



Neuer Ansatz in der Kirchen-Raumakustik

Verbesserte Sprachverständlichkeit
durch optimierte Schallreflexion

In der Pfarrkirche St. Laurentius war die Sprachverständlichkeit derart schlecht, dass Prediger und Zuhörer damit sehr unzufrieden waren. Im Gegensatz zur schlechten „Sprachakustik“ wird die Akustik für Musikdarbietungen als sehr gut empfunden. Die Herausforderung bestand nun darin, die Sprachverständlichkeit des Kirchenraumes zu verbessern ohne die bestehende Situation für Musik und Architektur zu verändern.

Die Situation in der Pfarrkirche St. Laurentius in Aachen-Laurensberg gestaltete sich folgendermaßen: Ein Vortragender verstand zuweilen sein eigenes Wort nicht. Trotz einer vorhandenen und benutzten (teuren) elektro-akustischen Anlage war es in einem größeren Bereich schwerlich möglich, die einzelnen Worte des Vortragenden zu verstehen. Dem Vortragenden selbst stand die ungünstige Raumakustik entgegen, wodurch eigene Wort 'versalzen' erschien. Das Kernproblem war eine Schallfokussierung, hervorgerufen durch zu niedrige Gewölbeanordnung. Im gegebenen Fall kam die Kritik insbesondere vom Pfarrer der Gemeinde.



Abbildung 1: Kirchenraum vom Altar aus betrachtet.

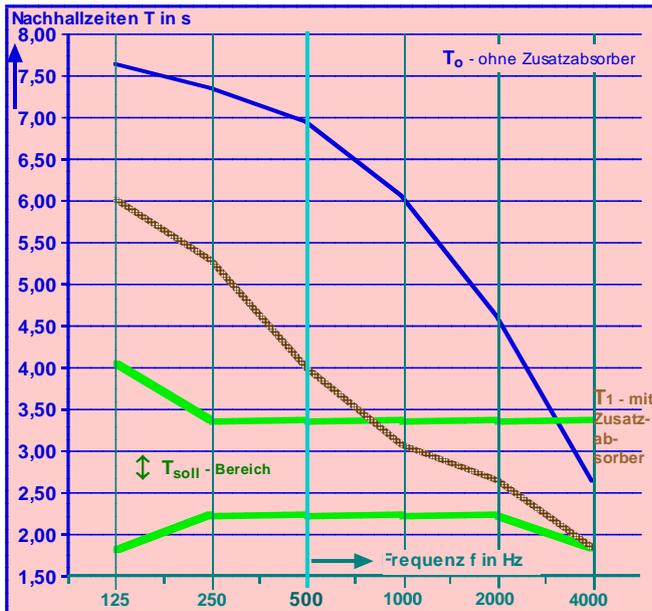


Abbildung 2: Gemessene (im leeren Raum) und gerechnete Nachhallzeiten mit Personen sowie der anzustrebende Nachhallzeiten-Bereich.

- Blaue Kurve (oben): gemessene Nachhallzeiten.
- Darunter gerechnete Kurven bei 240 Personen im Kirchenraum.
- Bereich innerhalb der grünen Kurven: anzustrebende Nachhallzeiten.

Der Kirchenraum ist nicht allzu groß, aber die Nachhallzeiten sind extrem lang, vgl. Abbildung 2 und 3. Insbesondere für Sprachdarbietungen sind die Nachhallzeiten im Frequenzbereich zwischen 125 bis 800 Hz (vgl. Abbildung 2) sowie die starken Reflektionen bei der Schallausbreitung (vgl. Abbildung 4) sehr ungünstig. Die angestrebten Nachhallzeiten sollten zwischen 2,5 und 3 Sekunden liegen. Ein möglicher Lösungsansatz waren Schallabsorber, welche bis ca. 800 Hz eine stärkere Schallabsorption aufweisen.

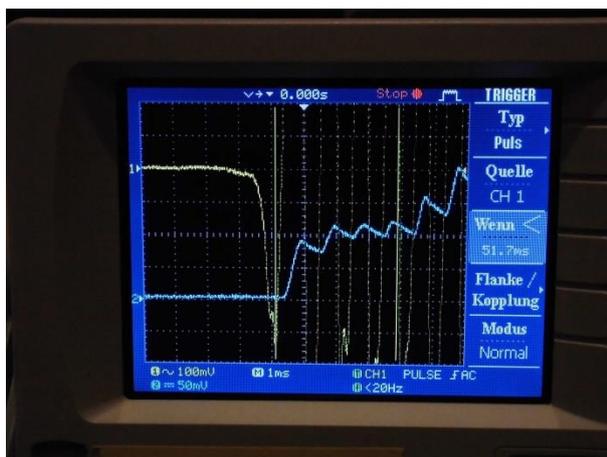


Abbildung 3: Die blaue Kurve zeigt die durch Schallreflexionen verursachten Schallpegelzunahmen über die Zeit (in ms) nach einem kleinen Schallimpuls.

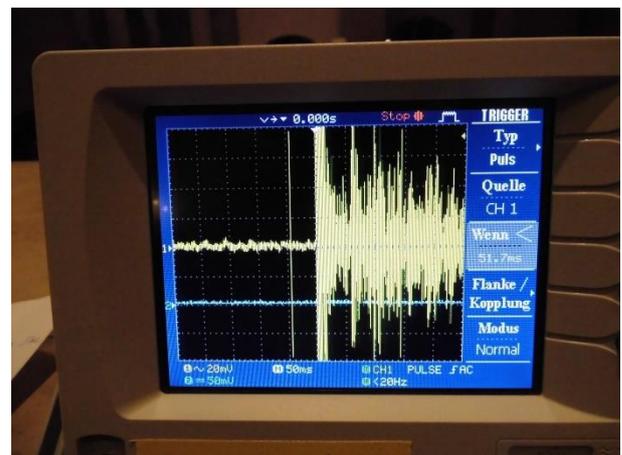


Abbildung 4: Die Impulsantwort 'Tannenbaumdiagramm' (Raum-Impulsantwort / Echogramm) des Kirchenraumes zeigt keine akustisch günstige kontinuierliche Schallpegelabnahme, sondern ein raumakustisch ungünstiges 'ruppiges' Bild.

Erster Lösungsansatz mit Spezial-Absorbern

Mit handelsüblichen Schallabsorbern war dies allerdings nicht herstellbar. Im Bauphysiklabor der SWA Aachen wurde daher ein passender neuartiger Schallabsorber entwickelt. Dieser kam jedoch nicht zum Einsatz, da die Gemeinde diese Lösung ablehnte: Zum einen wollte man die Optik durch keinerlei optisch erkennbare Akustikelemente verändern, zum anderen befürchtete man durch diese Maßnahme Veränderungen der Raumakustik für Orgel und Gesang. Denn im Gegensatz zur Sprache wird die Raumakustik für Musikdarbietungen als sehr angenehm empfunden, sicherlich nicht zuletzt deswegen, weil die Orgel einst speziell auf die vorhandenen Bedingungen gestimmt worden war – und auch die schallpegelverstärkende Wirkung wurde als günstig wahrgenommen (weil auch kleine Fehler kaum auffallen).



Abbildung 3: Provisorisch aufgehängte Schallabsorber zur Unterdrückung ungünstiger Schall-Laufzeitdifferenzen an der Kirchenrückwand vom Altar aus gesehen.

Neuartiger Ansatz mit Mini-Lautsprechersystemen

Hiermit standen die Raumakustiker der SWA Aachen vor einer ganz neuen Herausforderung. Gesucht war eine Lösung, die – fernab vom Standard – ohne bauliche und architektonische Veränderungen die speziellen raumakustischen Anforderungen erfüllte.

Versuche mit Lautsprechern wurden gestartet. Zum einen wurde ein Lautsprecher ohne und mit extremer Richtcharakteristik entwickelt und zu Versuchszwecken hinter dem Sprecher installiert (vgl. Abbildung 4 und 5).



Abbildung 5: Lautsprecheranordnung, mit geringer Richtcharakteristik.



Abbildung 5: Lautsprecheranordnung bei sehr starker Richtcharakteristik.

Die Wirkung dieser Lautsprecher erwies sich allerdings als sehr ungünstig, weil sich kritische Laufzeitdifferenzen stark bemerkbar machten.

Zum anderen wurde ein Mini-Lautsprechersystem entwickelt. Die unerwünschten Schallfokussierungen wurden durch geschickt angeordnete Reflektoren unterdrückt. Hierdurch wurde die Sprachverständlichkeit deutlich verbessert.



Abbildung 6: Lautsprecherinstallation des 2. Lautsprechers im Kirchenraum in Bodennähe.

Auf Wunsch des Pfarrers und der Gemeindevorsitzenden wurden zwei Mini-Lautsprecher-Systeme gebaut und im Kirchenraum installiert – eines hinter dem Altar und eines im Kirchenraum.

Die beiden Systeme verfügen über einen zusätzlichen Glasreflektor und sind mit einem Stahlseil im Gewölbehimmel der Kirche positioniert. Die Anordnung erfolgte so, dass der Direktschall vor dem Lautsprecherschall den Hörer erreicht und die jeweilige erste Schallreflexion gegenüber dem Direktschall eine Schallwegdifferenz von < 8 m hat, sodass viele nützliche Schallanteile auftreten (mit Schallwegdifferenzen von jeweils < 8 m gegenüber dem Direktschall). Die Seil- und Kabelführungen wurden jeweils durch einen "Schlussstein" in einem Decken-Teilgewölbe realisiert. Die Lautsprechergehäuse sind so konzipiert, dass ein akustischer Kurzschluss für tiefere Frequenzen herstellbar ist, weil tiefere Frequenzen – bei der Sprache in der Kirche – offensichtlich unerwünscht sind.

Zur Versorgung der "Satellitenlautsprecher" dient ein kleiner zusätzlicher Endverstärker mit einer geringen Leistung, welcher in der Sakristei installiert ist.

Mit den neu geschaffenen akustischen Verhältnissen ist die Kirchengemeinde sehr zufrieden. Das gesprochene Wort wird nun gut verstanden und die Musik kommt weiterhin gut zur Geltung. Pfarrer Peter Voß fasst es wie folgt zusammen:

*Die Mitarbeiter der SWA sind sehr kompetent und flexibel auf unsere Wünsche eingegangen. Die individuell für uns entwickelte Audio-Lösung hat die Raumakustik erheblich verbessert. Die Menschen kommen in die Kirche, um das Wort Gottes zu hören und früher kam diese Botschaft oftmals nicht an. Jetzt endlich ist die Raumakustik so gut, dass die Predigt von allen verstanden wird. Die verschiedenen Mini-Lautsprecher und deren einfache Handhabung sind für uns die ideale Lösung, auch deshalb, weil durch sie nicht das Kirchenbild beeinflusst wird. Darüber sind wir alle sehr glücklich!
(Pfarrer Josef Voß)*



Abbildung 7: Mini-Lautsprechersystem in der vorgesehenen Position (Satellitenanordnung). Hier Lautsprechersystem 1 hinter dem Altarbereich. Die Lautsprechergröße und auch der Reflektor werden als unauffällig empfunden.

Fazit

Verbesserung der Kirchenakustik ist ein sensibles Thema, da man auf verschiedene Interessengruppen trifft und in Bezug auf die Gestaltung wenig Spielraum besteht. Dort, wo Standardlösungen an ihre Grenzen stoßen, braucht es Akustiker, die auch neue Wege beschreiten. Der von der SWA hier vorgestellte Ansatz mit Mini-Lautsprechersystemen ist ein solcher Weg. Er ermöglicht auch in recht starren Strukturen mit überschaubaren Mitteln erstaunliche akustische Verbesserungen zu erzielen, von denen Prediger und Zuhörer gleichermaßen profitieren. Die hier vorgestellte Lösung ist übertragbar auf andere Kirchen. Ebenso bieten die im Rahmen des Projekts speziell für Kirchen entwickelten Spezialabsorber eine sehr gute Möglichkeit, die Kirchenakustik zu optimieren, insofern die Beteiligten kleinen optischen und architektonischen Veränderungen zustimmen. Schaffung einer guten Kirchenakustik erfordert in jedem Fall viel Fingerspitzengefühl und Erfahrung.