

Audio-Experimente im Internet: Kontrolle über die Abhörsituation mittels des Headphone and Loudspeaker Tests (HALT)

Yves Wycisk¹, Kilian Sander¹, Benedetto Manca², Reinhard Kopiez¹, Jakob Bergner³, Friedrich Platz⁴,
Stephan Preihs³, Jürgen Peissig³

¹ Hochschule für Musik, Theater und Medien Hannover, 30175 Hannover,

E-Mail: reinhard.kopiez@hmtm-hannover.de

² Universität Cagliari, 09100 Cagliari,

E-Mail: bmanca@unica.it

³ Leibniz Universität Hannover, Institut für Kommunikationstechnik, 30167 Hannover

E-Mail: peissig@ikt.uni-hannover.de

⁴ Hochschule für Musik und Darstellende Kunst Stuttgart, 70182 Stuttgart,

E-Mail: friedrich.platz@hmdk-stuttgart.de

Einleitung

In Internet-Experimenten zur Hörwahrnehmung können Wiedergabegeräte als Störvariable betrachtet werden, die sich derzeit einer objektiven Kontrolle entziehen. Das Antwortverhalten der Versuchsteilnehmer:innen kann beispielsweise durch folgende Faktoren beeinflusst werden:

- Wiedergabelautstärke - beeinflusst Gefühl "self-motion" [1]
- Kopfhörerwiedergabe - höhere mittlere Geschwindigkeit der Kopf- und Körperbewegung [2]

Einzelne Testverfahren, beispielsweise zur Überprüfung einer Kopfhörer- oder Lautsprecherwiedergabe, wurden bereits veröffentlicht [3] [4]. Ein umfassendes Verfahren zur Kontrolle der Eigenschaften von Wiedergabegeräten existiert nach unserem Kenntnisstand jedoch derzeit nicht.

Ziele

- Entwicklung eines objektiven Verfahrens (HALT) zur Erfassung der Eigenschaften von Wiedergabegeräten und Abhörbedingungen in Internetexperimenten.
- Entwicklung eines Screeningverfahrens zur Identifizierung von Kopfhörer- und Lautsprechernutzer:innen
- Ermittlung der Prävalenz für Kopfhörernutzung zur Berechnung prädiktiver Werte bei Screening-Verfahren.

Methoden

Basierend auf rosa Rauschen und Sinustönen wurden Höraufgaben konstruiert, um Wiedergabeeigenschaften objektiv zu erfassen. Als Hauptparadigma wurden Zählaufgaben für akustische Ereignisse (Sinustöne, Rauschabschnitte) verwendet. Damit sollte eine HALT-Prozedur entwickelt werden, mit der die Lautstärkekalibrierung, die Stereo-/Mono-Wiedergabe, die untere Grenzfrequenz der Wiedergabegeräte und die Kopfhörer-/Lautsprecherwiedergabe kontrolliert werden können. Um eine Kopfhörer- oder Lautsprecherwiedergabe zu detektieren, wurden zwei Screeningtests entwickelt (Test A basierend auf interaural time differences und Test B auf Grundlage des Franssen Effekts [5]). In einer Laborstudie (N

= 40) wurde der HALT mit verschiedenen Wiedergabegeräten evaluiert (zwei Kopfhörer, Lautsprecher, Laptop). Die akustischen Eigenschaften der Geräte wurden zuvor gemessen. Anschließend wurde der HALT in einer Internetstudie ($N = 211$) validiert. In allen Studien wurde zusätzlich noch ein dritter, weit verbreiteter Screeningtest (Test C) zu Vergleichszwecken verwendet [4].

Ergebnisse

Lautstärke-Einstellung

Wenn die Lautstärke mit der traditionellen Aufforderung „Bitte stellen Sie eine angenehme Wiedergabelautstärke ein“ von den Probanden eingestellt wurde, ergaben sich die folgenden Werte für den Schalldruckpegel:

- Level: $M = 61.99$ dBA (min = 42.30 dBA, max = 82.20 dBA, $SD = 8.65$)

Wenn die Aufgabe zur Lautstärke-Einstellung aus der HALT-Prozedur genutzt wurde, ergaben sich die folgenden Werte für den Schalldruckpegel:

- Level: $M = 67.77$ dBA (min = 59.50 dBA, max = 82.60 dBA, $SD = 4.29$)
- Reliabilität: $N = 160$, $r_{tt} = .899$, 95% CI [.862, .924], $BF_{+0} = 1.458e+55$

Ein Levene's-Test zeigte, dass die HALT-Prozedur die Heterogenität der Lautstärke-Einstellungen im Vergleich zur traditionellen Aufforderung signifikant reduzierte. Die Test-Retest-Reliabilität der Aufgabe kann mit .899 als hoch bezeichnet werden.

Stereo/Mono

Die Höraufgabe konnte eine Stereo-Wiedergabe in 95.6% der Fälle korrekt detektieren.

- Reliabilität: $N = 160$, $r_{tt} = .792$, 95% CI [.722, .842], $BF_{+0} = 5.704e+32$

Die Test-Retest-Reliabilität der Aufgabe kann mit .792 als hoch bezeichnet werden.

Untere Grenzfrequenz

Es werden Frequenzen erkannt, die 40 dB unter dem spektralen Median des Wiedergabegeräts liegen.

- Reliabilität: $N = 640$, $r_{tt} = .821$, 95% CI [.793, .844], $BF_{+0} = 5.524e+153$

Die Test-Retest-Reliabilität der Aufgabe kann mit .821 als hoch bezeichnet werden.

Screeningverfahren

Tabelle 1: Screeningverfahren im Vergleich

Test	Sensitivität (95% CI)	Spezifität (95% CI)
A	80.0% (.700, .873)	68.7% (.603, .760)
B	80.0% (.700, .873)	83.2% (.759, .886)
C	92.5% (.846, .965)	58.0% (.494, .661)

Anmerkung. Alle Tests hatten insgesamt 6 Aufgaben. Wenn ein Teilnehmer mindestens 5 von 6 Aufgaben richtig beantwortet hatte, wurde er als Kopfhörernutzer klassifiziert. Die berechneten Parameter in der Tabelle beziehen sich alle auf diesen Schwellenwert.

In der vertrauenswürdigen ungefilterten Stichprobe ($N = 1.194$) benutzten $n = 211$ Teilnehmer Kopfhörer. Dies entspricht einer Prävalenz von 17,67%, 95% CI [15,6%, 19,9%].

Wie in Tabelle 1 zu sehen, weisen die entwickelten Screeningtests brauchbare diagnostische Genauigkeit auf. Die Verwendung desselben Tests in allen Situationen ist jedoch wenig ratsam. Die Raten tatsächlich korrekter Klassifikationen durch einen Test werden in der Anwendung maßgeblich durch die Prävalenz beeinflusst. Die Kombination mehrerer Screeningtests sowie die Wahl optimaler Schwellenwerte für die Kopfhörerklassifikation anhand der Kopfhörerprävalenz der Zielgruppe maximieren die Anzahl der korrekten Klassifikationen.

Anwendung

Im Gegensatz zu existierenden Tests zur Kontrolle von Wiedergabegeräten [3] [4], ist der HALT [6] [7] ein umfassendes Verfahren zur Überprüfung der Wiedergabe. In Übereinstimmung mit den Standards der Epidemiologie sollte die ermittelte Kopfhörer-Prävalenz dafür genutzt werden die Datenqualität nach einem Kopfhörer-Screening einzuschätzen oder vor einer Erhebung eine geeignete Auswahl eines Screeningtests oder einer Kombination von Tests zu treffen. Der HALT kann einen nützlichen Beitrag dazu leisten, um Laborexperimente ins Internet zu verlagern, während die Kontrolle über Störvariablen erhalten bleibt.

Es existieren ein Online-Tool zur Konfiguration des HALTs (<https://testing.musikpsychologie.de/HALTConfig/>) sowie eine Demoversion des HALT (<https://testing.musikpsychologie.de/HALT/?language=de>).

Literatur

- [1] Todd, N. P. M., & Cody, F. W. (2000). Vestibular responses to loud dance music: A physiological basis of the “rock and roll threshold”? *The Journal of the Acoustical Society of America*, 107(1), 496–500. <https://doi.org/10.1121/1.428317>
- [2] Zelechowska, A., Gonzalez-Sanchez, V. E., Laeng, B., & Jensenius, A. R. (2020). Headphones or speakers? An exploratory study of their effects on spontaneous body movement to rhythmic music. *Frontiers in Psychology*, 11, Article 698. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00698>
- [3] Milne, A. E., Bianco, R., Poole, K. C., Zhao, S., Oxenham, A. J., Billig, A. J., & Chait, M. (2020). An online headphone screening test based on dichotic pitch. *Behavior Research Methods*. <https://doi.org/10.3758/s13428-020-01514-0>
- [4] Woods, K. J. P., Siegel, M. H., Traer, J., & McDermott, J. H. (2017). Headphone screening to facilitate web-based auditory experiments. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 79(7). <https://doi.org/10.3758/s13414-017-1361-2>
- [5] Franssen, N. V. (1960). *Some considerations on the mechanism of directional hearing* [Doctoral dissertation]. Technische Hogeschool te Delft. <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:aaf33a05-eb9b-446d-b45e-4009a19b6d2b/datastream/OBJ/download>
- [6] Wycisk, Y., Kopiez, R., Bergner, J., Sander, K., Preihs, S., Peissig, J., & Platz, F. (2022). The Headphone and Loudspeaker Test – Part I. Suggestions for controlling characteristics of playback devices in internet experiments. *Behavior Research Methods*. Advance online publication. <https://doi.org/10.3758/s13428-022-01859-8>
- [7] Wycisk, Y., Sander, K., Manca, B., Kopiez, R., & Platz, F. (2023). The headphone and loudspeaker test - Part II. A comprehensive method for playback device screening in Internet experiments. *Behavior Research Methods*. Advance online publication. <https://doi.org/10.3758/s13428-022-02048-3>