

Carl Friedrich Sondhauss (1815 – 1886) – ein deutscher Schuldirektor, Reformier und „Strömungsakustiker“

Peter Költzsch

Technische Universität Dresden, E-Mail: peter@koeltzsch.com

Der Lebenslauf

Geboren 1815 in Breslau, besuchte Sondhauss von 1826 bis 1835 das Königliche katholische Gymnasium in Breslau, studierte dann an der Universität in Breslau Mathematik und Naturwissenschaften und promovierte 1841 zum Dr. phil. mit einer Dissertation, die sich mit dem Einfluss der Wärme auf die Kapillarität von Flüssigkeiten befasste. Sondhauss legte im März 1841 die pädagogische Staatsprüfung ab und war dann ab 1843 als ‚ordentlicher‘ Lehrer am Gymnasium in Breslau tätig. Er unterrichtete in den Fächern Mathematik, Physik und Naturwissenschaften, dazu aus [1]: „Physik: 2 Stunden wöchentlich, bei dem Mathematicus Dr. S o n d h a u ß, nach Beendigung der Aerostatik die Lehre vom Schalle und vom Lichte; der Vortrag ward durch Experimente erläutert.“

Sondhauss wurde vom Magistrat der Stadt Neisse 1852 zum Direktor der Realschule Neisse gewählt. Nach knapp 30-jähriger Tätigkeit als Schuldirektor zwang ihn 1881 ein Augenleiden zum Ruhestand. Carl Sondhauss starb am 4. November 1886 in Neisse. Im Jahresbericht des Realgymnasiums Neisse von 1886/87 heißt es [1]: „Der Direktor Sondhauss vermachte, ausser seiner ganzen wissenschaftlichen Bibliothek [das sind 292 Bände] und verschiedenen physikalischen Instrumenten, dem Realgymnasium 10.000 Mk...“

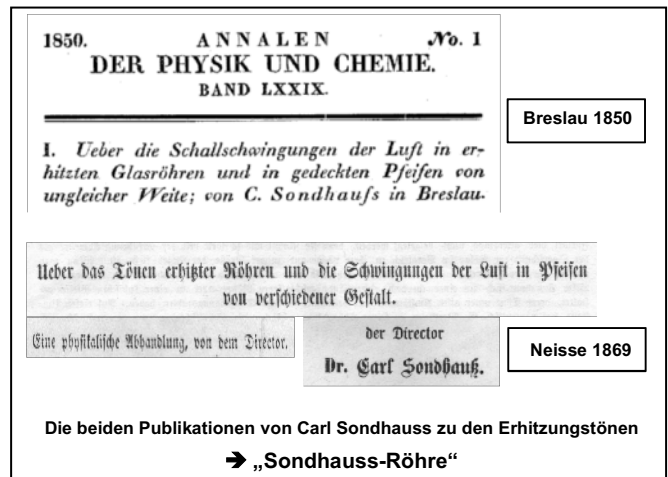
Tätigkeitsfelder und akustische Forschungen

Sondhauss hat auf den Gebieten der strömungsmechanischen und thermischen Schallerzeugung gearbeitet, des Weiteren zu den Resonatoren, der Schallrefraktion mit akustischen Linsen. Außerdem hat er eine neue Systematik der Tonbezeichnungen in der Musik eingeführt. Die Ergebnisse seiner wissenschaftlichen Untersuchungen hat er in 18 Publikationen veröffentlicht, davon 12 in Poggendorfs Annalen der Physik und Chemie (Leipzig).

In einer seiner ersten Arbeiten hat sich Sondhauss mit den **Schneiden- bzw. Lochtönen** befasst, bei denen ein austretender Strahl gegen eine Lochplatte mit scharfkantigen Rändern strömt. Das Ergebnis seiner Untersuchungen war: Die Frequenz f des erzeugten Tones ist der Geschwindigkeit v des Luftstromes direkt und dem Abstand d zwischen Lochplatte und Austrittsöffnung umgekehrt proportional. Diese Proportionalität $f \sim v/d$ ist natürlich eine Strouhal-Zahl (Strouhal 1878!), von Sondhauss 1853 publiziert.

Die mit Selbstzweifeln geäußerte physikalische Erklärung, dass es sich wahrscheinlich um die Längsschwingungen des „Stabes: Luftstrahl“ handelt, wurde von Lord Rayleigh verworfen: Dieser führte 1896 in „The Theory of Sound“ die Erzeugung dieser Lochtöne auf einen Rückwirkungsmechanismus vom scharfen Lochrand zum Strahlausfluss zurück.

Bei der thermischen Schallerzeugung hat sich Sondhauss mit mehreren Phänomenen befasst (Erhitzungstöne, chemische Harmonika, „Wackler“-Töne). Die detaillierte Untersuchung zu den **Erhitzungstönen** in einseitig offenen Resonatoren ist eine der größten wissenschaftlichen Leistungen, die er vollbracht hat, veröffentlicht in den beiden Publikationen:



Erhitzungstöne treten in dünnen Glasröhren auf, die am geschlossenen Ende stark erhitzt werden und über das offene, kalte Rohrende zu einer Kugel aufgeblasen worden sind. Diese Töne wurden zuerst bei Glasbläsern beobachtet. In der Fachliteratur wird dieses Gerät heute als „Sondhauss tube“, die Töne werden meist als „Sondhauss oscillations“ bezeichnet. Er stellte auch die Analogie der Erhitzungstöne mit den in gedeckten Pfeifen erzeugten Tönen fest.

Die physikalische Erklärung der Erhitzungstöne hat Lord Rayleigh 1878 geliefert [2]: „If heat be given to the air at the moment of greatest condensation, or taken from it at the moment of greatest rarefaction, the vibration is encouraged.“ Beim Auftreten einer thermoakustischen Schwingung ist der zeitliche Verlauf des Wärmeeintrages mit dem örtlichen Schalldruck in Phase (entspricht dem Rayleigh-Kriterium in einer einfachen Form).

Sondhauss hat sich – und das zieht sich wie ein roter Faden durch mehrere seiner Publikationen – immer wieder mit **Resonatoren** befasst. 1850 leitete er aus seinen experimentellen Untersuchungen für zwei extreme Fälle des Resonators die folgenden beiden empirischen Gleichungen für die Resonanzfrequenz f ab (C = empirische Konstante):

Für die Glasbläser-Flasche:
$$f = C \sqrt{\frac{S}{VL}}$$

V : Hohlraumvolumen; L/S : Länge/Querschnitt des Halses.

Für den Brummkreis:
$$f = \frac{C^4 \sqrt{S}}{\sqrt{V}}$$

Beide Formeln sind aus Messergebnissen abgeleitet; sie sind deshalb, wie Sondhauss schreibt [1], „richtig und drücken das Naturgesetz innerhalb ihrer Grenzen aus“.

Sondhauss hat sich nun bemüht, eine allgemeingültige Formel für die Frequenz des Pfeifenresonators abzuleiten, die die beiden genannten Spezialfälle mit enthält. Das Ergebnis, das er mit großer Wahrscheinlichkeit durch Probieren gefunden hat, ist (V, L, S: Erklärungen: siehe oben):

$$f = \frac{c}{4} \sqrt{\frac{S}{(Vk + LS)(L + \sqrt{S})}}$$

c: Schallgeschwindigkeit; k: empirische Konstante.

Sondhauss schreibt zu dieser Gleichung [1]: „Ich bemerke, dass ich die Formel nicht für eine bloße empirische zur Interpolation brauchbare Formel halte, sondern überzeugt bin, dass sie den theoretischen Ausdruck des Naturgesetzes bildet. Bei dem Eifer, mit welchem jetzt das Gebiet der mathematischen Physik bearbeitet wird, lässt sich erwarten, dass es nunmehr auch bald gelingen wird, die Gesetze, welche ich auf experimentellem Wege gefunden habe, durch die Analysis nachzuweisen.“

Allgemeine Resonatorgleichung von SONDHAUSS $f = \frac{c}{4} \sqrt{\frac{S}{(Vk + LS)(L + \sqrt{S})}}$

mit: c – Schallgeschwindigkeit, k – Konstante, S – Rohrquerschnitt, L – Länge der Röhre, V – Volumen

Daraus Ableitung der folgenden 5 Spezialfälle

Resonator mit langem Hals (Sondhauss-Röhre)	Resonator ohne Hals (Brummkreisell)	Resonator mit kurzem Hals	einseitig offenes Rohr (gedackte Pfeife)	beidseitig offenes Rohr
$\sqrt{S} \ll L$ $V_{\text{rohr}} = LS \ll V$	$L \rightarrow 0$	$LS \ll V$ $L \approx \sqrt{S}$	$V \rightarrow 0$	$V \rightarrow 0$ $L \rightarrow \frac{L}{2}$
$f = \frac{c}{4\sqrt{k}} \sqrt{\frac{S}{VL}}$	$f = \frac{c}{4\sqrt{k}} \frac{\sqrt{S}}{\sqrt{V}}$	$f = \frac{c}{4\sqrt{k}} \sqrt{\frac{S}{V(L + \sqrt{S})}}$	$f = \frac{c}{4} \frac{1}{\sqrt{L(L + \sqrt{S})}}$	$f = \frac{c}{2} \frac{1}{\sqrt{L(L + 2\sqrt{S})}}$

Mit $S = \pi R^2$ und $k = 2,3247$ (empirische Konstante nach SONDHAUSS) ergeben sich die folgenden Gleichungen, im Vergleich zu einem „klassischen“ Lehrbuch der Akustik (Trendelenburg):

Resonator mit langem Hals (Sondhauss-Röhre)	Resonator ohne Hals (Brummkreisell)	Resonator mit kurzem Hals
$f = 1,03 \left[\frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{\pi R^2}{VL}} \right]$ Trendelenburg	$f = 0,97 \left[\frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{2R}{V}} \right]$ Trendelenburg	$f = 1,03 \left[\frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{\pi R^2}{V(L + 1,13 \frac{\pi R}{2})}} \right]$ Trendelenburg

In diesen Tafeln zeigt sich anhand der Korrekturfaktoren die verblüffende Übereinstimmung mit den heute verwendeten Formeln (Vergleich mit Trendelenburg's „Akustik“ 1961)!

Helmholtz schreibt 1859 [3]: „Das theoretische Gesetz stimmt ... mit den empirischen Formeln von S o n d h a u s s und seinen Versuchen überein.“ Und Lord Rayleigh bemerkt in seinem Werk „The Theory of Sound“, dass sich seine eigene Resonatorgleichung mit Endkorrektur „nicht sehr unterscheidet von der Darstellung der Formel, die Sondhauss

gleichzeitig [die Priorität gehört Sondhauss!] aus den Resultaten seiner Messungen abgeleitet hat.“

In der Publikationsliste von Lord Rayleigh (insgesamt 446 Abhandlungen) trägt die 4. Veröffentlichung (1870), seine erste zur Akustik, den Titel „Remarks on a paper by Dr. Sondhauss“. Diese Abhandlung stellt eine 7-seitige Auseinandersetzung mit der Arbeit von Sondhauss aus dem Jahre 1869 (Programm Neisse) / 1870 (Poggendorff's Annalen) dar. Rayleigh schreibt: „Einige Tage, bevor ich die Abhandlung von Dr. Sondhauss sah, hatte ich meine eigene Arbeit über den gleichen Gegenstand abgeschlossen und diese an die Royal Society abgesandt.“

Der merkwürdige Stil (und „Ton“) dieser Publikation, auch die überbetonten Schlussfolgerungen zugunsten der Rayleigh'schen und Helmholtz'schen Resultate, alles das lässt darauf schließen, dass Rayleigh darüber verärgert war, dass Sondhauss die Priorität für die allgemeine Resonatorgleichung gehört. Rayleigh schreibt dann am Schluss seiner Publikation versöhnlich: „In den vorangehenden Ausführungen bin ich natürlich stark auf meine Differenzen mit Dr. Sondhauss eingegangen, aber es würde mir leid tun, dass ich vermeintlich in einem feindseligen Geist geschrieben hätte, dass ich nicht den Anspruch von einem erkannt habe, dem die Wissenschaft der Akustik so stark verpflichtet ist.“[4]

Der Schuldirektor Carl Sondhauss

Die Erkenntnisse der Naturwissenschaften und die damit verbundenen Entwicklungen auf dem Gebiet der Technik führten zu Beginn des 19. Jahrhundert zu einem großen Bildungsbedarf auf allen Gebieten der Naturwissenschaften. Das Bildungswesen musste im Hinblick auf eine „realere“ Schulbildung reformiert werden. Carl Sondhauss war ein starker Verfechter dieser Realschulidee. Das zeigte sich unter seiner Direktorenschaft in Neisse durch steigende Schülerzahlen, die achtjährige Schulzeit (Sekunda und Prima je zweijährig) sowie 1855 durch die Einführung des Englischen in den Unterrichtsplan. 1863 wird die Neisser Realschule in die Reihe der Realschulen I. Ordnung eingestuft. 1882 erhielt sie durch das Kultusministerium den Status eines „Realgymnasiums.“

Carl Sondhauss war Experimentalphysiker und Pädagoge. Er hat auf dem Gebiet der Akustik fruchtbare Entwicklungen eingeleitet. Es wäre an der Zeit, ihm einen gebührenden Platz in der Wissenschaftsgeschichte einzuräumen.

Literatur

- [1] Zahlreiche Programme, Jahresberichte: Gymnasium Breslau, Realschule Neisse (aus dem 19. Jahrhundert)
- [2] Lord Rayleigh: The explanation of certain acoustical phenomena. Nature (1878), 319 – 321
- [3] Helmholtz, H. v.: Theorie der Luftschwingungen in Röhren mit offenen Enden. Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften, Band 80 (1859/1860)
- [4] Strutt, J. W. (Lord Rayleigh): Remarks on a Paper by Dr. Sondhauss. Phil. Mag. XI (1870) 211-217