

Hörbar bauen

Sabine von Fischer
**Das akustische Argument. Wissen-
 schaft und Hörerfahrung in der
 Architektur des 20. Jahrhunderts.**

Zürich, gta Verlag 2019. 367 S., Ill.
 ISBN 978-3-85676-354-1. € 48,00

Die systematische Optimierung akustischer Eigenschaften bildet einen wesentlichen Aspekt baulicher Gestaltung. Die komplexe Verflechtung verschiedenster Anforderungen birgt allerdings auch ein immanentes Konfliktpotenzial. Ein Blick in die Geschichte ist hilfreich, um die Entstehung und Wirkung divergierender Ansprüche zu verstehen. Die Architektin und Bühnenbildnerin Sabine von Fischer hat eine Monographie veröffentlicht, die sich mit historischen Aspekten im Spannungsfeld zwischen Architektur und Akustik befasst.

Neben den notwendigen Grundlagen der architekturbezogenen Akustik werden dabei zahlreiche Bauprojekte des frühen 20. Jahrhunderts detailliert beschrieben und diskutiert. Die Autorin legt die Schwerpunkte ihrer Analyse auf Projekte in der Schweiz und die Methodenentwicklung an der ETH Zürich, bezieht aber auch die internationale Entwicklung des Fachgebiets Akustik mit ein, insbesondere dort, wo sich nationale und internationale Ansätze verflechten. Das vorliegende Buch baut auf ihrer Dissertation an der ETH mit dem Thema „Hellhörige Häuser. Akustik als Funktion der Architektur 1920–1970“ aus dem Jahr 2013 auf, sowie auf Arbeiten zur Schallfotografie im Rahmen eines Post-Doc-Projects am Max Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte in Berlin.

Die Publikation liefert einen wichtigen Beitrag zur Architekturgeschichte mit ihren vielfältigen Bezügen zu „Wissenschafts-, Kunst-, Umwelt-, Städtebau-, Technik-, Sozial-, Kultur- und Me-

diengeschichte“ (7). Im Bereich der Architektur, für die sich von einer Dominanz des Visuellen sprechen lässt, ist der fokussierte Blick auf die Akustik und damit auf die auditiven Aspekte der Wahrnehmung immer noch ungewöhnlich. Allerdings haben die Bereiche der Akustik, die sich auf Architektur beziehen, im 20. Jahrhundert zunehmend an Stellenwert gewonnen. Hierfür steht insbesondere das 2002 erschienene Buch *The Soundscape of Modernity: Architectural Acoustics and the Culture of Listening in America, 1900–1933* von Emily Thompson. Auch die Geschichte des Fachgebiets Akustik selbst wird zunehmend thematisiert, wie etwa in der „Schriftenreihe zur Geschichte der Akustik“ von Peter Költzsch, die seit 2010 von der Deutschen Gesellschaft für Akustik DEGA herausgegeben wird. Sabine von Fischer versteht ihr Buch als Weiterführung vorhandener Ansätze zur Akustik in der Architektur; insbesondere gilt ihr Interesse den Anwendungen in der Architektur der 1920er und 1930er Jahre und deren Fortsetzung in der Nachkriegszeit.

BAULICHE ANWENDUNGEN DER AKUSTIK

Vor diesem Hintergrund erwächst der Anspruch, die verschiedenen, für Bauwerke bedeutsamen Teilbereiche der Akustik in den fünf Kapiteln des Buches gleichermaßen zu berücksichtigen. Eine wesentliche Disziplin der Akustik ist zunächst die Raumakustik zur Optimierung der Hörsamkeit von Auditorien sowie von Konferenz- und Schulungsräumen. Dieser Teilbereich steht zumeist im Fokus der öffentlichen Aufmerksamkeit, wenn es um den Neubau oder die historische Substanz von Konzertsälen geht. Raumakustische Kriterien werden im ersten Kapitel des Buches „Objektivierung: Schall im Labor“ daher zunächst grundsätzlich diskutiert.

Ein zweiter Aspekt baulicher Anwendung der Akustik ist der Lärmschutz, nicht nur zum ungestörten Genuss von Konzerten, sondern auch für eine lebenswerte Wohnumgebung und konzern-

triertes Arbeiten. Aus den Erwartungen an ruhige Umgebungen resultieren wiederum Anforderungen für die bauphysikalische Auslegung architektonischer Elemente sowie die Disposition von Grundrissen und Fassaden im Hinblick auf eine Trennung von geräuschvollen und besonders ruhebedürftigen Bereichen. Diesem Thema wendet sich das zweite Kapitel „Regulierung: Der Lärm der anderen“ mit besonderer Berücksichtigung des Luftschalls zu. Unter dem Titel „Isolierung: Nachbarschaft und Privatsphäre“ wird die Thematik der Bauakustik anschließend weiter vertieft, wobei nunmehr der Trittschallschutz messtechnisch und baulich betrachtet wird.

RAUMAKUSTIK

Für die Auslegung großer Säle ist der Einbau elektroakustischer Systeme heute unumgänglich. Dies erfordert sowohl eine optimierte Übertragungstechnik als auch eine Raumgestaltung, die Störungen der künstlichen Beschallung infolge von Schallreflexionen und Rückkoppelungen ausschließt. Dies führte gerade in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts zu einigen innovativen Bauten, aber auch zu Auseinandersetzungen unter den Fachleuten. Letztere sind darauf zurückzuführen, dass die rein akustische Auslegung der Säle aufgrund der Forderung nach sehr großen Auditorien bald an ihre physikalischen Grenzen stieß, während elektroakustische Übertragungssysteme im Rahmen ihrer technischen Entwick-

lung noch nicht in ausreichender Qualität zur Verfügung standen. Im Kapitel „Übertragung: Akustik als Argument“ kehrt die Diskussion daher zu raumakustischen Fragestellungen zurück, die im Hinblick auf die Hinzunahme von Übertragungssystemen und Lautsprecherbeschallung interessante und zugleich konfliktreiche Aspekte bilden.

Die Entwicklung akustischer Methoden und entsprechender baulicher Anforderungen ist untrennbar verbunden mit dem Aufbau geeigneter Messumgebungen. Für diesen Themenbereich wählt die Autorin die Entwicklung des Akustiklabors der ETH Zürich als Ausgangspunkt ihrer Betrachtung. Am Beginn standen die Nutzung bereits vorhandener Räumlichkeiten und ein eher vages Wissen um die Natur von Schallfeldern. Durch intensive internationale Forschung gelang es jedoch, Messräume zu definieren, die standardisierte Schallfeldeigenschaften zur akustischen Optimierung von Bauteilen bereitstellen. Dies wird bereits im ersten Kapitel des Buches ausführlich beschrieben. Für akustische Messräume werden heute zwei Prinzipien angewandt: die reflexionsfreie Umgebung und das diffuse, durch intensive Reflexionen charakterisierte Schallfeld. Beide Typen sind für die Anwendung spezifischer Me-

Abb. 1 Vivian L. Christer als „Mann in der Kiste“, zur Störungsvermeidung der Nachhallmessung des „Echo-Effekts“ einer simulierten Theatersituation mit Körper und Kleidung, um 1930 (von Fischer 2019, S. 61)



thoden geeignet und liefern jeweils eigene Informationen. Bei den frühesten Untersuchungen von Schallphänomenen im Labor wurde die Beurteilung der Schalleigenschaften zunächst subjektiv mit Hilfe geschulten Fachpersonals durchgeführt. Die Entwicklung geeigneter Methoden und spezialisierter Messgeräte führte allerdings dazu, die individuelle und subjektive Wahrnehmung der

BeobachterInnen zunehmend zu ignorieren. Damit wurde auch der Wert der Wahrnehmungserfahrung bei der raumakustischen Auslegung grundsätzlich in Frage gestellt. Erst in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts setzt sich die Erkenntnis durch, dass Erfahrung durch Messwerte nicht vollständig ersetzbar ist und daher eben nur ein Nebeneinander von Messung und Erfahrung zu optimaler Gestaltung führt. Mit diesem Befund schließt sich im letzten Kapitel des Buches „Erfahrung: die Ästhetik der Töne“ der Kreis. In diesem Zusammenhang wird auch auf die Analyse und Optimierung städtischer Geräuschumgebungen verwiesen. Dazu dienen subjektive Erkundungen der Soundscapes. In Form von Soundwalks ist das Spaziergehen als Analysemethode inzwischen etabliert – im Sinne der von Lucius Burckhardt ausgearbeiteten „Spaziergangswissenschaft“. Die Ergebnisse werden kartographisch festgehalten und dienen der zielgerichteten Gestaltung.

Insgesamt geht es der Autorin nicht in erster Linie um Physik oder Hörpsychologie, sondern um die Darstellung der Entwicklung einer architekturbezogenen Akustik im Spannungsfeld zwischen Gestaltung und Bauphysik, Grundlagen und Anwendung, architektonischer Funktion und Gesellschaft. Dazu werden diejenigen Teilbereiche der

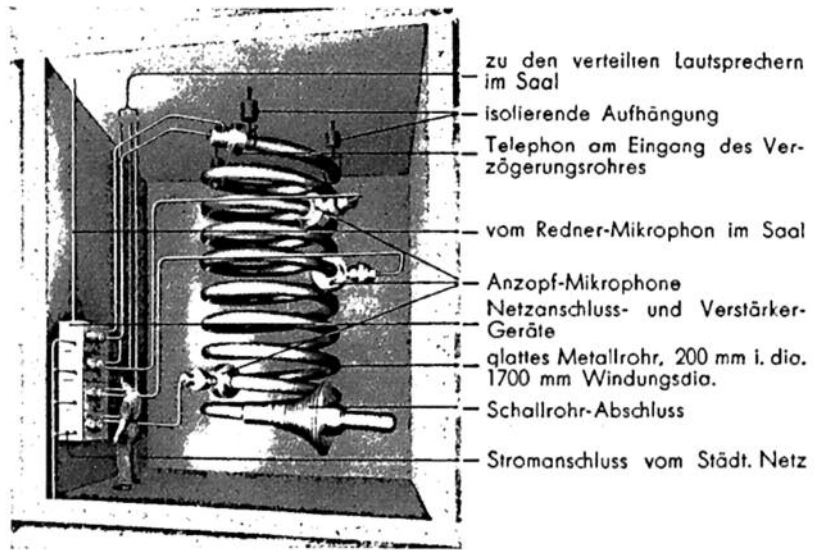


Abb. 2 Franz Max Osswalds „Luftschall-Verzögerungsrohr für verteilte Lautsprecher in einem 70 m langen Saal“ zur Simulation eines akuraten räumlichen Klangbildes. Modellzeichnung aus dem SBZ-Bericht von 1937 (von Fischer 2019, S. 239)

Akustik, die untrennbar mit Architektur und Städtebau verknüpft sind, in ihrer historischen Entwicklung betrachtet, die auch eine Entwicklung des Hörens im Alltag ist. Eine derart ausführliche Aufarbeitung früher Entwicklungen in Bau- und Raumakustik sowie im Schallschutz mag zunächst befremden. Der Ansatz erweist sich jedoch als außerordentlich sinnvoll, denn auf diesem Weg können die bis heute aktuellen Fragestellungen, die Synergien, aber auch die Akzeptanzprobleme und Kommunikationsschwierigkeiten zwischen den Disziplinen von ihren Ursprüngen her aufgeschlüsselt werden.

LÄRMSCHUTZ UND RAUMKLANG

Anhand zahlreicher Architekturprojekte beschreibt die Autorin detailliert die baulichen Anforderungen sowie die Diskussionen und Kontroversen zwischen Architekten, Fachleuten der Akustik, Auftraggebern und Nutzern. So wird die Schallisolierung dreigeschossiger Stahlskelett-Wohnbauten im Zürcher Doldertal (Alfred & Emil Roth, Marcel Breuer, 1935) als Vorzeigeprojekt moderner Architektur untersucht. Derartige Konstruktionen erfordern eine spezielle Isolierung zwischen Bauteilen und Tragwerk, eine Trennung „schallreicher“ und „ruhiger“ Wohnbereiche und ein besonderes Augenmerk auf die Geräuschminderung haustechnischer Anlagen.

Breiten Raum nehmen hier Projekte Le Corbusiers ein, so die berühmte Unité d'Habitation in Marseille (eröffnet 1952), Wohnhäuser in der Stuttgarter Weißenhofsiedlung (mit Pierre Jeanneret, 1927) sowie sein Entwurf für den Saal des Völkerbundes in Genf (ebenfalls mit Jeanneret, 1926). Das Projekt für den Völkerbundsaal wird im Buch besonders

ausführlich diskutiert, handelt es sich doch um eines der letzten Projekte für einen Saal mit mehr als 2000 Zuhörern, das den Einsatz elektroakustischer Übertragungssysteme noch nicht vorsah. Die erste Ausschreibung des Projekts geriet zum Desaster, da die Jury sich nicht in der Lage sah, eines der von über 400 Architektenteams in internationalem Rahmen eingereichten Projekte zur Ausführung zu empfehlen. Diese Entscheidungsnot beruhte allerdings weniger auf ungeklärten Anforderungen an die Akustik, vielmehr auf der unzureichenden Erfüllung organisatorischer und technischer Anforderungen sowie insbesondere auf der Diskussion von Stilfragen zwischen Historismus und Moderne. Die ausführliche Darlegung des Projektes im Rahmen einer Abhandlung zur Akustik ist durchaus gerechtfertigt, denn hier wird das Dilemma zwischen dem Bau sehr großer Säle und der Forderung hoher Sprachverständlichkeit besonders deutlich. Der Schweizer Akustiker Franz Max Osswald (1879–1944) nahm das Projekt daher zum Anlass, grundsätzliche Vergleiche der raumakustischen Relevanz in den wichtigsten Entwürfen zu präsentieren. Die Reproduktion seiner schematischen Skizzen bildet eines der Highlights des Buches.

Eine Annäherung an die Gestaltung elektroakustisch reproduzierter Raumklänge bietet die Diskussion des von Le Corbusier und Iannis Xenakis für die Brüsseler Weltausstellung 1958 konzi-



Abb. 3 Raumakustische Konstruktion zur Außenbeschallung „Wie man mancherley Instrumentalmusic in die Weite auch zu Gehör bringen könne“, aus: Athanasius Kircher, *Neue Hall- und Thonkunst*, Nördlingen 1684 (Reprint, Hannover 1983, S. 103)

pierten Philips Pavillons. Die Besucher kamen dort in den Genuss einer multimedialen, als „Poème électronique“ bezeichneten Inszenierung, die aus Projektionen und der Lautsprecherwiedergabe der gleichnamigen Komposition von Edgard Varèse bestand. Bereits im Jahr 1956 war in London das visionäre „House of the Future“ von Alison und Peter Smithson präsentiert worden. Es verdeutlicht in einer für die damalige Zeit höchst innovativen Weise die Möglichkeiten der Kommunikationstechnologie für das private Wohnumfeld. Die Entwicklung akustischer Methoden wurde von verschiedenen Pionieren entscheidend vorangetrieben. Mit Recht werden daher die Beiträge Osswalds zur Entwicklung der Akustik besonders ausführlich dargelegt. Osswald war der erste Hochschulakustiker der Schweiz, er war als Privatdozent an der ETH Zürich tätig und baute dort das Labor für Akustik auf. Sein Werk wird in den Gesamtzusammenhang der internationalen Entwicklung akustischer Ansätze gestellt, die insbesondere auch durch Wallace Clement Sabine (1868–1919) und Erwin Meyer (1899–1972) befördert wurde. Der Aufbau des Labors der ETH Zürich erscheint so im Kontext anderer Länder wie den USA und Deutschland.

Das akustische Argument geht auf aktuelle Probleme und Verfahren in geschichtlicher Reflexion ein, der Band ist jedoch kein Lehrbuch der Akustik. Kenntnisse der Grundlagen der Akustik sind

für den Leser sicher hilfreich, denn manches erschließt sich erst unter Beachtung technisch präziser Definitionen. Dies gilt auch für Grundkenntnisse der Baumaterialien, die zur akustischen Optimierung von Bauelementen verwendet werden. Hier verwirren zuweilen die historischen Begrifflichkeiten, soweit sie von der aktuellen Nomenklatur abweichen (z. B. Schlackenwolle vs. Glaswolle vs. Steinwolle vs. Glasseide). Dies ist jedoch nicht der Autorin anzulasten. Das Problem entsteht erst durch das Bemühen um dokumentarische Korrektheit, die auch die Verwendung authentischer Fachbegriffe notwendig macht. Gerade die Ausführlichkeit der Dokumentation, die zahlreichen Abbildungen und Literaturverweise sprechen für das Buch, wenngleich das Studium der zahlreichen Details die Lesenden durchaus herausfordert.

KURIOSITÄTEN AUS DEM LABOR

Unter dem vielfältigen Material finden sich auch verschiedene Kuriositäten wie etwa die Verwendung von Perserteppichen zur Erhöhung der Absorption im Versuchsraum des Instituts für angewandte Akustik der ETH Zürich in den 1930er Jahren. Oder auch Fotos zur frühen Bestimmung der Nachhallzeit in Messräumen (*Abb. 1*). Zu diesem Zweck sitzt die beurteilende Person als „Man in the Box“ in einer geschlossenen Kiste, aus der nur der Kopf herausragt. Diese Box verhindert, dass die Bediengeräusche der Messuhr sowie die Absorption der Kleidung das Ergebnis verfälschen. Die Person in der Kiste startet die Uhr beim Abschalten des Prüfgeräusches und stoppt sie in dem Moment, in dem der Nachhall unhörbar wird.

Verschoben wirkt auch Osswalds Vorschlag aus dem Jahr 1937, in großen Räumen Laufzeitunterschiede von verschiedenen Lautsprechern zum Hörer durch ein akustisch wirkendes „Luftschall-Verzögerungsrohr“ zu kompensieren. Dazu ist es erforderlich, dass die Lautsprecher ihr Signal mit unterschiedlichen Verzögerungen erhalten. Da elektronische oder gar digitale Möglichkeiten der Signalverzögerung noch nicht existierten, wurde vorgeschlagen, die Luftsäule in einem Rohr zu nutzen. Dazu wird das Signal – z. B. des Sprecher-

krofons – über einen Lautsprecher an einem Ende des Rohres eingespeist und an den Positionen durch Mikrofone abgegriffen, die der gewünschten Verzögerung entsprechen. Um die Laufzeiten des Schalls in großen Sälen zu kompensieren, müsste dieses Rohr allerdings sehr lang sein. Osswalds Skizzen zeigen eine Rohrwendel, die einen großen separaten Raum einnimmt und in ihrer Monstrosität an vergleichbar surreale architektonische Entwürfe für die Schallleitung in Gebäuden erinnert, die Athanasius Kircher bereits im 17. Jahrhundert präsentierte (*Abb. 2 und 3*). Offenbar wurde Osswalds Vorrichtung jedoch nie realisiert. Verzerrungen der damals verfügbaren Lautsprecher und Mikrofone hätten die Übertragung ebenso stark beeinträchtigt wie Resonanzerscheinungen im Rohr.

Interessant sind auch die im Buch dokumentierten Varianten der heute noch üblichen Hammerwerke zur Messung des durch Trittschall bedingten Geräusches, wie der ebenfalls von Osswald vorgeschlagene und als Prototyp realisierte „Poch-Variator“ von 1935, der variable Hammerschläge zur Bestimmung der Wahrnehmungsschwelle des Trittschalls ausführt. Dazu gehört auch das unter Lothar Cremers Leitung in Berlin entwickelte „Vergleichshammerwerk“ für subjektive Schnelltests (1956), das als Referenzschallquelle zur Beurteilung der Trittschallempfindlichkeit von Bauteilen diente. Über diese mechanischen Apparaturen ist die Methodenentwicklung längst hinweggeschritten; sie lohnen jedoch einen Blick auf damals zukunftsweisende Elemente einer Ideengeschichte der Akustik.

Der Text dokumentiert den Einblick der Autorin in die Vielzahl angrenzender Themengebiete. Einzelne Angaben könnten allerdings noch genauer sein. So wird die hohe Reproduzierbarkeit der Trittschall-Anregung üblicher Normhammerwerke nicht durch den elektromechanischen Antrieb, sondern durch die Konstanz der Erdschwerkraft bewirkt, die die Prüfmassen zum Boden hin beschleunigt. Auch könnten in Einzelfällen exakte Definitionen hilfreich sein, so zum Beispiel für die

Nachhallzeit als der Zeit, nach der der Schalldruckpegel eines Prüfschalls im Raum um 60dB gesunken ist, d. h. der Schalldruck sich um den Faktor 1000 vermindert hat. Einzelne Gleichungen würden zudem das Verständnis physikalischer Zusammenhänge verbessern, wie etwa die im Text erwähnte Sabine'sche Formel für den Zusammenhang von Nachhallzeit, Raumvolumen und Absorptionsfläche im Raum ($T=0,163V/A$). Hier zeigt sich die verschiedentlich zu beobachtende Scheu der Architekten vor mathematischen Gleichungen. Die Konsultation von Fachbüchern der Akustik könnte zur weiteren Vertiefung hilfreich sein.

MULTISENSORIK IN DER ARCHITEKTUR

Neben den rein akustischen Fragestellungen wird im Buch auch die Korrelation auditiver und visueller Eigenschaften bei der Gestaltung und Beurteilung von Architektur berührt. Das Thema ist besonders wichtig für den Entwurf von Bauwerken unter der Berücksichtigung aller Sinne, unter anderem auch für die Anpassung akustischer Eigenschaften an die Form von Räumen. In welchem Maße beeinflusst das Verhältnis von optischer zu akustischer Auslegung eines Konzertsaals dessen Akzeptanz bei Publikum und Musikern? Die Autorin verweist auf ein Statement Winston Edward Kocks, eines der Pioniere der Schallwellenfotografie, dass Sehen auch Glauben heiße. Sie sieht ihr Buch auch als Beitrag zur multisensorischen Auffassung von Architektur, indem sie „den visuellen Traditionen der Architekturgeschichte [...] eine akustische hinzufügt“ (14). Auf die Bedeutung einer Interaktion der Sinne wird zudem mit Bezug zu audio-visuellen Präsentationen im Raum, wie für die Brüsseler Weltausstellung 1958, und bei der Erfassung der subjektiven Wirkung geräuschvoller Umgebungen im Rahmen von Soundwalks hingewiesen. Ausführlicher werden allerdings Methoden zur visuellen Darstellung von Schallfeldern diskutiert, die insbesondere an der ETH Zürich, aber auch in den USA durch Kock entwickelt wurden und besonders akustischen Laien ein erstes Verständnis für Schallreflexionen in Konzertsälen ermöglichten. Das Buch zeigt in multisensorischer Hinsicht viele innovative Ansätze auf. Mit

dem notwendigen Optimismus bleibt zu hoffen, dass die optischen und akustischen Beiträge für die Gestaltung von „Räumen zum Hören“ in Zukunft gleichrangig behandelt werden. Darin liegt ein großes Potenzial für weiterführende Studien.

Sabine von Fischers Arbeit verdeutlicht, wie sehr Akustik im Bauwesen als essentielles Element der Gestaltung zu verstehen ist. Diese Disziplin stellt nicht bloß einen Satz bauphysikalischer Werkzeuge zur Nachbesserung und Fehlerbeseitigung für späte – bzw. zu späte – Bauphasen bereit, sondern muss frühzeitig in gleichberechtigter Kooperation mit allen an der Gestaltung beteiligten Instanzen agieren. Die Aufgabenstellung der Akustik ist vielfältig und reicht von Lärmschutz und der Gestaltung akustischer Umgebungen über Bauakustik bis hin zur raumakustischen Gestaltung komplexer Auditorien. Der Ansatz der Autorin ist dabei höchst aktuell. Er verweist auch auf Konfliktpotenziale und kontroverse Positionen, die sich bis heute erhalten haben, so zwischen akustischer Funktion und Gestaltung, klassischer Raumakustik und Übertragungstechnik, Ruhebedürfnis und Aktivität im Wohnumfeld und eben auch zwischen Bauphysikern und Architekten. Die historische Betrachtung zeigt, dass die architekturbezogene Akustik sich auf einem zukunfts-offenen Weg befindet. Denn „die Akustik der Architektur ist ein Wissen aus Vielfalt, das gerade durch diese Vielfalt weiteres Wissen erzeugt“ (330).

DR.-ING. MICHAEL HAVERKAMP
Bahnwärterweg 76, 50733 Köln,
michael.haverkamp@netcologne.de,
michaelhaverkamp.de