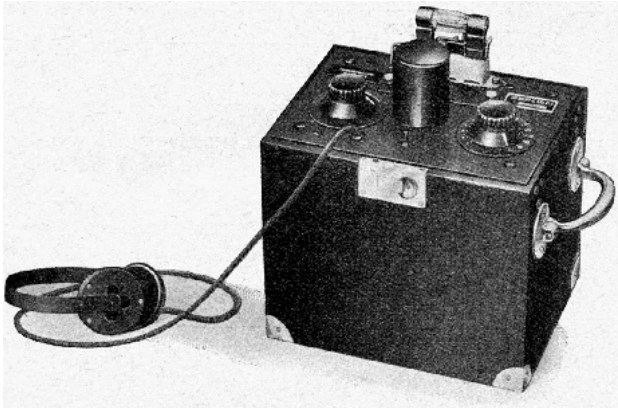


Bild 2: Erste Ausführung des Siemens-Geräuschmessers. Der Kopfhörer ist nur "einohrig", die zweite Muschel ist leer mit rückseitigen Schallöffnungen.



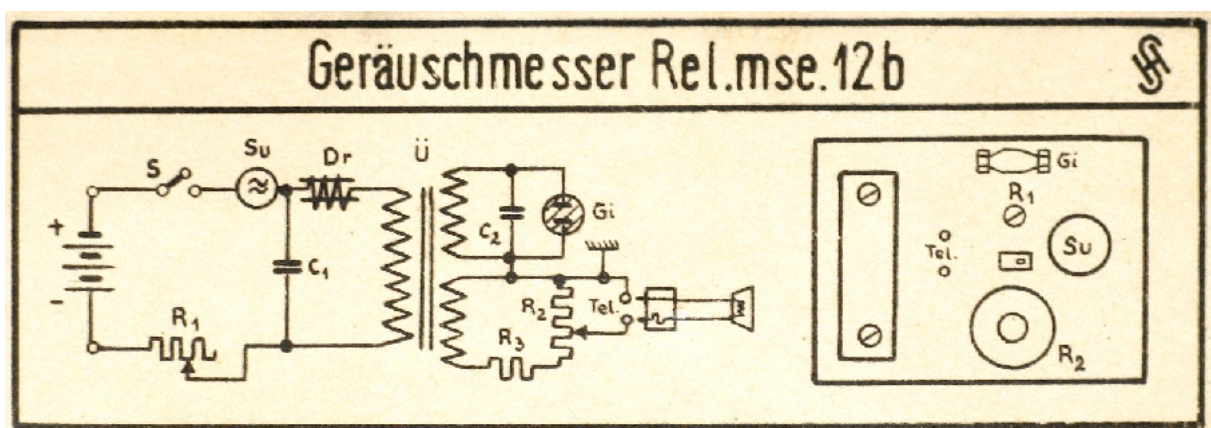
Bild 3: Zündung der Glimmlampe als Eichkontrolle.

Potentiometers die Spannung der Betriebsbatterie von 4,5 Volt so weit herunter geregelt, dass eine Kontroll-Glimmlampe gerade noch zündet, Bild 3.

Aus einer zweiten Wicklung des NF-Trafos wird die Tonspannung einem Stufenschalter zugeführt, der in "Phon" geeicht ist und einen Teil der Spannung - je nach Stellung des Schalters - dem Mess-Kopfhörer zuführt.



Bild 4: Neue Version ab 1936. Der Messbereich erstreckt sich in 5-er Stufen von 0 bis 100 Phon.



Der Stielhörer hat in der Ruhestellung seinen Platz im Gehäusedeckel. *W. Reichardt* schätzte in seinem Buch über die Elektroakustik ein: "Nach Einübung gelingt die Einstellung auf etwa ± 5 Phon genau." [6, S.204]

Ab 1933 bemühte man sich in der Bewertung von Schallereignissen um eine internationale Übereinkunft. In der Folge übernahm auch Deutschland die amerikanische Festlegung, die bei einem Schall-Leistungsbereich von $1 : 10^{12}$ die Bewertung im Logarithmus zur Basis 10 verwendet. Die sich dadurch ergebende, etwas grobe Einheit "Bel" (nach *Graham Bell* benannt), wurde zu Zehnteln in "Dezibel" unterteilt. Allerdings blieb man in Deutschland noch eine Weile bei der Bezeichnung "Phon", um die physiologische Bewertung gegenüber dem absoluten dB kenntlich zu machen. Die Verhältniszahl des "neuen" Phon gegenüber dem Barkhausen-Phon beträgt $6,02 : 1$. Für die genauen mathematischen Zusammenhänge sei auf entsprechende Fachliteratur verwiesen, z. B. [6].

Da *Barkhausen* den Menschen mit in seine Messapparatur einbezog, gehen in die Messergebnisse auch dessen Unzulänglichkeiten mit ein, sei es das Nachlassen der Empfindlichkeit für höhere Töne im Alter oder eine schlechtere Hörfähigkeit des einen Ohrs gegenüber dem anderen. Objektiv messende Geräuschmesser hingegen sind komplizierte Geräte, die mit technischen Raffinessen versuchen, das menschliche Gehörempfinden nachzubilden.

Da, wo weniger eine hohe Genauigkeit nötig, dafür mehr eine unkomplizierte Handhabung gewünscht war, hat der "Geräuschmesser nach Barkhausen" sicher noch lang gute Dienste geleistet.

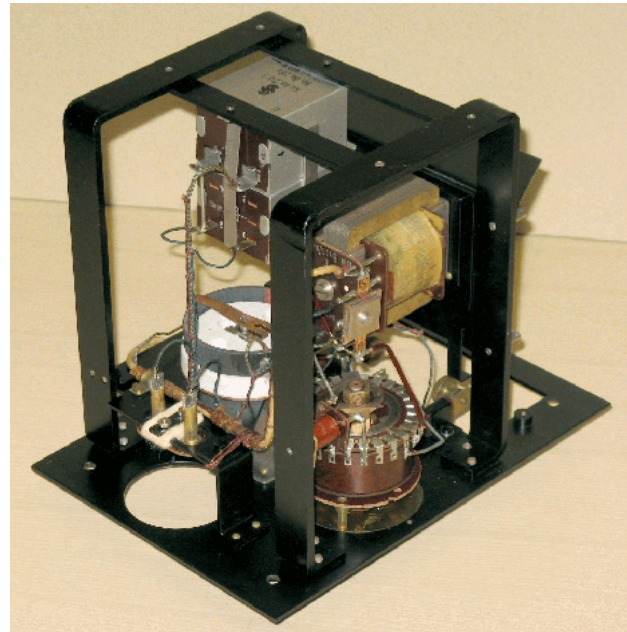


Bild 5: Chassisansicht des Geräuschmessers.

Literatur:

- [1] Börner, H.: Georg Heinrich Barkhausen (1881 - 1956), Biografie. FUNKGESCHICHTE 25 (2002) Nr. 145, S. 231 - 243
- [2] Barkhausen, H.: Ein neuer Schallmesser für die Praxis. Leipzig: Zeitschrift für technische Physik 7 (1926) H. 12, S. 599 - 601
- [3] Weiher, S. v.: Männer der Funktechnik. Berlin/Offenbach: VDE-Verlag 1983, S. 195 - 196
- [4] Barkhausen, H.: Akustische Vergleichsvorrichtung. Deutsches Reichspatent Nr. 445415 Kl. 42g Gr. 1/01
- [5] Siemens: Meßgeräte für die Fernmelde-technik. Berlin: Siemens 1936
- [6] Reichardt, W.: Grundlagen der Elektroakustik. Leipzig: Akadem. Verlagsges. 1954