

Wie absolut ist absolut?

Absolutes Hören abseits gewohnter Klänge

Christoph Reuter¹, Kathrin Schlemmer²

¹ **SInES** - 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 Absoluthörenden auf zusätzliche akustische Merkmale der Töne:
Wie verändert sich die Erkennungsleistung bei Absoluthörenden, wenn die gehörten 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.

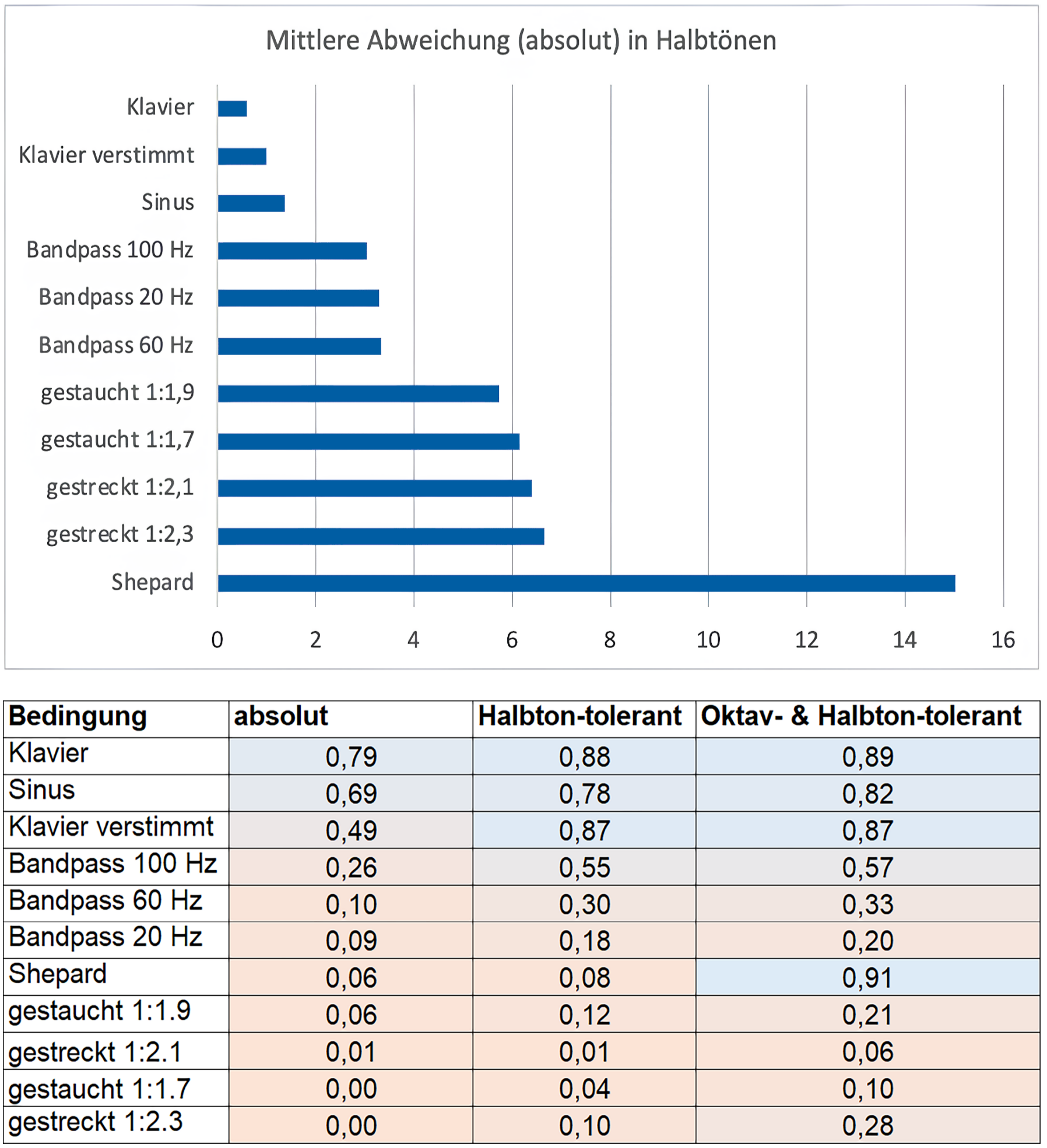
Die Proband:innen waren Studierende und Lehrende von Musikhochschulen und Universitäten, die angaben, über **absolutes Gehör** zu verfügen. Von den 17 Teilnehmenden (10♀, 5♂, 2♂, Ø=30,47 Jahre) wurden 3 ausgeschlossen, die in der 1. Bedingung < 10 % der Töne korrekt benannt haben (inkl. der Toleranz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

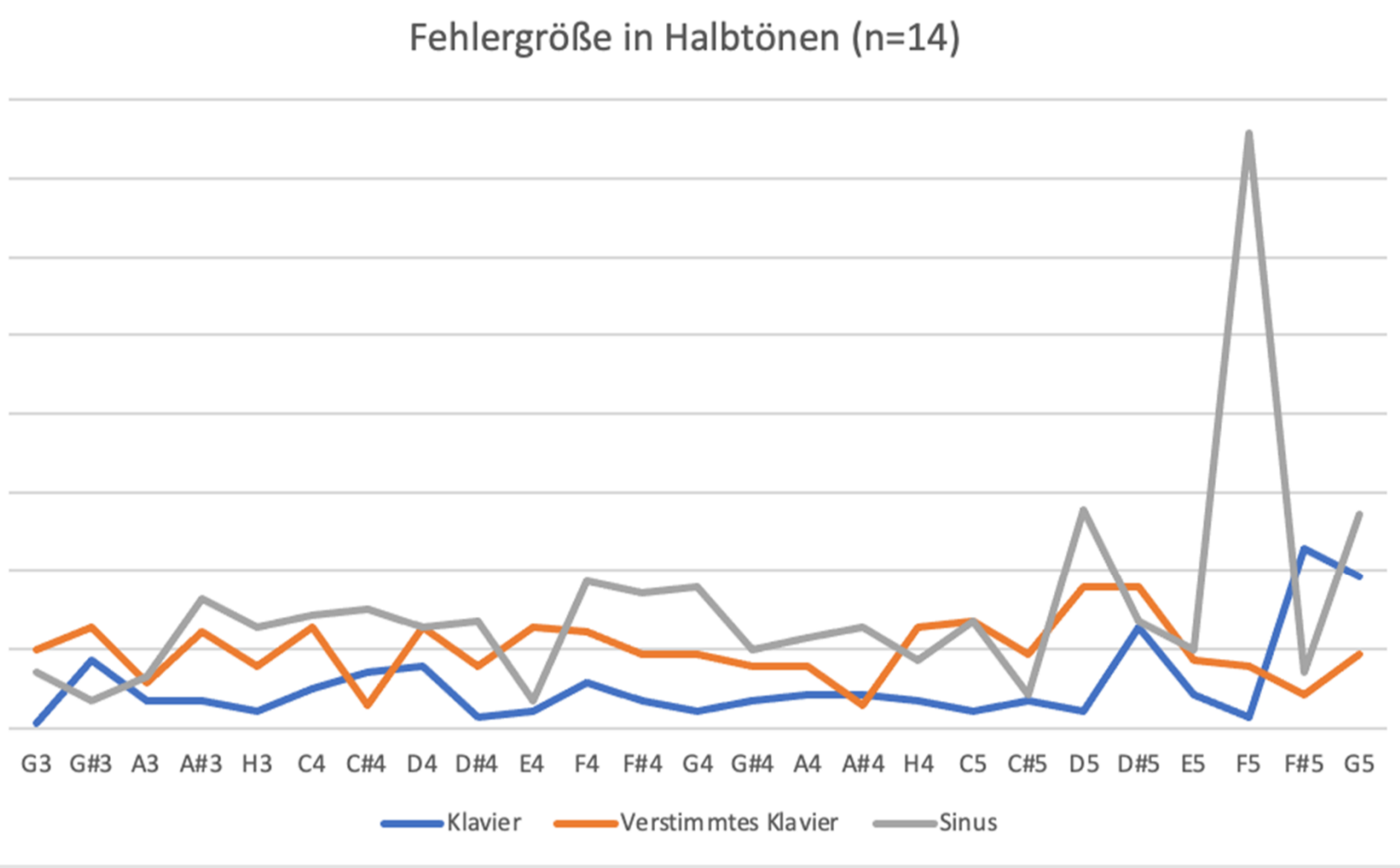
Klavier, verstimmtes Klavier und **Sinus** wurden am besten erkannt, ebenso wie **Shepard-Töne** (wenn nur die Oktav-Äquivalenz gewertet wurde). Die Erkennungsleistung von **Bandpassrauschen** bewegte sich im Rahmen einer **Frequenzgruppenbreite** (≈ kleine Terz), während **gestauchte** und **gestreckte** 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, halbtontoleranten sowie oktav- und halbtontoleranten Werten.



Ergebnisse: Unterschiede zwischen Tönen

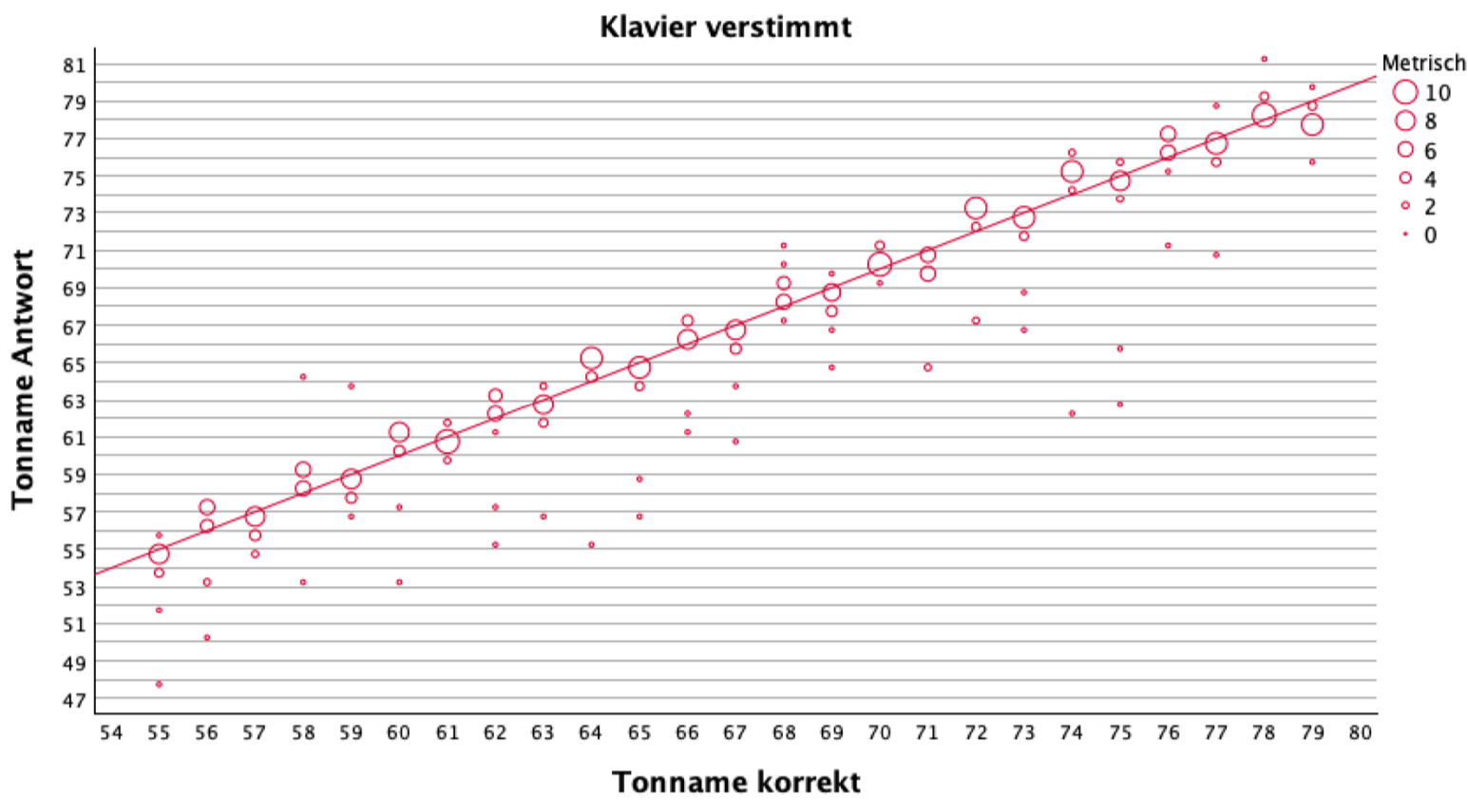
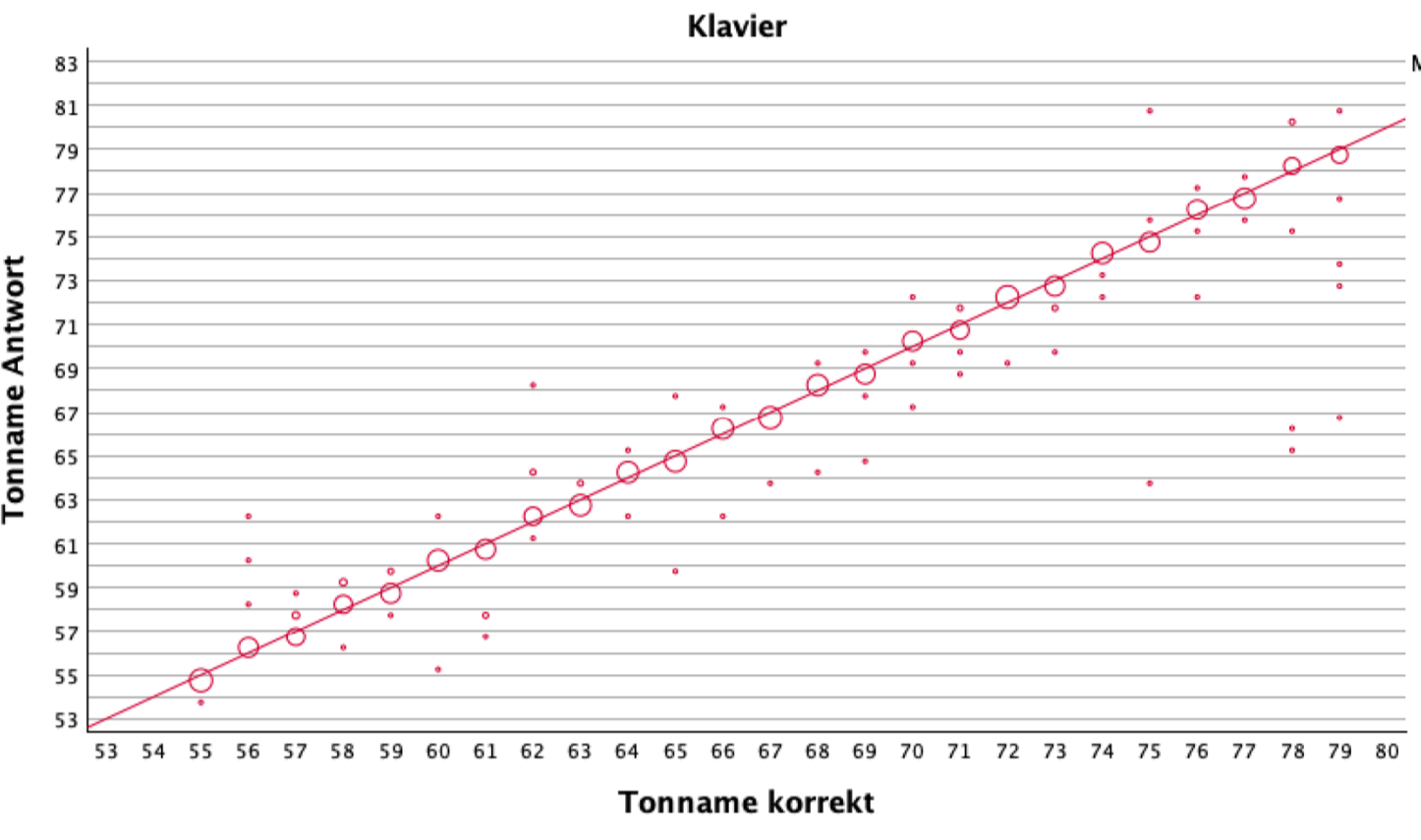


In den drei Bedingungen, in denen alle Töne (über zwei Oktaven) gespielt wurden, ergaben sich nur **geringfügige Unterschiede** in Bezug auf die **Fehlerquote** bei der Tonbenennung.

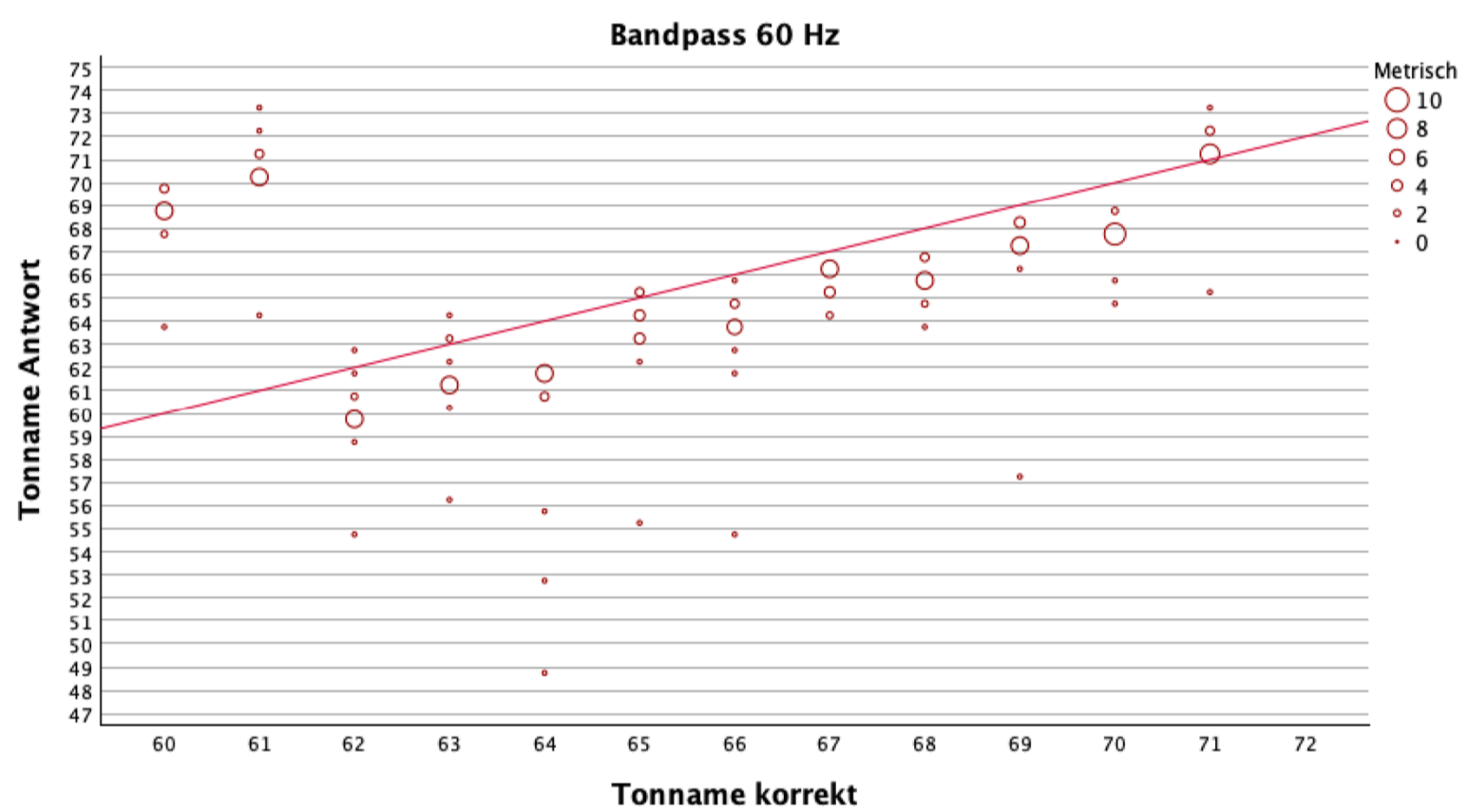
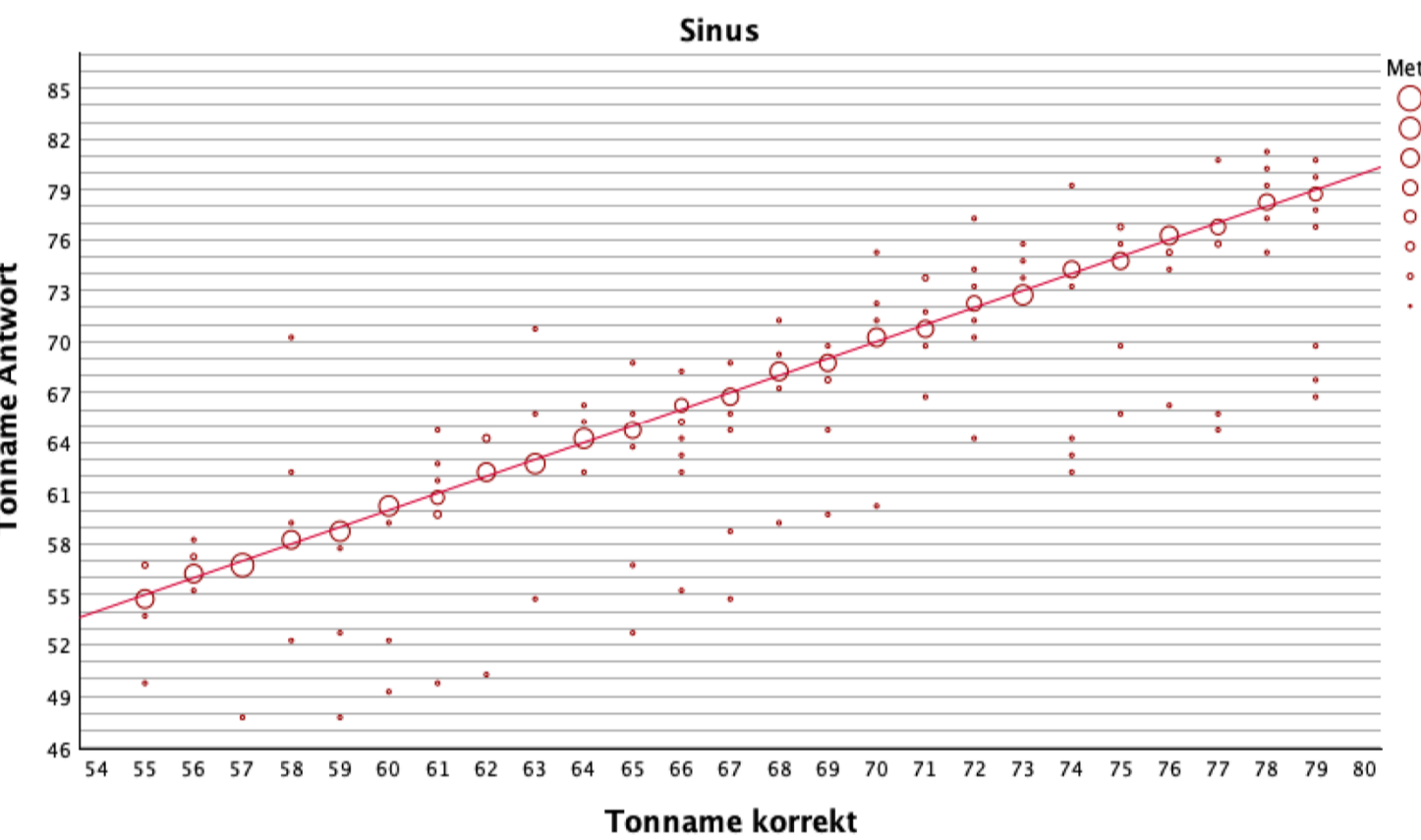
(**Mixed Model** ergab einen signifikanten Effekt der **Bedingung** ($p<.001$), einen ns Effekt der **Tonkategorie** ($p=.169$) sowie eine signifikante **Interaktion** zwischen Bedingung und Tonkategorie ($p=.032$).

Ergebnisse: Fehler bei der Tonbenennung

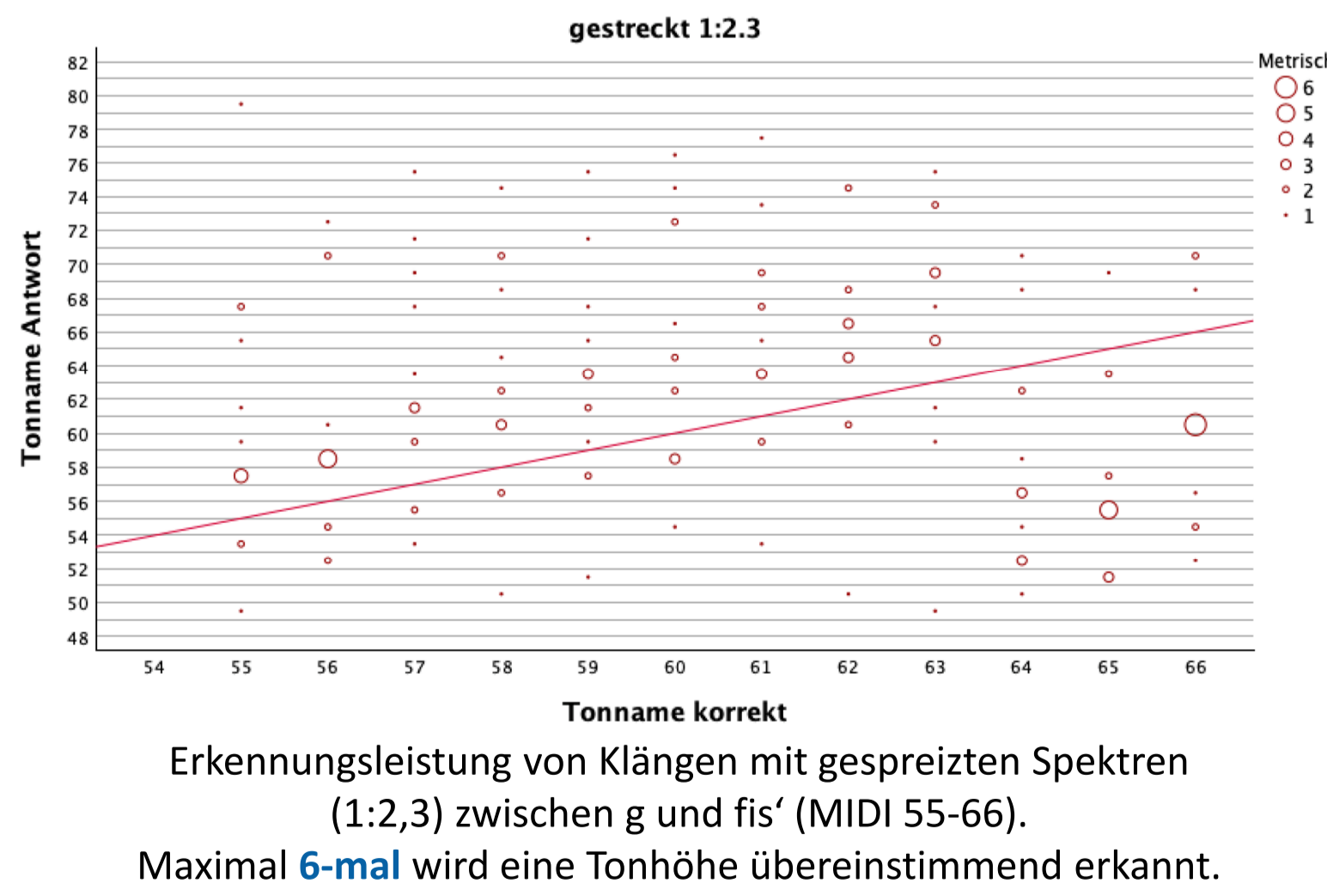
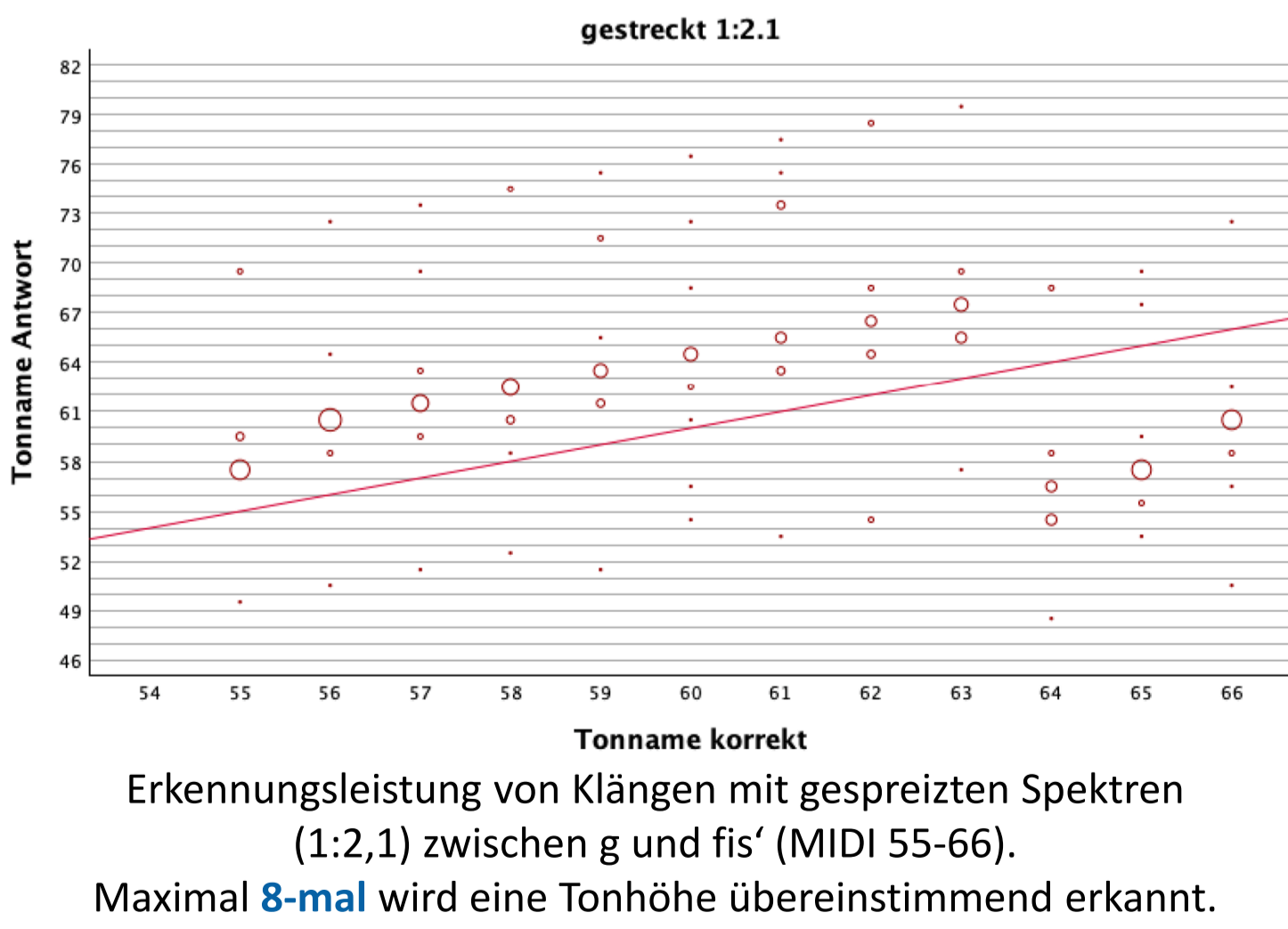
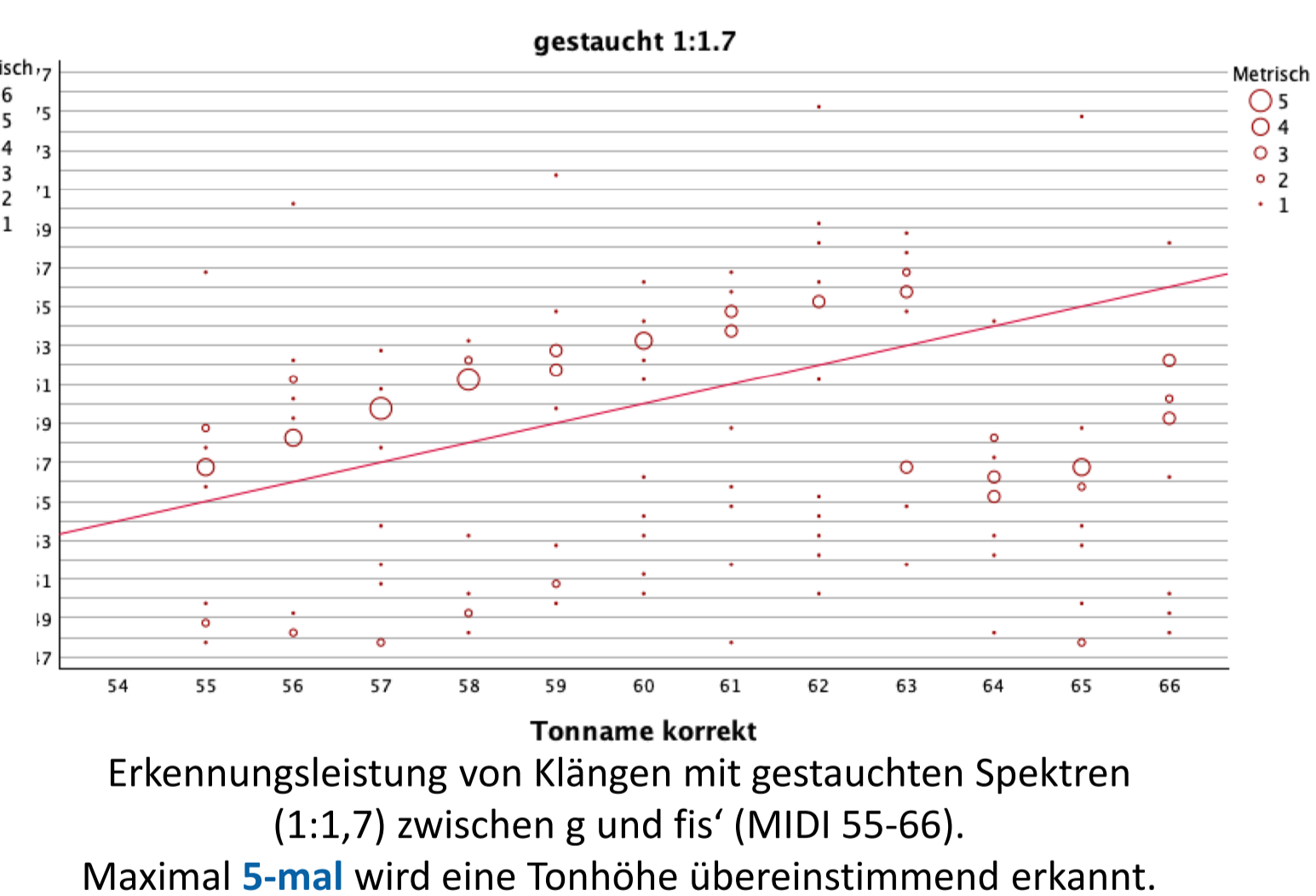
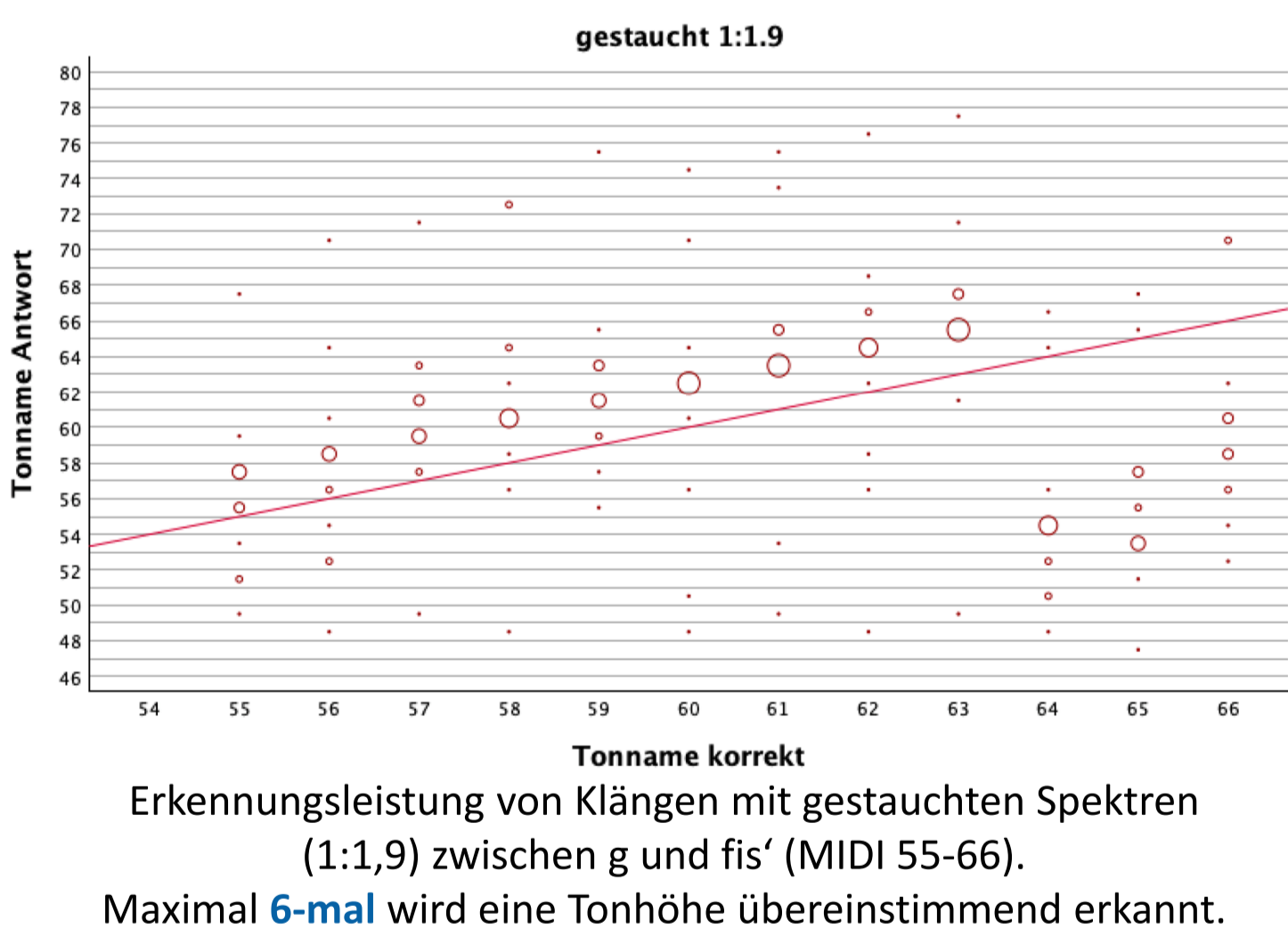
Klavierklänge wurden erwartungsgemäß besonders gut erkannt, sowohl in gewohnter gleichschwebend-temperierter Stimmung als auch – bei größerer Halbtontoleranz – bei starker **Verstimmung** der Tonhöhen zwischen 40 und 60 Cent.



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 alterierten **Teiltonreihen** auftretenden Phänomene lassen sich psychoakustisch erklären.