



Technische Universität Berlin
Fakultät I - Geistes- und Bildungswissenschaften
Institut für Sprache und Kommunikation
Fachgebiet Audiokommunikation

Exposé zur Masterarbeit

Auralisation und Optimierung der Akustik von Restaurants

Bora Kaldirim
362699

7. Mai 2016

- 1. Gutachter* **Prof. Dr. Stefan Weinzierl**
FG Audiokommunikation
Technische Universität Berlin
- 2. Gutachter* **David Ackermann**
FG Audiokommunikation
Technische Universität Berlin

Zusammenfassung

Der durch die Überlagerung der Sprachsignale und durch unzureichende Absorption verursachte hohe Störgeräuschpegel in gastronomischen Einrichtungen führt zum Lombardt-effekt, also einem Heben der Stimme, das wiederum einen höheren Störgeräuschpegel verursacht. Durch raumakustische Maßnahmen soll vor allem die Sprachverständlichkeit am Beispiel von zwei Fallstudien verbessert werden. Dazu soll zunächst der Ausgangszustand messtechnisch festgehalten und ein Vergleich zu einer auf einem 3D-Modell basierenden Auralisation unter Verwendung der Raven-Library stattfinden. Durch Installation absorbierender Materialien soll die Akustik vor Ort schließlich hinsichtlich der Parameter STI, T20/30 optimiert werden. Für die Vorhersage der theoretischen Optimierung wird eine typische Quellkonfiguration nachhallfrei im reflexionsarmen Raum erzeugt um sie mit einer, aus der Simulation synthetisierten, binauralen Impulsantwort zu falten und somit eine überzeugende Präsentation zu ermöglichen.

Einleitung

Die oft nur unzureichend optimierte Akustik in mittelgrossen gastronomischen Einrichtungen resultiert in einem hohen Störgeräuschpegel. Die damit einhergehende schlechte Sprachverständlichkeit führt zum Heben der Stimme und wird wie bei Brumm und Zollinger (2011) ersichtlich als Lombardt-Effekt bezeichnet. Überraschenderweise herrschen auch in der gehobenen Gastronomie nicht selten mangelhafte raumakustische Verhältnisse. Der Hörsinn bleibt im Gegensatz zur visuellen Wahrnehmung bei der Planung offensichtlich unbeachtet. Doch scheint dies für Restaurants, also Orte des bewussten, sinnlichen Genusses, völlig unangebracht. Für zwei Fallstudien ist die raumakustische Optimierung hinsichtlich der Sprachverständlichkeit und der Senkung des Störgeräuschpegels sowie einer Verkürzung der Nachhallzeiten geplant. Vor dem Einbringen von Optimierungsmassnahmen ist eine plausible Auralisation unabdingbar. Diese so realistisch wie möglich umzusetzen und durch gezielte Optimierungsmaßnahmen exemplarisch zur Verbesserung des akustischen Komforts beizutragen soll daher im Fokus dieser Arbeit liegen.

Stand der Forschung

Obwohl aktuelle Simulationssoftware wie CATT-Acoustic¹ eine realistische Auralisation sogar mit virtuellem Walk-through erlaubt, liegt der Vorteil von Raven, dass z.Zt. noch nicht kommerziell vertrieben wird, in der hohen Präzision der, aus dem zugrundeliegenden Hybridansatz² aus deterministischem Spiegelschallquellenmodell für die frühen Reflexionen und dem Raytracing-verfahren für die Berechnung des Nachhalls, erzeugten Simulation. Für kleine Räume ist die Berechnung laut Pelzer et al. (2014) in Echtzeit möglich, für grössere Räume ist dies aufgrund des überproportional ansteigenden Rechenaufwandes nicht realisierbar².

Um den äquivalenten Dauerstörerschallpegel effektiv zu reduzieren, ist für Räume dieser Grössenordnung lt. DIN (2016) in erster Linie mit Einbringung von absorbierenden Materialien auszugehen. Ein Modell zur abschätzenden Vorhersage des anzunehmenden Störgeräuschpegels nach Rindel (2012) geht von einer Anhebung von 6dB bei einer Verdopplung der Personenanzahl aus. Durch die Verdopplung der äquivalenten Absorptionsfläche lässt sich der Störgeräuschpegel, wie von Rindel (2010) beschrieben, um 6dB absenken.

¹<http://www.catt.se/>

²<http://www.vrca.rwth-aachen.de/jabe/2006/pdf/basis/RAVEN.pdf>

Methode

Im reflexionsarmen Raum wird eine typische Quellkonfiguration nachgestellt. Dazu wird eine Gruppe aus vier bis sechs Personen an einem Tisch platziert und soll möglichst realitätsnah ein Beisammensitzen einschliesslich Geschirrgeräuschen etc. simulieren. Anschliessend wird die äquivalente Absorptionsfläche der Gruppe im Hallraum vermessen um diese in der Simulation berücksichtigen zu können. Um die akustischen Verhältnisse in den Restaurants festzuhalten werden zunächst möglichst im voll besetztem Zustand Aufnahmen mittels In-ear-Mikrofonie in beiden Gaststätten sowie Messungen des äquivalenten Dauerstörerschallpegels durchgeführt. Dies dient zusätzlich zum späteren Vergleich zur optimierten Akustik. Die raumakustischen Messungen werden gemäss DIN (2009) durchgeführt. Die Ermittlung der binauralen Impulsantworten per Kunstkopf dient dabei auch der realistischeren Simulation für die Betreiber. Um präzise 3D-Modelle mit SketchUp zu erstellen werden die Dimensionen der Räumlichkeiten vermessen und anhand von Grundrissplänen ermittelt sowie Informationen bezüglich der im Raum vorhandenen Oberflächen und deren Beschaffenheit festgehalten. Eine der Kernaufgaben soll die Plausibilitätsprüfung der generierten Modelle sein. Die Auralisation der bestehenden Akustik beider Gaststätten unter Zuhilfenahme der Raven-Library soll also auf ihre Brauchbarkeit hin geprüft werden.

Herstellerangaben zum frequenzabhängigen Absorptionskoeffizienten potentiell einzubringender Module¹² können in Raven eingetragen werden um ihre Wirkung simulieren zu können. Die räumliche Anordnung ist laut DIN (2016) grundsätzlich gleichmässig verteilt durchzuführen, jedoch werden wie bei Navarro und Pimentel (2007) erläutert, Akustikmodule idealerweise an der Decke installiert, da hier i.d.R. auch größtmöglicher Platz zur Montage und damit auch Bewegungsspielraum verfügbar ist. Hierbei ist auf eine vollständig mit absorbierendem Material besetzte Fläche zu verzichten, da dies mit der Entstehung von Flatterechos einhergehen kann. Nach Rindel (2010) ist eine pro Sprechender Person einzubringende Absorptionsfläche wie folgt zu ermitteln:

$$\frac{A}{N_s} = 10^{\frac{SNR+14}{10}} [m^2] \quad (3.1)$$

Hierbei gilt für den Signal-Stör-Abstand ein Wert zwischen 3 und 9dB als gut, Werte zwischen 0dB und 3dB als zufriedenstellend. Die quantitative Beschreibung soll voraussichtlich anhand der üblichen Parameter T20/T30 und STI erfolgen, die aus der Impulsantwort ermittelt werden. Letzterer kann, wie von Ahnert und Tennhardt (2008) beschrieben, durch Filterung der Impulsantwort und Ermittlung der Modulationsübertragungsfunktionen für alle Oktavbänder berechnet werden. Die hinsichtlich der genannten Parameter manipulierte Raumakustik wird im letzten Schritt durch Faltung der generierten BRIR mit der nachhallfreien Quellkonfiguration hörbar gemacht und den Betreibern demonstriert. Auch die Wirtschaftlichkeit, Ästhetik und die möglichst unaufwändige Installation werden mit berücksichtigt.

¹<http://www.owa.de>

²<http://www.pinta-elements.com>

Arbeits- und Zeitplan

Mai	Literaturrecherche, RAR-Aufnahmen, Rücksprache mit Betreibern Raven Einführung
Juni	Raumakustische Messungen, 3D-Modelle
Juli	Simulation und Plausibilitätsprüfung, Dokumentation
August	Optimierung in der Simulation Präsentation für die Betreiber, Dokumentation
September	Ausarbeitung der Dokumentation und Abgabe

Abhängig von der Entscheidung der Gaststättenbetreiber für eine Umsetzung der Massnahmen ist mit grösserem zeitlichen Aufwand zu rechnen.

Literaturverzeichnis

- Ahnert, Wolfgang und Hans-Peter Tennhardt (2008): „Raumakustik.“ In: Stefan Weinzierl (Hrg.) *Handbuch der Audiotechnik*, Kap. 5. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, S. 181–266. doi:10.1007/978-3-540-34301-1_5.
- Brumm, Henrik und Sue Anne Zollinger (2011): „The evolution of the Lombard effect: 100 years of psychoacoustic research.“ In: *Behaviour*, 148(11-13) S. 1173–1198.
- DIN, ENISO (2009): „3382-1: 2009 Akustik–Messung von Parametern der Raumakustik Teil 1: Aufführungsräume.“
- DIN, ENISO (2016): „18041: 2016-03: Hörsamkeit in Räumen – Anforderungen, Empfehlungen und Hinweise für die Planung.“
- Navarro, Manuelina Porto Nunes und Roberto Leal Pimentel (2007): „Speech interference in food courts of shopping centres.“ In: *Applied acoustics*, 68(3) S. 364–375.
- Pelzer, Sönke; Lukas Aspöck; Dirk Schröder und Michael Vorländer (2014): „Integrating real-time room acoustics simulation into a cad modeling software to enhance the architectural design process.“ In: *Buildings*, 4(2) S. 113–138.
- Rindel, Jens (2012): „Noise problems in restaurants.“ In: *Noise & Vibration Worldwide*, 43(5) S. 2–7.
- Rindel, Jens Holger (2010): „Verbal communication and noise in eating establishments.“ In: *Applied Acoustics*, 71(12) S. 1156 – 1161. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apacoust.2010.07.005>. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003682X10001696>.