

Die Kirche im Dorf lassen. Präferenz für Glockenklänge in Abhängigkeit der Herkunft

Marik Roos¹, Christoph Reuter¹, Michael Plitzner²,
Saleh Siddiq¹, Isabella Czedik-Eysenberg¹, Andreas Rupp²

¹ *Musikwissenschaftliches Institut, Universität Wien, 1090 Wien, E-Mail: marik.roos@univie.ac.at*

² *Europäisches Kompetenzzentrum für Glocken ECC-ProBell, Hochschule Kempten, 87435 Kempten,
E-Mail: michael.plitzner@hs-kempten.de*

Hintergrund

In Richtlinien zu Qualität und Bewertung von Glockenklängen werden seit den 1950er und 1960er Jahren akustische Merkmale wie klangliche Helligkeit, Teiltonstruktur, Grundtönigkeit sowie das Ein- und Ausschwingen des Glockenklangs als relevante Faktoren beschrieben [1][2][3][4]. Der Wohlklang einer Glocke soll dabei vor allem durch eine weiche, volle, helle und klare Tongebung mit einem grundtönigen, geräuscharmen Klangspektrum erzielt werden, in dem ein leuchtend-klar ausgeprägter Schlagton mit möglichst wenig Nebenschlagtongeräuschen hörbar ist [5].

In einem Hörversuch von Wolfgang Aures [6] beschrieben 16 Versuchspersonen insgesamt 17 verschiedene Glockenklänge als wohlklingender, wenn die klangliche Schärfe abnahm, während die Rauigkeit bei Aures keinen Einfluss auf die Bewertung des Wohlklangs hatte.

Als besonders ausschlaggebend für die Klangqualität erwies sich in einem 2021 von Andreas Rupp, Denis Spieß und Michael Plitzner vorgestellten Verfahren die Gestaltung des Klöppels [7]. Sie zeigten, dass die Anteile der hohen Frequenzen im Spektrum durch die Klöppelmasse bestimmt werden (je geringer die Klöppelmasse, desto heller der Klang), wohingegen das Gewicht und die Anflugeschwindigkeit des Klöppels vor allem die tiefen Anteile im Spektrum beeinflussen (je schwerer der Klöppel und je langsamer der Anflug, also je länger die Verweildauer des Klöppels an der Glocke, desto grundtöniger der Klang).

Basierend auf diesen Erkenntnissen führten Christoph Reuter et al. 2022 [8] einen Hörversuch durch, bei welchem sich eine geringe Ausprägung der großen Terz im Spektrum, eine geringe Inharmonizität und eine geringe Highest Peak Frequency als Prädiktoren für die empfundene Glockenqualität beobachten ließen. Glocken, bei denen gezielt durch die Änderung des Klöppels eine Verbesserung der empfundenen Klangqualität angestrebt wurde, wiesen weniger Geräuschanteile, stärker ausgeprägte harmonische Spektralanteile sowie eine geringere Helligkeit auf und wurden signifikant besser bewertet. Allerdings war die Varianzaufklärung in den Urteilen der Versuchspersonen nur akzeptabel (besonders unter den Expert:innen herrschte Uneinigkeit), was nahelegt, dass ein objektives Qualitätsurteil wenig Validität sowie Reliabilität aufweisen würde und vielmehr die Einflussfaktoren auf individuelle Präferenz als Ursache der hohen Streuung in den Fokus gerückt werden sollten.

Fragestellungen

Zum Zweck der Varianzaufklärung und vor dem Hintergrund, dass regionale Läutekulturen bei der Objektivierung eines Urteils nicht außer Acht gelassen werden sollten, da individuelle Methoden der Klangerzeugung (beispielsweise durch kulturell unterschiedliche Läutetechniken) aufgrund größerer Vertrautheit auch die individuellen Klangpräferenzen beeinflussen können, wurde in dieser Studie der Fokus auf die Herkunft sowohl der Glocke, als auch der Versuchspersonen gerichtet. Auch diesmal stellt sich die Frage, welche signalanalytisch berechenbaren Klangeigenschaften mit der Präferenz für einen Glockenklang zusammenhängen und ob sich Prädiktoren aus der letzten Studie replizieren lassen oder gar je nach Herkunft unterscheiden.

Außerdem sollen die klanglich optimierten Glocken erneut im Vorher-Nachher-Vergleich in Abhängigkeit der Herkunft der Bewerter:innen untersucht werden.

Methoden

Insgesamt bewerteten N=67 Versuchspersonen im Alter von 19 bis 77 Jahren aus Deutschland, Österreich und der Schweiz 20 verschiedene Glockenklänge (davon 16 aus Süd- und Mitteldeutschland sowie 4 aus der Schweiz; 7 der Glocken mit Klangbeispielen jeweils vor und nach der Restaurierung).

Tabelle 1: Demographische Verteilung der Versuchspersonen.

	Österreich	Schweiz	Nord-DE	Süd-DE
N	26	12	12	17
M _{Alter}	43.62	40.83	41.08	42.71
SD _{Alter}	14.63	17.89	15.41	16.25
min	22	21	19	19
max	77	68	62	67

Abgefragt wurden die Vertrautheit des Klangs sowie die Präferenz für selbigen, also als wie angenehm der Klang empfunden wurde bzw. wie gut er gefällt.

Via Signalanalyse [9][10][11][12][13] wurden pro Klangbeispiel 127 Audiomerkmale extrahiert und mittels Korrelationsanalyse explorativ mit den Bewertungen in

Zusammenhang gebracht. Mit den praktisch signifikanten und bezüglich der Herkunft trennscharfen Parameter wurde für jede Region eine Regressionsanalyse für die Klangpräferenz durchgeführt.

Alle Beispiele und Grafiken sind interaktiv unter <https://muwiserver.synology.me/glocken/DAGA2023> abrufbar.

Ergebnisse

Vertrautheit und Gefallen

Gemäß der Hypothese korrelieren Vertrautheit und Gefallen eines Klangs signifikant positiv miteinander ($r=.855, p<.001$).

Glocken mit höchster Vertrautheit:

- 🔔 Baden-Baden Stiftskirche, Glocke 7 nach Restaurierung (für Versuchspersonen aus Österreich und Deutschland)
- 🔔 Kühlsheim St. Laurentius, Glocke 1 nach Restaurierung (für Personen aus der Schweiz)

Glocken mit höchsten Präferenzurteilen:

- 🔔 Baden-Baden Stiftskirche, Glocke 7 nach Restaurierung (für Versuchspersonen aus Österreich und Norddeutschland)
- 🔔 Kühlsheim St. Laurentius, Glocke 1 nach Restaurierung (für Personen aus Süddeutschland und der Schweiz)

Die größten Abweichungen ergaben sich nach Normierung der Bewertungen für die Schweizer Versuchspersonen gegenüber den anderen.

Präferenz für Schweizer Glocken [SW]

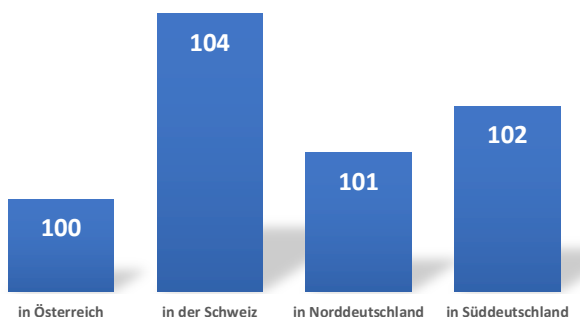


Abbildung 1: Unterschiede in der Präferenz für Schweizer Glockenklänge zwischen Versuchspersonen unterschiedlicher Herkunft in Standardwerten (M=100, SD=10).

Vertrautheit von Schweizer Glocken [SW]

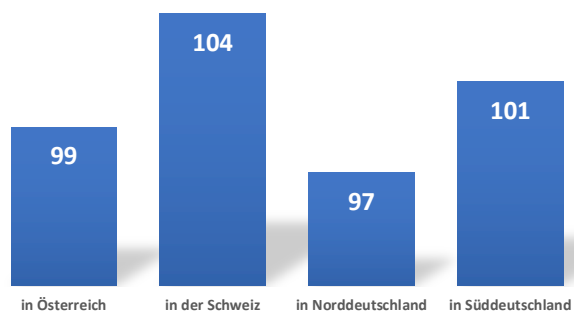


Abbildung 2: Unterschiede in der Vertrautheit von Schweizer Glockenklängen zwischen Versuchspersonen unterschiedlicher Herkunft in Standardwerten (M=100, SD=10).

Prädiktoren für Präferenz

Herkunftsunabhängig ergeben sich folgende Prädiktoren in der bayes'schen Regressionsanalyse ($BF_{10}=4.136, R^2=.522$):

- 🔔 Geringer Spectral Centroid in perkussiven Klanganteilen ($r=-.702$)
- 🔔 Hoher Spectral Decrease ($r=.460$)
- 🔔 Geringe Grundtönigkeit bzw. relative Stärke des 1. Teiltons ($r=-.504$)

Aufgeschlüsselt nach Herkunft weichen die Regressionsmodelle leicht voneinander ab. So ergaben sich als beste Prädiktoren für die Versuchspersonen aus der **Schweiz** eine Präferenz für wenig chaotische Pitch Class-Verteilung (HPCP Entropy; $r=-.462$), geringe Low Centroid Rate ($r=-.499$) sowie geringe Grundtönigkeit (rel. Stärke 1. Teilton; $r=-.537$) mit einem $BF_{10}=2.930$ und $R^2=.449$.

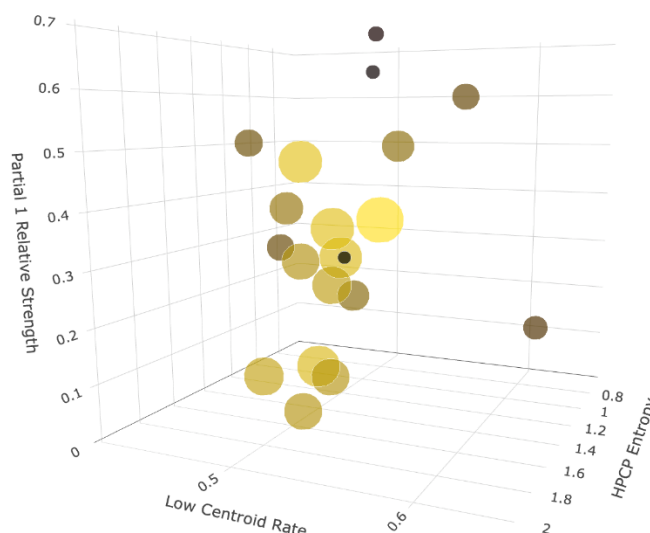


Abbildung 3: Prädiktoren für die Präferenz von Schweizer:innen.

Für **Norddeutsche** Versuchspersonen sind die besten Prädiktoren ein höherer 1. Formant ($r=.465$), geringere

Inharmonizität ($r=-.430$) und geringere Grundtönigkeit (rel. Stärke 1. Teilton; $r=-.527$) mit einem $BF_{10}=14.368$ und $R^2=.584$.

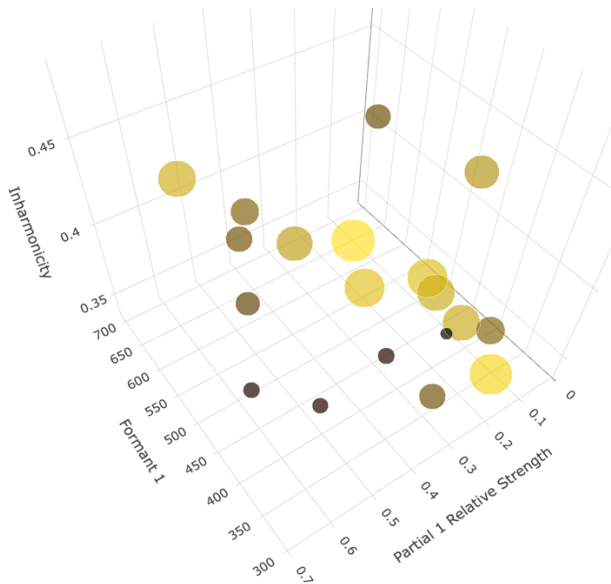


Abbildung 4: Prädiktoren für die Präferenz von Norddeutschen für Glockenklänge.

Für **Süddeutsche** Versuchspersonen sind die besten Prädiktoren ein höherer 1. Formant ($r=.456$), geringere Grundtönigkeit (rel. Stärke 1. Teilton; $r=-.416$) und mehr harmonische Klanganteile (Harmonic/Percussive Ratio; $r=.392$) mit einem $BF_{10}=2.145$ und $R^2=.417$.

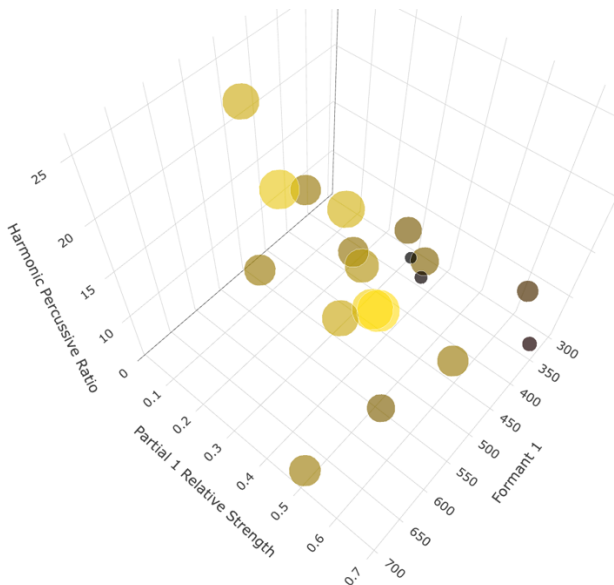


Abbildung 5: Prädiktoren für die Präferenz von Süddeutschen für Glockenklänge.

Für Versuchspersonen aus **Österreich** sind die besten Prädiktoren ein höherer 1. Formant ($r=.422$), sanfterer Abstieg des Spektrums in Richtung der hohen Frequenzen (Spectral Decrease, $r=.485$) und geringere Grundtönigkeit (rel. Stärke 1. Teilton; $r=-.470$) mit einem $BF_{10}=5.612$ und $R^2=.432$.

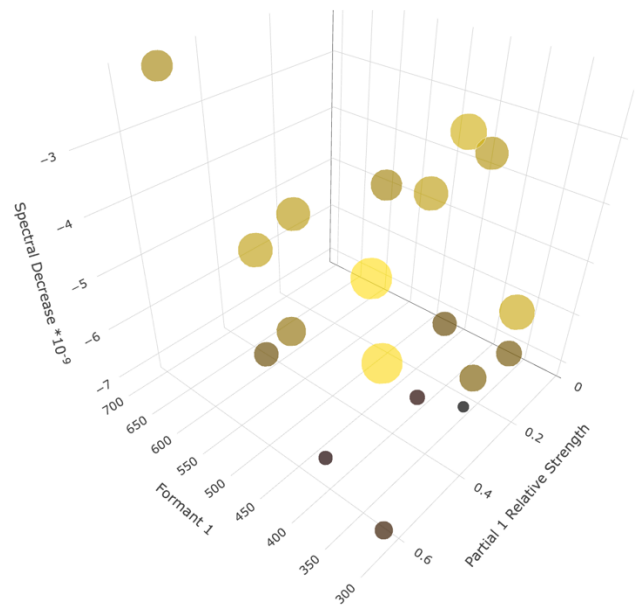


Abbildung 6: Prädiktoren für die Präferenz von Österreicher:innen für Glockenklänge.

Vorher-Nachher-Vergleich

Allgemein zeigten die Versuchspersonen eine höhere Präferenz für restaurierte Glocken. Bezüglich Vertrautheit sind die Urteile weniger konsistent.

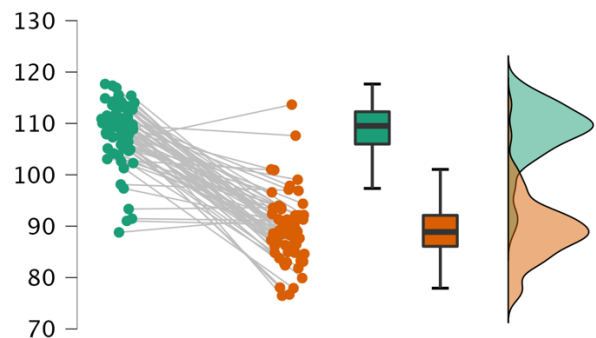


Abbildung 7: Bewertung der Präferenz für Glocke 1 aus St. Laurentius in Kühlsheim-Uissigheim nach (grün) versus vor (orange) der Restaurierung.

Tabelle 2: Vorher-Nachher-Unterschiede der restaurierten Glocken aufgeschlüsselt nach Präferenz und Vertrautheit.

Glocke	vorher	nachher	t	df	p	Cohen's d
Fribourg Präferenz		höher	2.112	66	.038	.258
Fribourg Vertrauth.	höher		-4.572	66	<.001	.559
Kühlsh. Präferenz		höher	16.01	66	<.001	1.956
Kühlsh. Vertrauth.		höher	9.637	66	<.001	1.177

Breisach Präferenz	n. s.	-0.108	66	.914	.013
Breisach Vertrauth.	höher	4.308	66	<.001	.526
Reichenau Präferenz	höher	2.506	66	.015	.306
Reichenau Vertrauth.	n. s.	-0.300	66	.765	.037
Solothurn Präferenz	höher	3.408	66	.001	.416
Solothurn Vertrauth.	höher	-2.958	66	.004	.361

Zusammenfassung

Restaurierte Glocken werden grundsätzlich präferiert. Die höhere Vertrautheit für einige Klänge vor der Restaurierung könnte durch einen erhöhten Bedarf an Restaurierungen zu erklären sein. Dies würde auch die geringe Streuung in der Korrelation zwischen Präferenz und Vertrautheit erklären.

Anhand der unterschiedlichen Vorhersagemodelle für Präferenz in den einzelnen Regionen lässt sich erkennen, dass die Herkunft eine Rolle in der Bewertung von Glockenklängen spielt und als Faktor auch in zukünftige Untersuchungen einbezogen werden sollte.

Die Präferenz für eine wenig ausgeprägte Grundtönigkeit lässt sich eventuell dadurch erklären, dass in dieser Studie hauptsächlich eher tiefe Glocken verwendet wurden und möglicherweise eine Grundtönigkeit bei höheren Glocken bevorzugt wird. Diese Hypothese wird in einer nächsten Studie geprüft, in welcher noch mehr Glockenklänge von einer größeren Stichprobe bewertet werden sollen.

Außerdem sollen zukünftig gezielt verschiedene Läutekulturen in die Erhebung eingeschlossen werden, um deren Einfluss auf die Rezeption von Glockenklängen vor allem in Abhängigkeit regionaler Präferenzen zu prüfen.

Literatur

- [1] Limburger Richtlinien für die klangliche Beurteilung neuer Glocken, Limburg (1951) in K. Kramer (1986), Glocken in Geschichte und Gegenwart. Beiträge zur Glockenkunde, Band 1, Karlsruhe: Badenia-Verlag.
- [2] Thienhaus, E. (1952). Definitionen zur Glockenprüfung. *Acustica* 2, S. 251–253.
- [3] Ellerhorst, W., Klaus, G. (1957). Handbuch der Glockenkunde. Weingarten: Martinus.
- [4] Weissenbäck, A., Pfundner, J. (1961). Tönendes Erz. Graz, Köln: Böhlhaus.
- [5] Wernisch, J. (2006) Glockenkunde von Österreich. Lienz: Journal Verlag (S. 8–11).
- [6] Aures, W. (1981). Wohlklangsbeurteilung von Kirchenglocken. Fortschritte der Akustik, DAGA81 Berlin (S. 733–736), Berlin: VDI-Verlag.
- [7] Rupp, A., Spiess, D., Pitzner, M. (2021). Simulation des Klöppelanschlags. Fortschritte der Akustik, DAGA2021 Wien (S. 844–847), Berlin: VDI-Verlag.
- [8] Reuter, C., Pitzner, M., Roos, M., Czedik-Eysenberg, I., Weber, V., Rupp, A. (2022). Das klinget so herrlich, das klinget so schön... Signalanalytische Modelle zur Ermittlung des Wohlklangs von Glockenklängen. Fortschritte der Akustik, DAGA2022 Stuttgart (S. 848–851), Berlin: VDI-Verlag.
- [9] Lartillot, O. et al. (2008). A Matlab Toolbox for Music Information Retrieval. In: C. Preisach et al. (Hrsg.). Data Analysis, Machine Learning and Applications (S. 261–268). Berlin, Heidelberg: Springer.
- [10] Lartillot, O. (2019). Miningsuite: A comprehensive Matlab framework for signal, audio and music analysis. Proceedings of the 16th SMC (S. 489–489), Málaga.
- [11] Bogdanov, D et al. (2013). Essentia: An Audio Analysis Library for Music Information Retrieval. Proceedings of the 14th ISMIR Conference (S. 493–498), Curitiba.
- [12] Pearce, A., et al. (2017). Timbral attributes for sound effect library searching. AES Proceedings, Erlangen.
- [13] McFee, B., et al. (2015). Librosa: Audio and music signal analysis in python. Proceedings of the 14th python in science conference (S. 18–25), Austin.