

# Entwicklung und Bedeutung der Ingenieurakustik nach 1950

Joachim Scheuren

Müller-BBM GmbH, 82152 Planegg, E-Mail: Joachim.Scheuren@MuellerBBM.de

## Zusammenfassung

Nach der geschlossenen Darstellung einer fortgeschrittenen Theorie des Schalls durch Lord Rayleigh und der rasanten Entwicklung elektroakustischer Technologien in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts war es der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts vorbehalten, die weitere Durchdringung akustischer Zusammenhänge an den Erfordernissen einer zunehmenden Technisierung auszurichten. Die so entstandene Ingenieurakustik gewann nach den Zerstörungen des 2. Weltkriegs in den 50er Jahren schlagartig an Bedeutung, als immer effizientere Bau- und Produktionsmethoden (schnell und billig) gestiegene Qualitätsansprüche (Haltbarkeit und Komfort) erfüllen mussten.

In der Folgezeit hat sich die Ingenieurakustik von einer vereinzelt hinzugezogenen Spezialdisziplin zu einer weit verbreiteten, notwendigen Querschnittsdisziplin entwickelt, ohne die der optimierte Betrieb, die Umweltverträglichkeit und akzeptierte Klangattribute technischer Produkte und Prozesse kaum noch erreichbar sind. Obwohl eine wachsende Standardisierung und Mechanisierung akustischer Planungs- und Entwicklungstätigkeiten deren breite Anwendung möglich gemacht haben, bedarf es einer kontinuierlichen Fortschreibung des ingenieurakustischen Stands der Technik durch innovative Forschung und Entwicklungen, um die fortschreitende Technisierung und Mobilisierung unserer Welt anspruchsvoll und umweltkompatibel gestalten zu können.

## Einleitung

Auch wenn der Begriff „Akustik“ erst im Jahr 1693 erstmalig auftaucht: die Lehre vom Schall kann bis zur Wiege unserer Kultur (z.B. Pythagoras) zurückverfolgt und nachgewiesen werden. Ausgehend von der Rückführung qualitativer Hör(ton)erlebnisse auf quantitative Zahlenverhältnisse durch Pythagoras haben die Kulturen unserer Welt über viele Jahrhunderte ein kontinuierlich weiterentwickeltes Verständnis des Hörens und seiner physikalischen Ursachen und Zusammenhänge entwickelt und bereitgestellt. Folgerichtig konnte das wissenschaftliche Verständnis der Akustik schon im 19. Jahrhundert zu fortgeschrittenen Darstellungen und Theorien des Schalls entwickelt werden, was durch Hermann von Helmholtz' „Lehre von den Tonempfindungen“ (1862) und Lord Rayleigh's „Theory of Sound“ (1894/96) eindrucksvoll belegt ist.

## Technische Akustik vor 1950

Parallel zur wissenschaftlichen Durchdringung der Akustik erlebte das auslaufende 19. Jahrhundert eine auf der technischen Anwendung der Elektrizität aufbauende, rasante Entwicklung elektroakustischer Technologien zur Wandlung, Registrierung, Speicherung, Übertragung und Wiedergabe von Schall. Die so begründete „Technische Akustik“ bildete

den Ausgangspunkt für die im 20. Jahrhundert mit der Industrialisierung einhergehende wachsende Bedeutung und Einbeziehung akustischer Fragestellungen [1].

Dabei stand zunächst die Bereitstellung und Verbreitung erwünschter Schalle (Schallübertragung, Schallreproduktion, Schallverteilung) im Vordergrund. Neben dem Auf- und Ausbau der weltweiten Verbreitung von Schallsignalen über Telefon und Rundfunknetze sowie Tonband und Schallplatte konnte von Sabine in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts auch der Grundstein für die bewusste Gestaltung und Ausstattung von Räumen für Sprache und Musik gelegt werden.

Aber auch die technische Minderung unerwünschter Schalle wurde in zunehmendem Masse als bedeutsame, für die fortschreitende Technisierung unserer Welt sogar unverzichtbare Disziplin erkannt. So war man in den maßgeblich beteiligten Kreisen schon zu Beginn des 20. Jahrhunderts überzeugt, dass Lärmbekämpfung eine öffentliche Aufgabe sei, die vom 1908 gegründeten ersten deutschen Lärmschutzverband, dem „Antilärmverein“, auch eingefordert wurde [2].

Die Akustik und insbesondere die technische Akustik haben diesen Anforderungen mit erfolgreicher Forschungstätigkeit und vielfältigen Erkenntnissen und Entwicklungsergebnissen Rechnung getragen. Damit konnte - neben einer Ergänzung und Vervollständigung der von Rayleigh und Helmholtz verfassten, weitsichtigen Rahmenwerke - insbesondere eine zunehmend systematisch betriebene Untersuchung von Schallentstehungs-, -ausbreitungs- und -beeinflussungsmechanismen begründet werden. Exemplarische Beispiele sind

- Massegesetz nach R. Berger (1910)
- Herleitung und Nachweis praktischer Näherungsformeln
- Einführung des „dB“ (20er Jahre)
- Einführung der Lautstärke in „phon“ (1926)
- Herleitung und experimenteller Nachweis des Koinzidenzeffektes durch Cremer und Eisenberg (1942/48)
- Entwicklung und Bereitstellung vielfältiger Messtechnik
- Entwicklung und Bereitstellung eines theoretisch und empirisch solide begründeten Stands der Technik in den wichtigsten Disziplinen der technischen Akustik (z.B. [3]-[5]).

Insgesamt kann die technische Akustik um die Mitte des letzten Jahrhunderts als eine der Faszination neuer technischer Möglichkeiten (Elektroakustik) und qualitätsbewussten Höransprüchen (Raumakustik), aber auch dem noch schwach ausgeprägten gesellschaftlichen Bewusstsein um ihre nachteiligen Folgen (Lärminderung) verpflichtete und gerecht werdende Disziplin beschrieben werden. Mit der Ausrichtung der fortlaufenden Durchdringung akustischer Zusammenhänge an den Erfordernissen einer zunehmenden Technisierung war es ihr gelungen, sich als wichtiges Instrument umsichtiger Ingenieurstätigkeit zu empfehlen – sie war zur Ingenieurakustik geworden.

## Ingenieurakustik nach 1950

Der Wiederaufbau Deutschlands nach dem verheerenden 2. Weltkrieg hatte in den ersten Jahren derart elementare Grundbedürfnisse zu erfüllen, dass allen Fragen eines schalltechnischen Komforts zunächst nur eine untergeordnete Bedeutung beigemessen wurde. Aber gerade die im Neuaufbau bewusst erlebte Technisierung sollte aus steigendem Wohlstand resultierende höhere Qualitätsansprüche implizieren, die in den Folgejahren zunehmend Eingang in Planungsprozesse und Genehmigungsverfahren fanden. Dies wurde um so wichtiger, je stärker neue, immer effizientere und materialsparendere Bau- Konstruktions- und Produktionsmethoden gleichwohl höhere Haltbarkeit und verbesserte schwingungstechnische und akustische Eigenschaften aufweisen mussten. Der Ingenieurakustik kam eine wachsende, unverzichtbar werdende Querschnittsfunktion in nahezu allen Ingenieurbereichen zu, ohne deren frühzeitige Einbindung ein optimaler Betrieb wie auch die Umweltverträglichkeit technischer Systeme, Anlagen und Prozesse, aber auch wachsende Funktions- und Komfortansprüche technischer Produkte immer schwerer realisierbar wurden.

Ausgangspunkt für die Bewältigung und Aufwertung dieser akustischen Ingenieurarbeit waren die bald nach dem Krieg sich ausbildenden wissenschaftlichen Zentren der Akustik in Berlin, Dresden und Göttingen. Aus ihnen heraus und um sie herum bildeten sich alsbald akustische Ingenieurbüros, die den mit akustischen Fragestellungen neu konfrontierten Unternehmen und Behörden ihr akustisches Spezialwissen und geeignete Lösungen zur Verfügung stellten und dabei oft auch den Impuls für den Aufbau eigener akustischer Fachabteilungen in zahlreichen Unternehmen gaben. Der dabei erarbeitete Stand des Wissens kann an vielen Kompendien und ihren Folgeauflagen nachvollzogen werden ([3],[6]-[7]).

Obwohl immer mehr private und öffentliche Einrichtungen über eigene akustische Fachkompetenzen verfügen, kommt spezialisierten akustischen Ingenieurunternehmen bis heute eine zentrale Bedeutung zu., die sich neben dem spezifischen Wissens- und Erfahrungspotential vor allem auch auf den Austausch akustischer Einsichten und Methoden zwischen unterschiedlichen Anwendungsfeldern gründet. Während die Betätigung von Fachabteilungen oft durch die begrenzte Anwendungswelt ihrer speziellen Produkt- und Aufgabenpalette eingeschränkt ist, profitiert ein breit aufgestelltes akustisches Ingenieurunternehmen von den zunächst auf andere Anwendungen zugeschnittenen Erfahrungen und Methoden.

## Schwerpunkte der Ingenieurakustik heute

Heute ist die Ingenieurakustik eine weithin anerkannte Querschnittsdisziplin, ohne deren systematische Einbindung die immer dringlicher werdenden Anforderungen an die Umweltverträglichkeit von Systemen, Anlagen und Produkten nicht erfüllbar sind. Dabei stehen die vielfältigen Fragen des Verkehrslärms im Vordergrund, aber auch andere Bereiche wie etwa die wirksame Begrenzung von Industrie- und Gewerbe-, Nachbarschafts- oder Arbeitsplatzlärm erfordern die kompetente Einbeziehung der Ingenieurakustik in Planung, Genehmigung und Auslegung. Daneben spielt die Ingenieurakustik heute eine gleichermaßen bedeutsame Rolle bei der Klanggestaltung („sound quality“) einer Vielfalt sehr unter-

schiedlicher Schalle, insbesondere bei der nutzungsgerechten Auslegung von Räumen und bei der Festlegung und Realisierung von Produktgeräuschen.

Die Ingenieurakustik hat diesem Anforderungsprofil mit wachsender Standardisierung und Mechanisierung ihrer Planungs- und Entwicklungstätigkeit Rechnung getragen und verfügt heute über moderne Werkzeuge, die die Erfassung, Analyse und Bewertung, die Vorhersage und gezielte Beeinflussung von Schallen wesentlich erleichtert haben.

Exemplarische Beispiele für die erfolgreiche Einbeziehung und Anwendung akustischer Ingenieur-tätigkeit sind

- moderne computergestützte Verfahren zur vielkanaligen Erfassung und Auswertung akustischer Signale
- Einbeziehung subjekt. Urteile und Kenngrößen in die Beurteilung und Bewertung von Schallen und ihrer Wirkung
- Fortschritte bei der problemangepassten Modellierung akustischer Felder und Mechanismen zur aufgabenspezifischen Simulation und Prognose
- erfolgreiche Fortschreibung von Simulationsrechnungen und Bewertungskriterien für die Raumakustik
- bewusste, zielorientierte Festlegung und Realisierung von Produktklängen insbesondere in der Fahrzeugakustik
- wesentliche Fortschritte bei der technischen Analyse und Minderung von Strassen, „Flug- und Schienenlärm ([8])
- Erreichung einer hohen Umweltverträglichkeit des Lärms von Industrieanlagen durch technische Maßnahmen ([8])
- erfolgreiche Erforschung, Bereitstellung und Implementierung innovativer Methoden der aktiven Lärm- und Klangbeeinflussung in geeigneten Anwendungsfällen ([8]).

## Ausblick

Trotz aller Fortschritte der letzten Jahre und Jahrzehnte: die physikalisch komplizierte Wellennatur von Schall- und Schwingungsfeldern bleibt eine Herausforderung zur kontinuierlichen Fortschreibung des Stands der ingenieurakustischen Technik durch innovative Forschung und Entwicklung. Denn nur mit einer leistungsfähigen Ingenieurakustik kann die fortschreitende Technisierung und Mobilisierung unserer Welt anspruchsvoll und umweltkompatibel gestaltet werden.

## Literatur

- [1] R.T.Beyer: Sounds of our times. Springer Verlag, 1999
- [2] J. Scheuren: 100 Jahre Technische Lärminderung in Deutschland. Zeitschrift für Lärmbekämpfung 49(6), 2002, S.199–218.
- [3] Cremer: Die wissenschaftlichen Grundlagen der Raumakustik. Bd.1-3, Hirzel, Stuttgart, 1948/49 (1975)
- [4] Bruckmayer, F.: Wärme- und Schallschutz im Hochbau. Deuticke Verlag, Wien, 1949
- [5] Zeller W.: Technische Lärmabwehr, Kröner Verlag, Stuttgart, 1950
- [6] Cremer, Heckl: Körperschall. Springer, 1967 (2010)
- [7] Heckl, Müller: Taschenbuch der Technischen Akustik. Springer, Berlin, 1975 (2004)
- [8] Beckenbauer, Hantschk, Schirmacher: Entwicklung und Perspektiven der Straßenverkehrslärmbekämpfung / Industrielärmbekämpfung / aktiven Schallfeldbeeinflussung. 3 Vorträge zur DAGA 2012, Darmstadt