

Theaterinnenräume befürwortete.⁴⁰ Eine Logistik des Schalls für Innenräume anerkennend – d.h. seine Ausbreitung, Reflexion und Beugung betreffend –, empfahl er, die Oberflächen von Objekten mit Stoffen zu überziehen, um die Reflexion des Schalls an ihnen zu vermeiden. Damit beabsichtigte er, die schallabsorbierende Wirkung bspw. schwerer Teppiche auszunutzen, um raumakustische Defizite im Theaterkontext zu beheben. Dass Catels Schrift direkt vom Berliner Nationaltheater beeinflusst war, schrieb er selbst nicht. Wohl aber formulierte dies Friedrich Weinbrenner, der 1809 äußerte, Catel habe die schlechte Akustik des Berliner Theaters auf die Idee der Schallabsorption gebracht, um Schallreflexionen, mithin Echos und Nachhall, zu reduzieren:

„Hrn. Catel scheint das von dem Hrn. Geh. Kriegs Rath Langhans zu Berlin erbaute Theater auf die Idee gebracht zu haben, die Wände seines Theaters mit Tüchern zu bekleiden, damit sie den Ton nicht reflectiren, weil jenes Theater einen Nachhall, ein Echo hervorbringt. Allein die Ursache dieser Wirkung liegt in der Construction der Langhansischen Theaterform. Zwar sucht Hr. Langhans diese [...] zu vertheidigen: allein die Execution seiner Theorie beweiset das Gegentheil.“⁴¹

Katakustik

In diesem historischen Theaterkontext war es Carl Ferdinand Langhans – der Sohn von Carl Gotthard Langhans –, in dessen Schriften sich die ‚Entdeckung des Delays‘ deutlich konturiert. Für den jüngeren Langhans galt das neue Berliner Nationaltheater von 1802 nicht allein als eine Manifestation fataler akustischer Fehlannahmen. Vielmehr sah er es als Objekt, dessen Scheitern – gemäß der ohnehin in der Theaterarchitektur praktizierten Maxime des ‚trial and error‘⁴² – prospektiv neues Wissen zu generieren erlaubte. Und er widmete sich kondensiert dem, was seinerzeit über das Delay im Theaterkontext, seine mögliche ästhetische Verwertung und seine Beseitigung bekannt war.

Wie die vorigen Literaturverweise zeigen, war C.F. Langhans seinerzeit nicht der einzige Architekt, der um eine theoretische Fundierung seines praktischen Schaffens bemüht war. Bei ihm fiel die schriftliche Kommentierung und Diskussion innenarchitektonischer Designs jedoch fundierter aus als bei seinen Zeitgenossen.

40 Catel, Louis (1802): *Vorschläge zur Verbesserung der Schauspielhäuser*, Berlin.

41 Weinbrenner (1809): *Ueber Theater in architektonischer Hinsicht*, 8-9.

42 In zeitgenössischer Formulierung entsprach die Praxis von Theaterarchitekt:innen um 1800 einem Vorgehen zwischen „Vermuthungen und Versuchen“, Langhans (1810): *Ueber Theater*, 9.

Auch war er der erste Architekt, der um eine ästhetische Verwertung akustischer Delays bemüht war und entsprechend ‚Nachhall‘ nicht als Störung diskreditierte. Nach dem Vorbild der Lehre der Reflexion des Lichts an spiegelnden Oberflächen, der Katoptrik, behandelte Langhans in seiner 1810 veröffentlichten Schrift *Über Theater oder Bemerkungen über Katakustik in Beziehung auf Theater* die Ausbreitung und Reflexion von Schall in Innenräumen von Theatern ausführlich. Auch wenn er – ungleich des späteren Clement Wallace Sabine – die Nachhallzeit auf keine Formel zu bringen vermochte, war seine Schrift empirisch fundiert und damit nicht minder wissenschaftlich intendiert, als Sabines Experimentalpraktik.

In Langhans’ Schrift wird der innenarchitektonische Paradigmenwechsel des Theaters von ausschließlich optischen, buchstäblichen ‚Gesichtspunkten‘ hin zu einem Design, das primär das Ohr adressierte, deutlich und noch expliziter als bei seinem Vater. Er stellte ganz grundlegend fest, dass sich die *Maxime form follows function* im Theater *ausschließlich* nach akustischer Funktionalität zu richten habe und alle anderen Funktionen jener der Akustik nachgeordnet sein sollten: „Unter die wichtigsten Betrachtungen, welche wir überhaupt bei der Bildung der Theaterformen zu machen haben, gehört unstreitig die über Akustik oder Phonetik (die Lehre über die Fortpflanzung des Schalles).“⁴³ Langhans beklagte, „daß diejenigen Architekten, welche Theater zu erbauen hatten, zu wenig nach Grundsätzen der Akustik verfahren sind, hingegen immer mehr nach Grundsätzen der Optik, weil uns diese von jeher klarer vor Augen gelegen haben.“⁴⁴ Anliegen des jüngeren Langhans war es nicht weniger, als bei dramatischen Vorstellungen „die kleinsten Nüancen in dem Dialog“ wahrnehmbar zu machen – eine Forderung, die grundlegend Fragen nach den Delays des Schalles tangierte, denn Architekturen sollten künftig derart gestaltet werden, wie er schrieb, dass „kein Wiederhall die Verwirrung des Gesprächs vermehren“⁴⁵ könne.

Langhans’ Novum war es, zu einer generalisierbaren Theorie der Theaterarchitektur gelangen zu wollen, die sich am Zeit-Raum-Regime akustischer Übertragungen ausrichtete, statt Mängel und Vorzüge bestimmter, einzelner Theater zu

43 Ebd., 7.

44 Ebd., 8. Zum Begriff der „Fortpflanzung“ in seiner etymologischen Dimension vgl. Goeth, Sarah (2017): „Fortpflanzung – Verpflanzung: Vegetabile Metaphern in den Wissenskulturen des 18. und 19. Jahrhunderts“, in: *Archiv für Begriffsgeschichte* 59, 61-82. Der Begriff ist der Botanik entlehnt, wo er ursprünglich das Weg- bzw. Fort-Pflanzen eines Gewächses bezeichnete, also das lokale Versetzen einer Pflanze. Bereits im Laufe des 18. Jahrhunderts wurde der Begriff auf Vermehrungen und Ausbreitungen von Pflanzengattungen übertragen, schließlich auch im physikalischen Verständnis auf Verbreitungs- bzw. Übertragungsprozesse wie die Ausbreitung von Wellen, d.h. von Schall.

45 Langhans (1810): *Ueber Theater*, 8.

dokumentieren. Langhans schrieb von Brennpunkten, von Konzentrierungen des Schalls und von seiner Verstärkung als Resultat architektonischer Formatierung. So könne es nach Langhans geschehen, dass in Theatern nach elliptischen oder parabolischen Grundrissen zwar der Schalleindruck in den innenarchitektonischen Brennpunkten des Schalls hervorragend war, außerhalb dieser Brennpunkte jedoch erstaunlich wenig bis nichts gehört werden konnte. Langhans verstand das Problem der architektonischen Formatierung der Schallausbreitung dabei als politisches, nämlich demokratisch zu denkendes Prinzip der *Gleichverteilung* des Schalls unter den Besucher:innen von Theatern. Demgemäß bewertete er elliptische Grundrisse negativ, denn „warum soll der [Brenn-]Punct c (...) alle Schallstrahlen bekommen, wenn es auf Unkosten der andern Punkte geschieht, die doch, als das Ohr des Zuschauers betrachtet, alle gleiches Recht haben?“⁴⁶ Heute bekannt als diffuse Reflexion elaborierte Langhans ein egalitäres Prinzip akustischer Räume.

Allerdings blieben Langhans' Schematisierungen auf Geometrie verwiesen: Sie waren zweidimensional statt dreidimensionale architektonische Klangräume abzubilden. Das wissenschaftshistorische Problem in der Handhabung von Schallausbreitung, nicht nur in Innenräumen, bestand darin, dass diese mit bloßem Auge unsichtbar ist. Daher war sie auf Methoden – um nicht zu sagen: Medien – der Visualisierung angewiesen. Langhans verbildlichte daher Raumklänge als hypothetische ‚Schallstrahlen‘ nach geometrischem Vorbild. In der Theaterarchitekturliteratur war Akustik bereits als Druckwelle auf Basis von Teilchenbewegung beschrieben worden – ausgelöst von einer „schnell zitternde[n] Bewegung“, wie es Johann Wetter 1829 formulierte, nach welcher sich Schall als Luftvibration „nach allen Richtungen, und demnach auch um feste Hindernisse herum“⁴⁷ ausbreite. Bereits Isaac Newton hatte die Schallausbreitung seinerzeit in dieser Weise theoretisiert und seine Theorie war im ausgehenden 18. Jahrhundert im physikalischen Diskurs anerkannt und naheliegend für Theaterarchitekturen. Seine Theorie

46 Vgl. hierzu Langhans, Carl Friedrich (1860): „Das Victoria-Theater in Berlin“, in: *Zeitschrift für Bauwesen* 10, 315-342, insb. 331-332.

47 Wetter, Johann (1829): *Untersuchungen über die wichtigsten Gegenstände der Theaterbaukunst, die vortheilhaftesten Formen des Auditoriums, und die zweckmässigste Anordnung der Bühne und des Prosceniums, in optischer und akustischer Hinsicht*, Mainz, 40 u. 43. Wetter differenzierte nach innenarchitektonischem Widerhall, der Verlängerung des Schalls (Nachhall) und einer Verstärkung des Schalls – diese sind bei ihm Effekt von Laufzeitunterschieden, die er jedoch nicht explizierte, da er dies, wie Langhans zuvor, auf Basis etwaiger Schallstrahlen erklärte. Zwar schrieb er über Geschwindigkeiten des Schalls, aber versäumte es, seine graphischen Schallstrahlen in ihrer Länge mit zeitlichen Größen zu versehen, sie mithin als temporale Vektoren zu verstehen, und beschränkte sich auf Winkelgrößen – und damit auf Raum- statt Zeit-Raum-Regime; vgl. ebd., 52-55.

beschrieb Klang als Druckwelle, die sukzessive Luftpartikel in Schwingung versetzt, und konnte damit auch erklären, warum Schallausbreitung nicht geradlinig, sondern bogenförmig geschieht.⁴⁸ Nur: Die Strahltheorie des Schalls war leichter visualisierbar als die Wellentheorie. Das Strahlenmodell war deswegen produktiv, weil sich die Diskussion über ideale Theaterarchitekturen bis zu Langhans vornehmlich auf die Grundrisse von Theatersälen beschränkte. In eben diese zweidimensionalen Saalmodelle ließ sich die als strahlenförmig idealisierte Ausbreitung des Schalls schlicht einzeichnen. In der Theoriepraxis wurde Schallausbreitung damit graphisch zugunsten unbeugsamer Schallstrahlen relativiert und geometrisch ‚auf Linie‘ gebracht.

Es gab also guten Grund für die verfälschende Praxis: Die vermeintliche ‚Geometrie des Schalls‘ stellte das adäquate hypothetische Medium der Darstellung dar. Ebenso kommentierte das *Physikalische Wörterbuch* seinerzeit, worin der Vorteil der Schallstrahl-Theorie bestand: Konkret war es ihre praktische, wenn auch aus physikalischer Perspektive falsche Darstellbarkeit. Dementsprechend findet sich 1798 im *Wörterbuch* die Formulierung, von der Brechung des Schalls „weiß man noch so viel, als gar nichts“, dennoch lasse sich bei der Formalisierung der Schallausbreitung gemäß Strahlen „die Betrachtung der Wege des Schalles zum Theil auf Geometrie bringen.“⁴⁹ Die Phänomenologie des Schalls schied sich an diesem historischen Punkt ihrer Wissensgeschichte radikal von ihrer Ontologie; die Schallstrahltheorie erzeugte systematisch verzerrte oder gar falsche Bilder des Delays. Aufgrund dieser graphischen Komplexitätsreduktion erwies sich die Schallstrahl-Theorie als produktiv: Sie machte akustische Übertragungen – implizit nach dem Vorbild linearer Sender-Kanal-Empfänger-, also unilateraler Kommunikationsmodelle – vorstellbar und mündete dementsprechend sogar in Gleichsetzungen von Theatersälen mit Kommunikations- bzw. Sprachröhren.⁵⁰

48 Newton, Isaac (1729 [1726]): *The Mathematical Principles of Natural Philosophy in Two Volumes, Vol. II*, London, 166-167.

49 Gehler, Johann Samuel Traugott (1798): *Physikalisches Wörterbuch, Neue Auflage, 3. Theil*, Leipzig, 815.

50 Vgl. Rhode (1800): *Theorie der Verbreitung des Schalles*, 65.

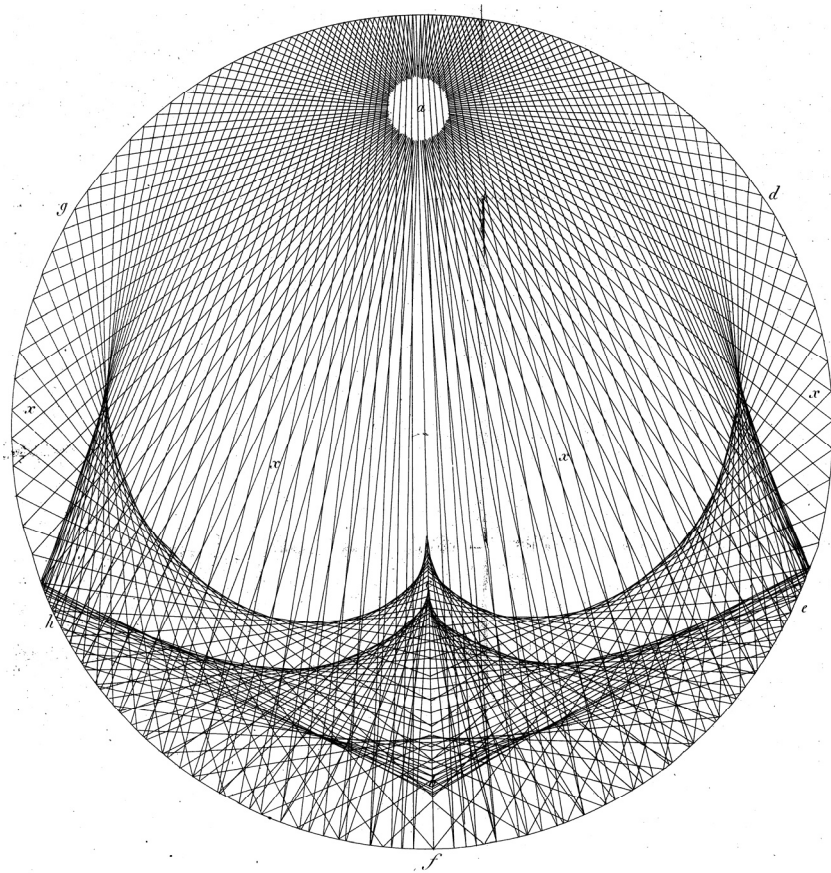


Abbildung 2: Vermeintliche Schallstrahlen, die Carl Ferdinand Langhans in einen idealisierten kreisrunden Theatergrundriss einzeichnete.

Akustemologie des Theaters

Susanne Holl bescheinigte der Arbeit des jüngeren Langhans, die seinerzeit „minutiöseste Strahlenverfolgung“⁵¹ darzustellen. Dies muss beim temporalen Wort genommen werden. Langhans' Schallstrahlen stellten explizit Zeitgrößen dar, da sie „Zeitmaaße“⁵² bzw. „Zeit-Räume“⁵³ geometrisierten, wie er schrieb. Damit eröffne-

51 Holl, Susanne (2001): „Strahl und Welle. Bilder des Schalls um 1800“, in: Christoph Hoffmann/Peter Berz (Hrsg.), *Über Schall. Ernst Machs und Peter Salchers Geschoßfotografien*, Göttingen, 171-198, 190.

52 Langhans (1810): *Ueber Theater*, 27.