

Wie absolut ist absolut?

Absolutes Hören abseits gewohnter Klänge

Christoph Reuter¹, Kathrin Schlemmer²

¹ SI_{NE}S - Musikwissenschaftliches Institut der Universität Wien, Österreich

² Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt



Hintergrund

Absolutes Gehör (AP) ist die Fähigkeit, Töne ohne externe Hilfsmittel wie Klavier oder Stimmgabel benennen zu können. Diese sowohl in der Allgemeinbevölkerung als auch unter Musiker:innen seltene Fähigkeit wird als **Wahrnehmungsphänomen** (Loui, 2016) und als **Gedächtniskapazität** (Levitin & Rogers, 2005) untersucht.

Bei der Aufgabe, gehörte Töne zu identifizieren, wurde in mehreren Studien eine **Abhängigkeit der Tonbenennungsleistung** von den Charakteristika der zu benennenden Töne nachgewiesen:

Miyazaki (1989) zeigte, dass **Sinustöne** schlechter erkannt werden als **Klaviertöne**, Töne in **tiefer Lage** schlechter als Töne in **mittlerer/hoher Lage** und Töne **mit Vorzeichen** schlechter als Töne **ohne Vorzeichen**.

Schlemmer et al. (2005) wiesen eine bessere Tonerkennung bei **bekannten instrumentalen Klangfarben** nach als bei persönlich weniger vertrauten Klangfarben und Sinustönen.

Van Hedger & Nusbaum (2018) wiesen bessere Tonidentifikation bei **Standardtönen** nach als bei „**challenging notes**“ (Sinustöne, Glockentöne, Mbiratöne, Paukentöne).

Bei Gruhn et al. (2019) konnte eine bessere Erkennung von Tönen in **instrumentalen Klangfarben** als bei Sinustönen gezeigt werden. **Sinustöne** wurden auch schlechter als **verstimmte Töne** oder Töne **ohne Grundton** erkannt.

Solche Ergebnisse werden einerseits als Beleg für die Auffassung von AP als **diverse Fähigkeit** (Bahr, 2005) aufgefasst. Andererseits gelten sie als Beleg für die Bedeutung von **Lernprozessen** bei der Entstehung von AP (AP als „**skill**“ und nicht als „**ability**“).

Fragestellung

Die vorliegende Studie erweitert Ergebnisse zur Diversität der Tonidentifikationsleistung von Absolutgehörenden auf zusätzliche akustische Merkmale der Töne:

Wie verändert sich die Erkennungsleistung bei Absolutgehörenden, wenn die gehörtene Klänge von den bisherigen musikalischen Erfahrungen abweichen?

Methode

Als Tonmaterial dienten folgende Klänge: 1. **Klaviertöne** (n=25), 2. **Verstimmte Klaviertöne** (n=25), 3. **Sinustöne** (n=25), 4. **Shepard-Töne** (n=12), 5. **Bandpass-Rauschen** (n=36), 6. Klänge mit **veränderten Teiltonverhältnissen** (gestaucht bzw. gestreckt, n=48).

Die insgesamt 171 Töne wurden im Bereich von **g bis g'** präsentiert und dauerten 1 s. Die Präsentation erfolgte in **6 Blöcken**; innerhalb der Blöcke waren die Töne **randomisiert**. Aufgabe der Proband:innen war die **Benennung der Tonhöhen**, indem auf einer Darstellung der Klaviertastatur die jeweils dem Tonnamen entsprechende Klaviertaste ausgewählt wurde. Es gab keine Rückmeldung zum korrekten Tonnamen. Zusätzlich zur Tonidentifikation wurde die Skala „**Musikalisches Training**“ des Gold-MSI (Müllensiefen et al., 2014) erhoben.

Die Proband:innen waren Studierende und Lehrende von Musikhochschulen und Universitäten, die angaben, über **absolutes Gehör** zu verfügen. Von den 17 Teilnehmenden (10♀, 5♂, 2♀, Ø=30,47 Jahre) wurden 3 ausgeschlossen, die in der 1. Bedingung < 10 % der Töne korrekt benannt haben (inkl. der Toleranz von Halbtonfehlern), sowie eine weitere Vpn, die nur 4 von 6 Bedingungen durchlaufen hat.

Die verbleibende **Stichprobe mit n=13** wies in der 1. Bedingung eine mittlere **Trefferquote von 88 %** (bei Toleranz von Halbtonfehlern) auf und in der Skala „**Musikalisches Training**“ des Gold MSI einen mittleren **Score von 39,15** (Minimum 24, Maximum 45).

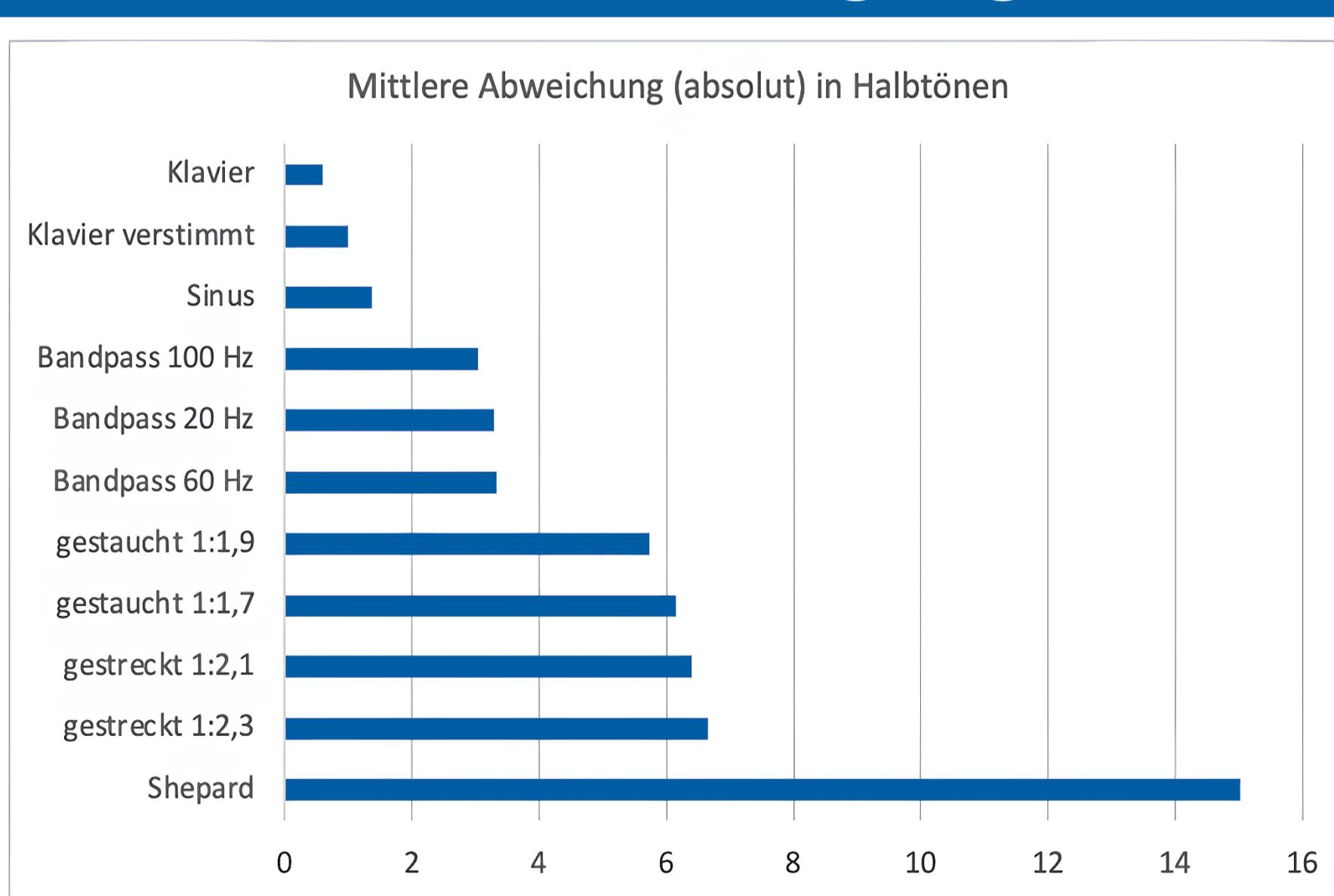
Ergebnisse: Unterschiede zwischen den Bedingungen

Klavier, **verstimmtes Klavier** und **Sinus** wurden am besten erkannt, ebenso wie **Shepard-Töne** (wenn nur die Oktav-Äquivalenz gewertet wurde).

Die Erkennungsleistung von **Bandpassrauschen** bewegte sich im Rahmen einer **Frequenzgruppenbreite** (≈ kleine Terz), während **gestauchte** und **gestreckte** Teiltonreihen häufig **Oktavfehler** hervorriefen.

Ein **Mixed Model** ergab signifikante Effekte der **Bedingung** ($p<.001$), der **Tonkategorie** ($p <.001$) sowie eine signifikante **Interaktion** zwischen Bedingung und Tonkategorie ($p <.001$).

rechts: Trefferquoten bei der **Tonhöhen-Identifikation**, gemessen in absoluten, halbton-toleranten sowie oktav- und halbton-toleranten Werten.

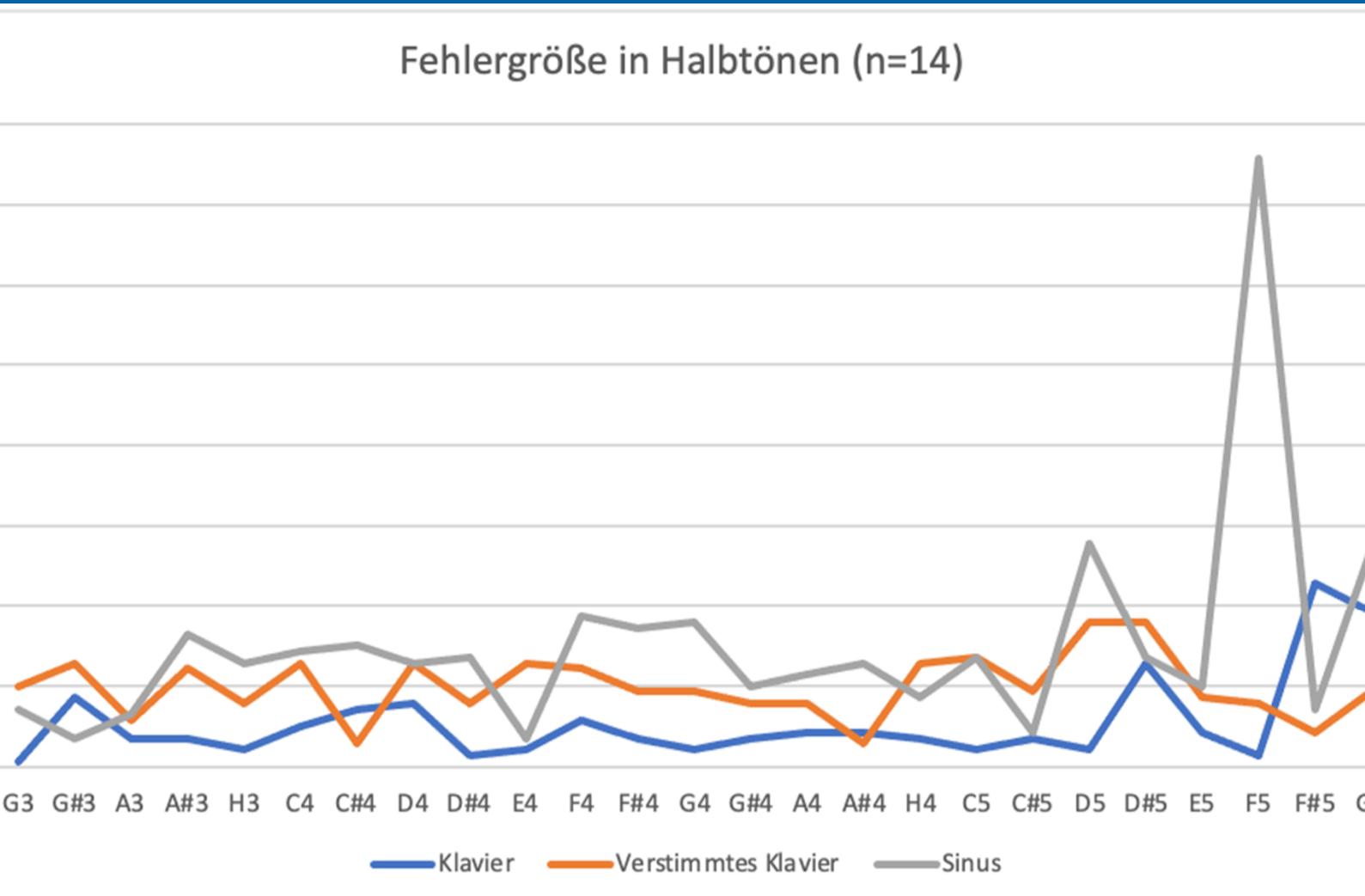


Bedingung	absolut	Halbton-tolerant	Oktav- & Halbton-tolerant
Klavier	0,79	0,88	0,89
Sinus	0,69	0,78	0,82
Klavier verstimmt	0,49	0,87	0,87
Bandpass 100 Hz	0,26	0,55	0,57
Bandpass 60 Hz	0,10	0,30	0,33
Bandpass 20 Hz	0,09	0,18	0,20
Shepard	0,06	0,08	0,91
gestaucht 1:1,9	0,06	0,12	0,21
gestreckt 1:2,1	0,01	0,01	0,06
gestaucht 1:1,7	0,00	0,04	0,10
gestreckt 1:2,3	0,00	0,10	0,28

Literatur

Gruhn, Ristm, Schneider, D'Souza, & Kiilu (2019). How Stable is Pitch Labeling Accuracy in Absolute Pitch Possessors? Empirical Musicology Review 13(3-4), 110–123. doi: <https://doi.org/10.18061/emr.v13i4.46637>. <> Levitin & Rogers (2005). Absolute pitch: Perception, coding, and controversies. Trends in Cognitive Sciences, 9(1), 26–33. <> Loui (2016). Absolute Pitch. In Hallam, Cross, & Thaut (Hrsg.), The Oxford handbook of music psychology (2. Aufl., S. 81–94). Oxford University Press. <> Miyazaki (1989). Absolute Pitch Identification: Effects of Timbre and Pitch Region. Music Perception 7/1, 1–14. <> Müllensiefen, Gingras, Musil, & Stewart (2014). Measuring the facets of musicality: The Goldsmiths Musical Sophistication Index (Gold-MSI). Personality and Individual Differences 60, S35, DOI <https://doi.org/10.1016/j.paid.2013.07.081>. <> Schlemmer, Kulke, Kuchinke, & van der Meer (2005). Absolute pitch and pupillary response: Effects of timbre and key color. Psychophysiology 42(2), 465–472. <> Van Hedger, Heald, & Nusbaum (2018). Long-term pitch memory for music recordings is related to auditory working memory precision. The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 71(4), 879–891. <https://doi.org/10.1080/17470218.2017.1307427>. <> Walliser (1969). Zur Unterschiedsschwelle der Periodentonhöhe. Acustica 21, 329–336. <> Zwicker & Feldkeller (1967). Das Ohr als Nachrichtenempfänger. Hirzel, Stuttgart.

Ergebnisse: Unterschiede zwischen Tönen

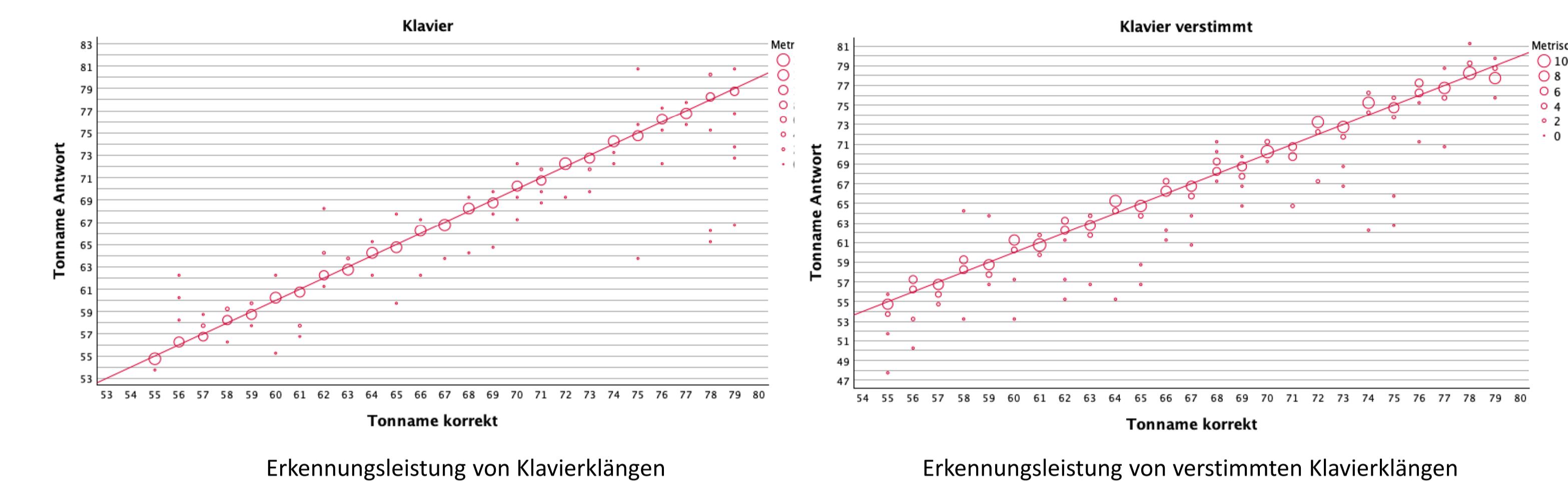


In den drei Bedingungen, in denen alle Töne (über zwei Oktaven) gespielt wurden, ergaben sich nur **geringfügige Unterschiede** in Bezug auf die Fehlerquote bei der Tonbenennung.

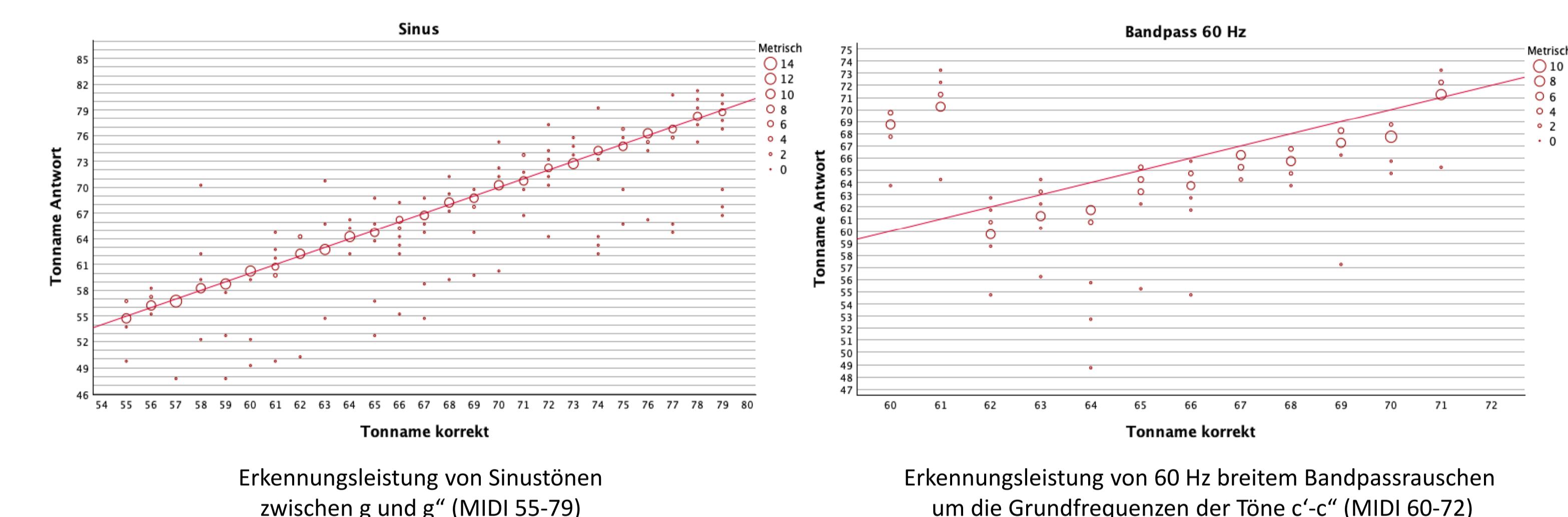
(Mixed Model ergab einen signifikanten Effekt der **Bedingung** ($p<.001$), einen ns Effekt der **Tonkategorie** ($p=.169$) sowie eine signifikante **Interaktion** zwischen Bedingung und Tonkategorie ($p=.032$).

Ergebnisse: Fehler bei der Tonbenennung

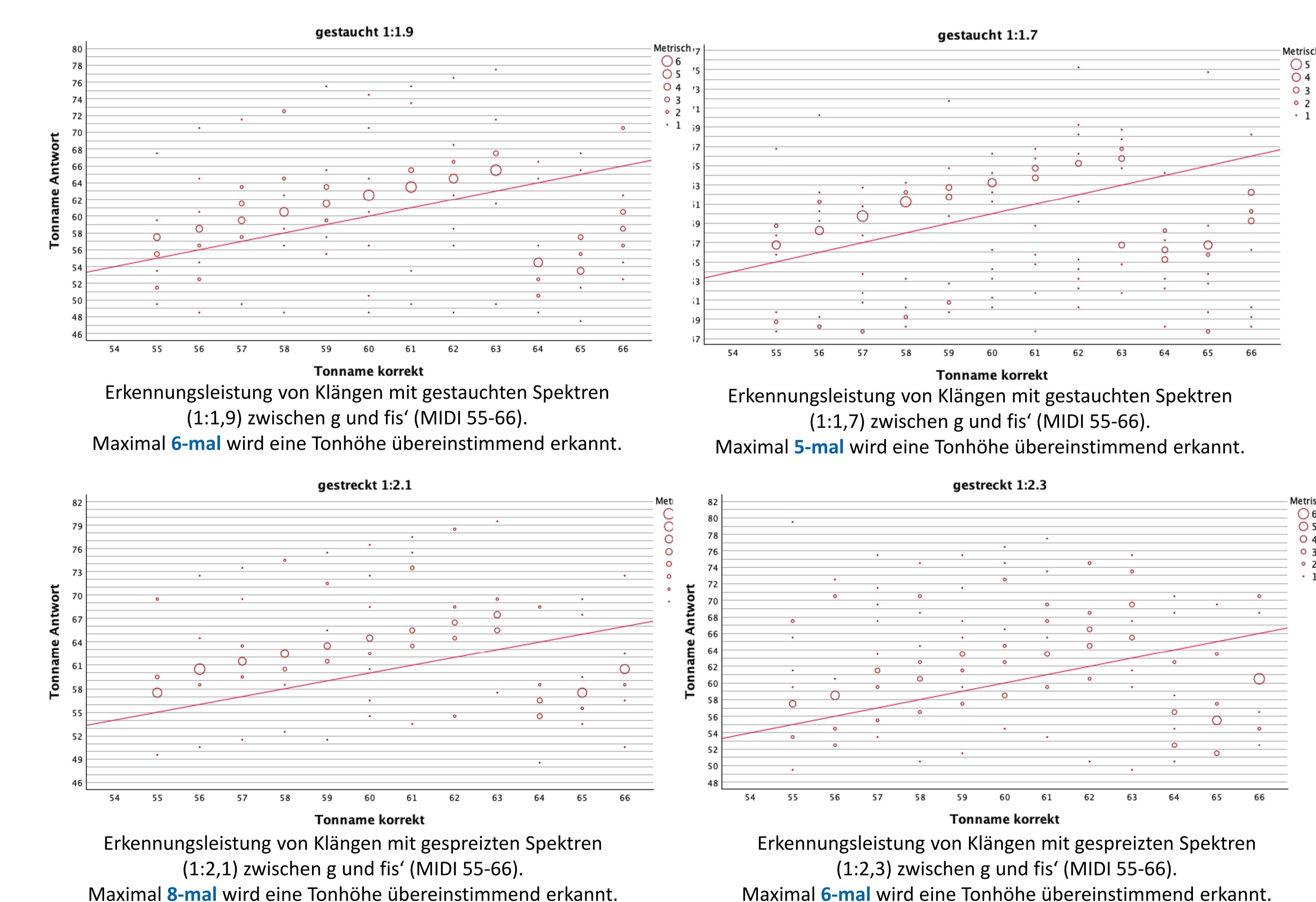
Klavierklänge wurden erwartungsgemäß besonders gut erkannt, sowohl in gewohnter gleichschwebend-temperierter Stimmung als auch – bei größerer Halbtontoleranz – bei starker **Verstimmung** der Tonhöhen zwischen 40 und 60 Cent.



Sinustöne wurden ebenfalls gut erkannt, während die Erkennung von Tonhöhen in **Bandpassrauschen** entsprechend der menschlichen Frequenzgruppenbreite im Rahmen einer Terz geschah. Die meist zu **tiefe Einschätzung der Tonhöhe** kann psychoakustisch auf den **Kontrast** zurückgeführt werden, der durch die nach unten steiler abfallende Flanke der **Verdeckungskurve** entsteht (vergl. Zwicker & Feldkeller, 1967, S. 115).



Klänge mit **gestauchten** und **gestreckten Teiltonreihen** werden auffallend schlechter erkannt, wobei das von Walliser (1969) entdeckte Prinzip, dass sich bei spektralen Alterationen von **bis zu 10%** (also Teiltonverhältnisse von **1:1,9** und **1:2,1**) die wahrgenommene Tonhöhe zwar **verschiebt**, jedoch noch **eindeutig erkennbar** ist, in den vorliegenden Daten ebenfalls beobachtbar ist:



Zusammenfassung

- Am besten erkannt werden **Klavierklänge, verstimmte Klaviertöne** und – bei Toleranz von Halbtonfehlern – **Sinustöne**; bei Toleranz von Oktavfehlern auch **Shepard-Töne**.
- Die Tonhöhen von **Bandpassrauschen** werden deutlich besser identifiziert als die Tonhöhen von Klängen mit **gestauchten oder gestreckten Teiltonreihen**.
- Bei **schwerwiegenden Eingriffen in die spektrale Struktur** von Klängen sinkt die Fähigkeit Tonhöhen zu identifizieren auf die **Ratewahrscheinlichkeit** ab.
- Die bei der Tonhöhenerkennung von **Bandpassrauschen** und **altrierten Teiltonreihen** auftretenden Phänomene lassen sich psychoakustisch erklären.