Raumakustik-Praktika am Institut für Musikwissenschaft der Universität Wien vor und während der Pandemie

Klaus-Hendrik Lorenz-Kierakiewitz[1], Christoph Reuter[2], Sebastian Kraync[3]

[1] *Peutz Consult GmbH, 40599 Düsseldorf, E-Mail: khl@peutz.de*
[2] *Universität Wien, Institut für Musikwissenschaft, 1090 Wien, E-Mail: christoph.reuter@univie.ac.at*
[3] *Ecophon Österreich, 1100 Wien, E-Mail: Sebastian.Kraync@ecophon.at*

Ziele und Fragestellungen der Messpraktika

Seit 2012 werden vom Insitut für Musikwissenschaft der Universität Wien in wiederkehrendem Turnus Praktika zur Raumakustik angeboten [1], bisher wurden sieben Kurse mit je 10 bis 25 Studierenden abgehalten.

Zu Beginn stand die Fragestellung, welches didaktische Konzept, und in der Folge, welche raumakustische Messmethodik sich am besten für erfolgreiches Lernen für Studierende der Musikwissenschaften eignet, um das komplexe Themengebiet Raumakustik möglichst praxisnah und anschaulich zu vermitteln. Die naheliegende Antwort darauf war, für die Messungen des Praktikums mit den Studierenden *in medias res* zu gehen, also Fallbeispiele realer Räume zu untersuchen, und zwar möglichst solche:

- welche den Teilnehmenden aus dem Studienalltag bereits bekannt sind, z.B. Seminarräume und Hörsäle, um diese auf Ihre akustische Eignung für Sprachdarbietungen und Lehre hin zu untersuchen,
- die eine musikwissenschaftliche Relevanz besitzen wie Konzert-, Kammermusik-, Opernsäle, Theater;
- die akustische Besonderheiten aufweisen, z. B. ein Kuppel-Flatterecho im Gasometer C in Wien [2].

Das didaktische Konzept sah dabei vor, dass die Teilnehmenden nicht nur Zuschauer bei den Messungen sein sollten, sondern selbst aktiv zu den jeweiligen raumakustischen Messungen beitragen und im Laufe der Praktia erlernen, selbstständig die akustischen Eigenschaften unterschiedlichster Räume zu messen und analysieren.

Um innerhalb des begrenzten Zeitrahmens von 22 SWS pro Kurs die praktischen Erfahrungen der Teilnehmenden möglichst umfassend ausfallen zu lassen, sollten in jedem Kurs pro Blocktermin möglichst viele unterschiedliche Raumtypen untersucht werden, was zur nächsten Kernfrage führte, nämlich, welche raumakustische Messmethodik sich am besten dafür eignet, mehrere Räume pro Tag zu messen.

Methodik

Die für das Erreichen dieser Ziele als geeignet befundene Methodik bestand daraus, die Studierenden in kleinere Gruppen zu organisieren, welche zumeist für den gesamten Kurs beibehalten wurden, und diese simultan operierenden Gruppen für die Messungen jeweils mit mobilem Messequipment auszustatten bestehend aus raumakustischen Messketten mit Luftballons als praktische und intuitive Impulsschallquellen, Kalibrator, Messmikrofon, USB-Soundkarte, so dass die Gruppen jeweils nur einen eigenen Laptop benötigten sowie geeignete Freeware, wobei hier mit großem Erfolg u.a. Audacity samt den akustischen Analyse-Modulen AURORA dafür [3] zum Einsatz kamen.

Vostellung der Methodik 2013 in Meran

Diese Methodik wurde im Nachgang des ersten Praktikums auf der AIA-DAGA 2013 in Meran vorgestellt [1] und mit den raumakustischen Untersuchungen des Tagungsorts Kursaal Meran quasi live von zwei Teilnehmenden des Praktikums vor Ort demonstriert: Dessen raumakustische Eigenschaften wurden nachmittags mit der genannten Methode untersucht, die Messungen abends ausgewertet und am Folgetag die Ergebnisse samt Bewertung der Hörsamkeit des Saals im Vortrag auf der Tagung präsentiert.

Untersuchungsobjekte in Wien

In den Praktika wurden über 60 Wiener Räume durch die Studierenden untersucht und dokumentiert, siehe auch [4] und Abbildung 1, darunter so namhafte Räume wie:

- die Säle des Musikvereins und des Konzerthauses,
- zehn Wiener Kirchen, darunter Karlskirche, Votivkirche und die Michaelerkirche,
- Auditorien der Universität, der TU und der ÖAW,
- die Säulenhalle des Österreichischen Parlaments, die Kammeroper, der Gasometer C, u.v.a.m.

Abbildung 1: Beispiele der messtechnisch im Rahmen der raumakustischen Praktika in Wien erfassten Räume:
oben: Kuppelsaal der Technischen Unversität (Wortlistentest);
unten: Großer Festsaal der Universität Wien (Impulsmessungen)

Verfeinerung der Methodik: Messexkursionen

Diese Methodik wurde zum Wintersemester 2019 derart verfeinert, dass im Rahmen von Kurzexkursionen berühmte Säle in Bratislava (Reduta) und Prag gemessen werden konnten. Bei der Exkursion nach Prag im Januar 2020 konnten innerhalb von 48h sieben Säle be- und untersucht werden, darunter die Säle im Rudolfinum, siehe Abbildung 2, den Smetana-Saal im Obecní Dům, den Saal des Muzeum Hudby sowie Ständetheater und Nationaltheater Prag.

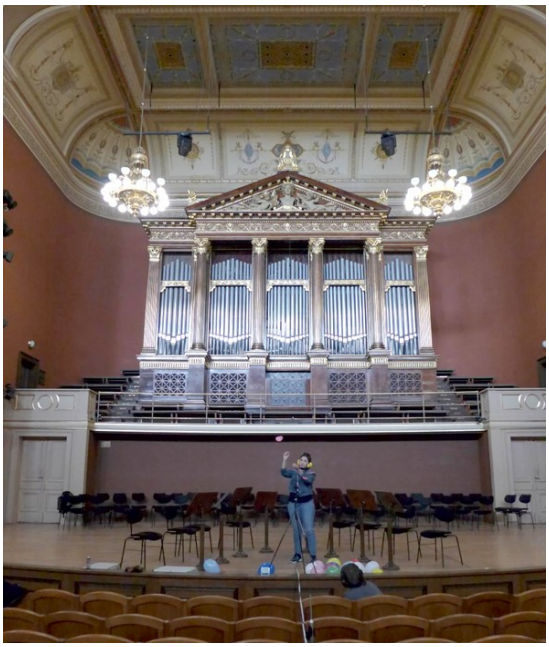

Abbildung 2: Impulsantwortmessungen im Dvořák-Saal des Rudolfinums in Prag, Januar 2020

Messpraktikum in Zeiten der Pandemie

Bedingt durch Corona musste die Durchführung des Praktikums für das Wintersemester 2020 auf neue Randbedingungen, Be- und Einschränkungen angepasst werden. Um auch in Zeiten der Pandemie ein solches Praktikum zumindest großteils in Präsenz durchführen zu können, wurde ein spezielles Hygienekonzept entwickelt. Die Teilnehmenden wurden dazu für das Semester in Kleinstgruppen eingeteilt, welche einander im Semester vorwiegend in Videokonferenzen begegneten, die Gruppen mit jeweils eigenen Messketten ausgestattet, und die Messungen an den Blockterminen weitgehend simultan und unabhängig voneinander durchgeführt. Die Betreuung der Messungen erfolgte durch den Leiter der Lehrveranstaltung aus der Ferne virtuell per Videokonferenz, siehe Abbildung 3. Für die Blocktermine im Zeitraum des österreichischen Lockdowns im Jänner 2021 erhielten die Teilnehmenden dazu von der Universität Passierscheine, um zu den Messorten und zurück nach Hause gelangen zu können.

So konnten die Studierenden trotz dieser erschwerenden Randbedingungen an allen wie geplant stattfindenden Blockterminen zahlreiche weitere Räume raumakustisch erforschen, darunter alleine 13 situationsbedingt verfügbare Hörsäle und Seminarräume der Universität Wien, welche von den Messgruppen an einem Blocktermin im Rotationsverfahren simultan messtechnisch untersucht wurden, ohne dass die Gruppen einander begegnen mussten.

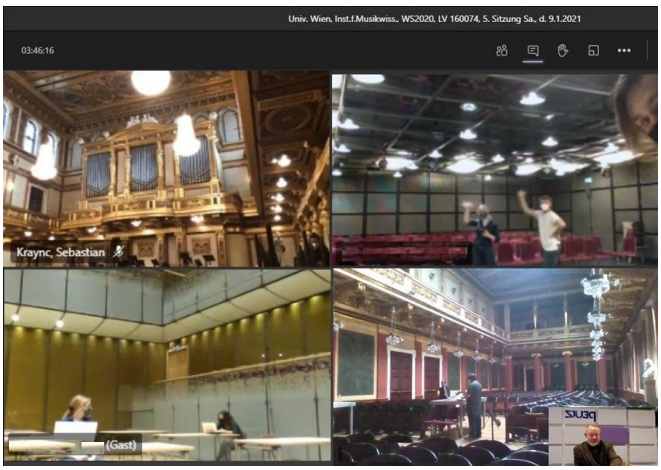

Abbildung 3: Videoschalte zu den simultanen Messungen in den Sälen des Musikvereins im Lockdown des Jänner 2020

Die Fa. Ecophon Austria stellte einen Raum mit variablen Absorbern für eine Messgruppe zum Zwecke der raumakustischen Untersuchung zur Verfügung, der Musikclub rhiz wurde ebenso untersucht wie die Säle des Musikvereins, siehe Abbildung 3, wobei mehrere Gruppen Teilnehmender in einem jeweils anderen Saal gemesssen haben, bevor gewechselt wurde.

Darüber hinaus nutzten einige Teilnehmende aus eigener Initiative heraus die Möglichkeit und Gelegenheit, zusätzlich weitere Messungen durchzuführen in der Kammeroper Wien und in zwei Kirchen in Perchtoldsdorf im SW von Wien.

Übersicht über die bisher gemessenen Räume

Tabelle 1 zeigt eine Auswahl der bisher in den Praktika in Wien untersuchten Räume und deren wichtigste Daten zum Messzeitpunkt, gemessen i.d.R. un- bzw. teilbesetzt:

Tabelle 1: Auswahl untersuchter Räume und Daten

Raum	Parameter		
	N	V [m^3]	$T_{Mid,unocc.}$[s]
Universität, MuWi, Hörsaal 2	50	290	0,85 (0,45)
Universität, MuWi, Seminarraum	15	63	0,15
Universität, Aula am Campus	100	900	1,4
Universität, Großer Festsaal	324	8.600	2,3
Universität, Kleiner Festsaal	120	2.074	1,2
Universität, Elise-Richter-Saal	70	845	1,3
Universität, Mariatta-Blau-Saal	70	533	1,1
Universität, Erika-Weinzierl-Saal	40	213	0,7
Universität, Franz-König-Hörsaal	96	510	0,9
Universität, Hörsaal A	207	1.235	2,3
Universität, Hörsaal B	186	1.080	2,4
Universität, Hörsaal D	250	2.500	3,5
Universität, Hörsaal 16	80	675	1,5
Universität, Seminarraum 2	42	236	1,1
Technische Univ., Kuppelsaal	300	3.600	1,2
Technische Univ., Informatik-HS	392	1.900	2,7
ÖAW, Lounge d. Wissenschaften	75	750	4,4
Karlskirche	300	25.000	4,4
Michaelerkirche	400	18.000	4,0
Votivkirche	800	40.000	7,0
Alservorstadtkirche	300	12.000	3,1
Servitenkirche	150	6.000	3,4
Servitenkirche, Peregrinkapelle	30	1.000	2,7
Versorgungsheimkirche	800	8.300	2,7
Herz-Jesu-Kirche Kaisermühlen	240	8.000	3,6

Abbildung 4 zeigt eine Übersicht über alle in den bisherigen sieben Praktika messtschnisch raumakustisch untersuchten > 60 Räume in Form eines fünfdimensionalen Plots im aus den Parametern T_{30}, Platzanzahl und G_{theo} aufgespannten Parameterraum, in dem die gemessenen Räume durch jeweils einen Datenpunkt repräsentiert sind [4].

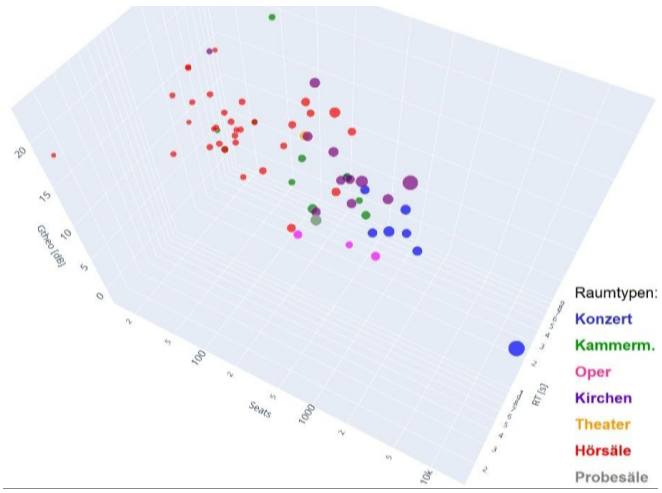

Abbildung 4: Fünfdimensionaler T-N-G-Plot im Parameterraum der Parameter T_{30}, Platzanzahl und G_{theo}; jeder Punkt markiert einen Raum. Markerfarbe: Raumtyp, Markergröße: Raumvolumen

Die Markerfarbe zeigt darin den Raumtyp, die Markergröße das Raumvolumen an. Die Extrema in Abbildung 4 sind: der sprachoptimierte Seminarraum des Institus für Musikwissenschaft der Universität (rot, linker oberer Rand), die in einem historischen Gebäude gelegene Aula Lounge der Akademie der Wissenschaften (grün, oben Mitte); und die Stadhalle Wien, Saal D (blau, unten rechts).

Abbildung 4 verdeutlicht, wie gut es dabei gelungen ist, im Laufe der Zeit mit den Studierenden die unterschiedlichsten Formen und Größen von Räumen und Auditorien raumakustisch zu untersuchen. Darüber hinaus ist in Abbildung 4 deutlich zu erkennen, dass die gezeigten sieben verschiedenen Raumtypen charakteristische Cluster in teildisjunkten Bereichen des Parameterraums bilden: Die Kirchenräume nehmen danach ganz andere Parameterwerte an als die Hörsäle und diese wiederum ganz andere als die Konzert- und Opernsäle u.s.w.

Weiters lässt sich für die bislang umfangreichste Raumgruppe der Hörsäle (rot) aus Abbildung 4 und den dieser zugrunde liegenden Datensätzen der raumakustisch unstersuchten Auditorien direkt ablesen, dass die meisten der in dieser Raumgruppe bislang untersuchten Fallbeispiele der Universität Wien – zumeist Räume in historischen Gebäuden mit z.T. sehr hohen Decken, und, wenn überhaupt, dann mit z.T. recht zurückhaltenden raumakustischen Maßnahmen ausgestattet – im gering- bis teilbesetzten Zustand recht hohe Werte von Nachhallzeit und Stärkemaß aufweisen [4].

Mehrwert für Studierende und Universität

Aus diesen Messungen (insbesondere der Räume der Universität) resultierten zahlreiche Vorschläge für (mittlerweile teilweise bereits auch durchgeführte) Verbesserungen von Räumen für die Lehre durch die Realisation raumakustischer Maßnahmen, welche in drei Fällen auch objektiv über Messungen im neuen Zustand praktisch nachvollzogen und vorher-nachher-Vergleich bestätigt werden konnten.

Die Studierenden, die in diesen Räumen nun unterrichtet werden, haben bessere raumakustische Bedingungen darin als im Zustand vor der Durchführung der Maßnahmen. Insbesondere die geringeren Werte für Nachhallzeit und Nachhallpegel machen sich auch in einem geringeren Geräuschpegel in den Räumen bemerkbar.

In einem mehrdimensionalen Plot sind – wie in Abbildung 4 gezeigt – die Veränderungen durch die Realisation raumakustischer Maßnahmen in je nach Art und Umfang der Maßnahmen geringeren oder größer ausfallenden Positionsänderungen im Parameterraum visuell direkt nachvollziehbar und bis zu einem gewissen Grad sogar im Voraus prognostizierbar [5].

Auf diese Weise ist es in diesen Fällen gelungen, durch die Praktika von Studierenden für die Verbesserung der Lehre und somit auch die Studierenden selbst bessere Randbedingungen zu schaffen, was einen besonderen Mehrwert für die Universität und die Teilnehmenden der Praktika durch diesen unmittelbaren Praxisbezug darstellt – ein Modell für die Zukunft.

Weiters resultierten aus den bisher abgehaltenen Praktika bislang mehr als ein Dutzend studentische Abschlussarbeiten (Bachelor, Master, Diplom) und aus dem dabei geförderten Interesse der Studierenden zahlreiche weitere Messungen, darunter z.B. auch Messungen in einem temporären Theater, dem Juliertheater am Julierpass in Graubünden, welches, 2017 errichtet, ggf. 2023 wieder zurückgebaut werden soll. Mit dieser Methode gelang es in den bislang sieben Praktika seit 2012, mehrere Dutzend Studierende auf sehr anschauliche Weise praktisch an das spannende Thema heranzuführen, für die Akustik verschiedener Räume zu sensibilisieren, und zum eigenen Forschen zu motivieren.

Danksagung

Dank für die stets großartige Unterstützung gilt den Leitungsteams und Kontaktpersonen der Universität Wien und der anderen gemessenen Räume, wie auch den Praktika-Teilnehmenden für deren Engagement, Freude und Einsatz.

Literatur

[1] Lorenz-Kierakiewitz, K.-H.; Reuter, Ch., Vrabl, O., Mühlhans, J.: Effective Course Design in Practical Room Acoustics for Students of Musicology: Conception, Didactics, Procedure, in: AIA-DAGA Conference on Acoustics, Meran, 2013

[2] URL: `https://www.youtube.com/watch?v=CdEoNX-A8uw`

[3] Campanini, S.; Farina, A.: A new Audacity feature: room objective acoustical parameters calculation module, Linux Audio Conference, Parma, 2009.

[4] Lorenz-Kierakiewitz, K.-H.; Reuter, Ch.; Kraync, S.; Pfändner, B.: Mehrdimensionale visuelle Cluster-analyse der raumakustischen Parameterwerte von Wiener Sälen, Kirchen und Auditorien, in: 47. DAGA Wien, 2021

[5] Lorenz-Kierakiewitz, K.-H.; Reuter, Ch.; Pfändner, B.; Ostrowski, St.: Multidimensional Visual Cluster Analysis of Room Acoustical Parameter Values as Means to gain Scientific Insights and Design / Consulting Tool, in: Proc. 23rd ICA, Aachen 2019