



Theresa Angles, *1995

Schule:
Musikgymnasium Schloss Belvedere,
Weimar

Eingang der Arbeit:
Oktober 2015

Zur Veröffentlichung angenommen:
März 2016

Hören Streicher besser als Bläser?

Eine Untersuchung der Einflüsse auf die Gehörbildung Jugendlicher am Spezialgymnasium für Musik

Dass Streicher besser Hören als Bläser ist in Jugendorchestern ein weit verbreitetes und kontinuierlich diskutiertes Klischee. Trotzdem wurde dieses Thema bisher nicht wissenschaftlich erforscht. Die vorliegende Untersuchung will daher klarstellen, welche Einflussfaktoren auf die Gehörbildung von Jugendlichen, die sich in der Ausbildung zu professionellen Musikern befinden, wirken.

1 Hören als Grundlage für das Musizieren

1.1 Zur Bedeutung des Hörens

Der Hörsinn ist in seiner primären biologischen Funktion für alle Menschen von immenser Bedeutung. Das Gehör dient zuallererst der Lokalisation von Schallwellen in der Umgebung des Hörenden, die durch Bewegungen entstehen. Solche Schallquellen werden hinsichtlich ihrer Bedeutung für das Individuum ausgewertet und dahingehend überprüft, ob eine Reaktion nötig ist. [1] Des Weiteren bietet der Besitz eines Hörsinns die Grundlage für die menschliche Kommunikation durch Sprache. Musik ist letztendlich „nur“ ein kulturelles Erlebnis, welches dem Rezipienten durch auditive Wahrnehmung ein positives Erlebnis ermöglichen soll. [2]

Für den Musiker selbst steht allerdings zum Zeitpunkt des Musizierens das Hören um der Musik Willen im Mittel-

punkt. Da das erzeugte Produkt, also die Musik, vorrangig ein akustisches Produkt ist, muss der erzeugte Klang vom Musiker während des Musizierens permanent auf Klangqualität und -schönheit, Tonhöhe (Intonation), Dynamik etc. überprüft werden. Beim Zusammenspiel mehrerer Instrumentalisten muss außerdem von den Spielern kontinuierlich überprüft werden, ob die einzelnen Stimmen noch exakt übereinanderliegen („Zusammenspiel“). Durch möglichst schnelles Reagieren auf das Gehörte kann und muss der Musiker das Klangergebnis während des Musizierens beeinflussen.

Das gilt natürlich insbesondere für Profimusiker und solche, die sich in der Ausbildung dazu befinden (also auch Musikgymnasiasten), da für sie ein besonderer Leistungsanspruch besteht. Die Entwicklung des Gehörs wird vor allem durch das tägliche Üben und den Unterricht auf dem jeweiligen Hauptfachinstrument

vorangetrieben. Zusätzlich erhalten die meisten Jugendlichen, die eine professionelle Ausbildung anstreben, zusätzlich Gehörbildungsunterricht, dieser ist auch fester Bestandteil des Curriculums an den deutschen Musikgymnasien. [3] Während sich dieser Gehörbildungsunterricht vor allem auf das hörende Erkennen musikalischer Strukturen (Intervalle, Akkorde, etc.) beschränkt, [4] stehen in der Instrumentalausbildung vor allem Klangqualität und -schönheit sowie die Entwicklung einer möglichst genauen Intonationsvorstellung im Mittelpunkt.

1.2 Grundlagen des Hörens - Anatomie und Physiologie des Ohres

Das Gehör ist das für den Musiker wohl wichtigste Sinnesorgan. Im Ohr werden Schallreize von mechanischen Wellen in elektrische Signale transduziert, um im Gehirn verarbeitet werden zu können. Ein solcher Schallreiz ist eine Luftdruckschwankung, die sich von der Schallquel-

le aus durch die Luft bis zum Ohr des Hörenden wellenartig ausbreitet. Der von einem Instrument erzeugte Klang ist neben der Frequenz (Tonhöhe) der zugrunde liegenden Schwingung stets abhängig von weiteren Faktoren, etwa Lautstärke (also Amplitude der Schwingung), Art der Klangerzeugung sowie Obertonreichtum (Obertöne sind Töne, deren Frequenz ein ganzzahliges Vielfaches des Grundtons beträgt; durch die Bauweise vieler Instrumente klingen sie beim Musizieren oft mit). Aus der Notwendigkeit, die eintreffenden Schallreize adäquat weiterleiten und umwandeln zu können, ergibt sich der komplexe Aufbau des Gehörs. [5]

1.2.1 Anatomie

Man unterteilt das Ohr in drei Teile: das äußere Ohr (*Auris externa*), das Mittelohr (*Auris media*), sowie das Innenohr (*Auris interna*). Hier befindet sich das eigentliche Hörorgan. Das äußere Ohr umfasst die von außen sichtbare Ohrmuschel (*Auricula*), den Gehörgang (*Meatus acusticus externus*), sowie das Trommelfell (*Membrana tympanica*), welches gleichsam das äußere Ohr gegenüber dem Mittelohr abgrenzt. Die Ohrmuschel besteht aus einer von Haut eingeschlossenen Knorpelplatte (*Cartilago auriculae*) und bildet einen Schalltrichter zum Gehörgang hin. Dieser ist s-förmig gekrümmt und endet am Trommelfell.

Das Trommelfell ist eine rundovale, ca. 75 mm² große Membran, an der der Hammer (*Malleus*) anliegt. Dieser gehört zur Gehörknöchelchenkette des Mittelohrs. Dabei sind Amboss (*Incus*) und Steigbügel (*Stapes*) dem Hammer über gelenkige Verbindungen nachgeschaltet. Der Hohlraum, in dem sich die Gehörknöchelchenkette befindet, wird als Paukenhöhle (*Cavitas tympani*) bezeichnet und ist über die Ohrtrumpete (*Tuba auditiva*) mit dem Rachenraum verbunden. Dadurch wird ein Druckausgleich mit der Umgebung gewährleistet, der es dem Trommelfell möglich macht, frei zu schwingen. Paukenhöhle und Ohrtrumpete gehören ebenfalls zum Mittelohr. Die Grenze zum Innenohr bildet das ovale Fenster (*Finestra vestibuli*), wo der Steigbügel an dessen Membran (*Membrana stapedialis*) anliegt. Das Innenohr liegt gänzlich im Inneren des knöchernen Felsenbeins. Hinter dem ovalen Fenster liegt das

Labyrinth, ein knöchernes Hohlraumsystem (*Labyrinthus osseus*) mit analog geformten membranösem Labyrinth. Das knöcherne Labyrinth ist mit einer Flüssigkeit (*Perilymphe*) gefüllt. Darin „schwimmt“ das membranöse Labyrinth, welches wiederum mit einer anderen Flüssigkeit (*Endolymphe*) gefüllt ist. Gleichgewichtsorgan und Hörorgan sind über die Endolymphräume miteinander verbunden und damit auch zur Kommunikation fähig. Das Labyrinth ist unterteilt in das vestibuläre Labyrinth die Bogengänge (*Ductus semicirculares*), welches das Sinnenepithel des Gleichgewichtsorgan enthält, sowie das cochleäre Labyrinth. Dieses besteht aus einer knöchernen Gehörschnecke (*Cochlea*) mit membranösem Schneckengang (*Ductus cochlearis*) und wird auch als Schneckengang bezeichnet. Die Gehörschnecke verdankt ihren Namen ihrer schneckenhausähnlichen Form und windet sich etwa zweieinhalbmal um eine mittlere Achse (*Modiolus*).

Im Querschnitt des Schneckengangs erkennt man drei Kompartimente. In der Mitte befindet sich der membranöse Schneckengang. Dieser ist durch die Basilarmembran von dem unten liegenden Paukengang (*Scala tympani*) und durch die Reissnermembran von dem oben verlaufenden Vorhofgang (*Scala vestibuli*) abgegrenzt.

Der Vorhofgang endet direkt am ovalen Fenster. Der Paukengang grenzt am runden Fenster (etwas unterhalb des ovalen Fensters) ebenfalls an die Paukenhöhle. Paukengang und Vorhofgang sind an der Spitze der *Cochlea* miteinander verbunden. Am Boden des Schneckengangs, auf der Basilarmembran, befindet sich das Corti-Organ. Dieses ist ein System von Sinnes- und Stützzellen, an der Oberseite liegt die gallertartige Tektorialmembran (*Membrana tectoria*) auf. Die eigentlichen Sinneszellen des Corti-Organs sind die Haarzellen (*Cilien*). Sie sind in mehreren Reihen angeordnet und werden in innere und äußere Haarzellen unterschieden. Außerdem sind diese Sinneszellen mit dem Hörnerv (*N. cochlearis*) verbunden. [6]

1.2.2 Physiologie

Erreicht nun ein Schallreiz (also eine mechanische Schallwelle) das Ohr, so durchläuft die Welle zunächst den Ge-

hörgang und versetzt das Trommelfell in Schwingung. Dadurch verschiebt sich die Gehörknöchelchenkette und der Steigbügel kippt auf das ovale Fenster, was wiederum eine Wanderwelle in der Flüssigkeitssäule des Vorhofgangs auslöst. Durch den Größenunterschied von Trommelfell und ovalem Fenster sowie durch die Hebelwirkungen in der Gehörknöchelchenkette wird die Welle um das 22-fache verstärkt. Dadurch wird der höhere Wellenwiderstand in der Flüssigkeit gegenüber der Luft kompensiert. Die vom Steigbügel verursachte Welle „wandert“ bis zur Spitze des Schneckengangs, wo sie sich auch in den Paukengang ausbreitet. Durch diese Wanderwelle wird auch die Basilarmembran in Bewegung versetzt. Es entsteht eine Relativbewegung gegenüber der Tektorialmembran. Dadurch werden die Haarzellen abgelenkt (Deflektion). Dabei können positiv geladene Kalium-Ionen aus der Endolymphe in die Zelle einströmen, das Ruhemembranpotential der Zelle ändert sich, es entsteht ein Sensorpotential.

Dieses bewirkt die Ausschüttung eines bestimmten Neurotransmitters (vermutlich Glutamat). Diesen Vorgang der Umwandlung eines mechanischen in ein elektrisches Signal nennt man mechanoelektrische Transduktion. Das elektrische Signal wird über den Hörnerv an das Gehirn weitergeleitet. Die Haarzellen repolarisieren sich durch den Ausstrom der Kalium-Ionen durch spezielle Ionenkanäle, so können sie ein neues Signal weitergeben. Da die Zelle für die Transmitterfreisetzung und Repolarisation stets ein bestimmtes Zeitminimum benötigt, können Menschen nur Wellen mit einer Frequenz von bis zu 5 kHz wahrnehmen. [7]

Durch die Transmitterfreisetzung der Haarzelle wird eine Kette neuronaler Erregungen ausgelöst. Das Signal wird dabei über fünf bis sechs hintereinandergeschaltete Neurone vom Hörnerv über den Hirnstamm und die Hörbahn bis zum auditorischen Kortex weitergeleitet. In den Hörnervfasern bzw. den Neuronen der Hörbahn wird der Schallreiz zunächst nur adäquat codiert weitergeleitet. Dabei wird durch die Ermittlung von Laufzeitunterschieden zwischen rechtem und linkem Ohr bereits räumliches Hören möglich. In den „höheren“ Neuronen

können bestimmte Schallmuster erkannt werden. So kann zwischen sogenanntem Nutzschall und Störschall unterschieden werden, es erfolgt eine selektive Weiterleitung an den auditorischen Kortex. Wie genau die Schallinformation letztendlich entschlüsselt und verarbeitet wird ist noch weitgehend unklar, es wird jedoch vermutet, dass Wille (der Hörer konzentriert sich auf einen bestimmten Teil des Gehörten (etwa den Verlauf einer Stimme in einem polyphonen Musikstück)) und Lernprozesse (die zu hörenden Schallmuster müssen bekannt sein) eine wichtige Rolle spielen. [8]

Für den Musiker ist es nun von besonderer Bedeutung verschiedene Tonhöhen unterscheiden zu können. Die Wanderwelle im Schneckengang wird an einer Stelle plötzlich verstärkt (Wanderwellenmaximum). Der Ort der maximalen Verstärkung ist frequenzabhängig, hohe Töne (also hohe Frequenzen) erreichen ihr Wanderwellenmaximum in der Nähe des ovalen Fensters, tiefe Töne (niedrige Frequenzen) an der Schneckenspitze. Am Ort der maximalen Verstärkung werden auch die Haarzellen am stärksten gereizt, dadurch können verschiedene Tonhöhen unterschieden werden. Erreichen komplexe Schalle (etwa Akkorde aus zwei oder mehr voneinander verschiedenen Tönen) das Ohr, schwingt das Trommelfell nach einem komplexen Muster, das sich aus der Summe der Schwingungsmuster der Teiltöne ergibt. Auf der Basilmembran werden die einzelnen Töne gleichzeitig an unterschiedlichen Stellen (bedingt durch die frequenzabhängig lokalisierten Wanderwellenmaxima) abgebildet. [9]

1.3 Die Rolle des Hörens im musikalischen Lern- und Übeprozess

Töne entstehen mittelbar immer durch eine Bewegung des Musizierenden. Dabei kann das unmittelbar Klang erzeugende Medium sowohl der Körper des Musizierenden selbst (Gesang) als auch ein Instrument sein. Durch die grundsätzlich unterschiedliche Bau- und Funktionsweise verschiedener Instrumentengruppen sind unterschiedliche Bewegungen nötig, um Töne zu erzeugen. Diese Bewegungen sind oft sehr komplex. Um einen ästhetischen (bzw. bewusst nicht ästhetischen) Ton zu erzeugen, muss der Musizierende in der Lage sein, eine bestimmte Bewegungsab-

folge möglichst perfekt auszuführen. So ist das musikalische „Üben“ letztendlich motorisches Lernen, wobei, oft mit großer Wiederholungsanzahl, Bewegungsabläufe trainiert werden. Das Üben hebt sich durch die permanente auditive Selbstkontrolle von anderen motorischen Lernprozessen ab, das Gehör ist stets am Übeprozess beteiligt.

Altenmüller definiert den Übeprozess als „eine zielgerichtete musikalische Betätigung, die dem Erwerb, der Verfeinerung und dem Erhalt sensomotorischer, auditiver, visueller, struktureller und emotionaler Repräsentationen von Musik dient“, unter der Bedingung, dass es auch eine Form des mentalen Übens gibt, die keine motorische Tätigkeit voraussetzt, sowie dass beim Üben die „körperlichen Voraussetzungen zur Realisierung der mentalen Repräsentationen in Wechselwirkung von zentralem Nervensystem und Körperperipherie erworben werden“. [10] Letztendlich zielt das Üben auf das Erlernen eines motorischen Bewegungsprogramms, mit dessen Hilfe die ballistischen Bewegungen, die zur Klangerzeugung notwendig sind, letztendlich ohne eine permanente sensorische Rückkopplung gesteuert werden. [11] Dass dabei der auditive Aspekt eine entscheidende Rolle spielt, geht bereits aus der oben genannten Definition hervor.

Außerdem konnte nachgewiesen werden, dass bei musikalischen Laien nach einer kurzen Übesequenz am Klavier beim Hören von Klaviermusik auch die sensomotorischen Hirnareale aktiviert wurden, während beim Spielen auf einer stummen Klaviatur auch die auditiven Hirnregionen aktiviert wurden, ohne dass jeweils eine Bewegung oder ein akustischer Reiz gemessen werden konnte. Dieser Effekt konnte bei Profimusikern verstärkt beobachtet werden. [12] Dieses in Hannover durchgeführte Experiment belegt die enge Verknüpfung von Gehörsinn und Motorik bei Musikern insbesondere auch während des Übeprozesses.

2 Untersuchungen zu Einflüssen auf die Gehörbildung (Intonationshören)

2.1 Theoretische Grundlagen

Im Folgenden soll untersucht werden, welche Faktoren die Hörleistung eines Jugendlichen beeinflussen. Die vorlie-

gende Untersuchung beschränkt sich auf einen Aspekt des Hörens, das Intonationshören. Dafür sollen zunächst einige theoretische Grundlagen, die der Konzeption des durchgeführten Hörtests zugrunde liegen, erläutert werden.

2.1.1 Intonation

Als Intonation bezeichnet man unter anderem die „Art der Erzeugung, Formung, Gestaltung eines Tones, der Klangfarbe, des Treffens, Einhaltens oder Ähnliches eines Tones bei Sängern und Instrumentalisten“. [13] In der Musikpraxis des Solo- und Zusammenspiels wird damit das Treffen bzw. Halten eines Tones mit einer exakten Frequenz in Bezug auf einen festgelegten Referenzton bezeichnet. (Dieser Referenzton, das a1 wird auch als Kammerton bezeichnet.) Die Stimmung aller Instrumente orientiert sich an diesem Kammerton, der offiziell auf 440 Hz festgelegt wurde.

Jedoch werden in der Aufführungspraxis oftmals Frequenzen von 415 Hz („Alte Musik“) bis 443 Hz (großes Sinfonieorchester) benutzt. [14] Ein Ton einer solchen in einem exakten Verhältnis zum Referenzton stehenden Frequenz wird als „sauber“ bezeichnet. Solche exakt definierten Tonabstände bilden die Grundlage der mittelalterlichen modalen sowie der neuzeitlichen Dur-Moll-tonalen Harmonik. Ein Zusammenklang wird von Dur-Moll-tonal geschulten [15] Hörern nur dann als ästhetisch wahrgenommen, wenn die Einzeltöne zueinander im richtigen Verhältnis stehen, also „sauber“ sind. Damit wird Intonation zu einer Kategorie anhand derer man eine Interpretation eines Werkes objektiv beurteilen kann. Je nach Instrument (bei einigen Instrumenten wie etwa Tasteninstrumenten (Klavier, Orgel) kann die Intonation durch den Spieler nicht beeinflusst werden, bei anderen (Streichinstrumente etc.) muss jeder Ton vom Spieler passend intoniert werden) stellt die Schulung des Gehörs hinsichtlich eines guten Intonationsvermögens einen wichtigen Teil der Ausbildung professioneller Musiker (hier: Spezialschüler) dar.

2.1.2 Intervalle

Als Intervall werden zwei Töne bezeichnet, die sukzessive oder simultan erklingen. [16] Dabei stehen die Frequenzen der beiden Töne in einem bestimmten Verhältnis zueinander. Diese

Verhältnisse wurden bereits in der Antike vermutlich von Pythagoras durch natürliche Saitenteilung entdeckt. Ein Intervall kann verschieden viele sogenannte „Halbtöne“ (der kleinste Tonabstand in der Dur-Moll-tonalen Musik) enthalten. Man unterscheidet reine Intervalle (Prime, Oktave, Quarte und Quinte) von denjenigen Intervallen, die jeweils als „große“ und „kleine“ Intervalle existieren (Sekunde, Terz, Sexte, Septe). Eine Sonderform bildet der Tritonus, der als eine um einen Halbton verkleinerte Quinte oder als eine um einen Halbton vergrößerte Quarte aufgefasst werden kann. Des Weiteren gibt es Intervalle, die größer sind als die zwölf Halbtöne, die eine Oktave umfasst. Diese können jedoch als Zusammensetzung einer Oktave und eines der genannten Intervalle aufgefasst werden und finden deshalb in der vorliegenden Untersuchung keine Beachtung. Des Weiteren wird in dieser Untersuchung die Prime (Einklang) nicht betrachtet, da ausschließlich „Zweiklänge“ betrachtet werden sollen.

2.1.3 Stimmung

Die pythagoräischen Schwingungsverhältnisse sind in der Musikpraxis nicht immer ohne weiteres anwendbar. In der pythagoräischen Stimmung entstehen die Töne durch das Übereinanderschichten der durch das Schwingungsverhältnis 3:2 charakterisierten Quinte. Geht man vom Grundton C aus, resultiert letztendlich ein H_{is}, das nicht exakt mit dem Ausgangston C identisch ist, obwohl es dem Prinzip der enharmonischen Verwechslung nach identisch sein müsste. [17] Dieser Frequenzunterschied wird als pythagoräisches Komma bezeichnet. Demzufolge lassen sich nicht alle Tonarten auf einem pythagoräisch gestimmten Tasteninstrument sauber spielen.

In der zeitgenössischen Musikpraxis verwendet man die gleichschwebende Stimmung. Dabei sind die zwölf Halbtöne einer Oktave (bzw. die Halb- und Ganztonschritte einer Skala) in zwölf exakt gleiche Tonabstände eingeteilt (je 100 Cent pro Halbtonschritt). [18] Dadurch sind zwar die einzelnen Intervalle auf solchen gleichschwebend gestimmten Tasteninstrumenten nicht ganz sauber, jedoch ist die Frequenzdifferenz wesentlich geringer als das pythagoräische Komma, weswegen diese

Stimmung auch bei der vorliegenden Untersuchung Anwendung findet.

2.2 Methodik

2.2.1 Konzeption und Durchführung

Um die Hörleistung der Spezialschüler zu ermitteln, wurde mit Schülern des Musikgymnasiums Schloss Belvedere ein Hörexperiment durchgeführt. Aus Kapazitätsgründen beschränkt sich dieser Test auf das Intonationshören.

Das Hörexperiment besteht aus zwei Teilen. Den ersten Teil bildet ein eigens dafür entwickelter Fragebogen, auf dem persönliche Angaben gemacht werden sollten. Damit konnten folgende potentielle Einflussfaktoren auf die Intonations-Hörleistung erfasst werden: Alter, Dauer des Besuchs der Spezialschule, Instrumental- bzw. Nebenfachinstrumenten), kulturelles Umfeld bzw. familiäre Prägung (Beziehung von Eltern und Geschwistern zur Musik; Berührungspunkte mit professioneller Musik vor Übertritt an die Spezialschule) sowie Überverhalten (Quantität des Übens unter intonatorischen Gesichtspunkten, Motivation).

Den zweiten Teil bildet das eigentliche Hörexperiment, bei dem den Probanden 72 Intervalle vorgespielt wurden. Es handelte sich dabei um mithilfe des Open-Source-Programmes „Musescore“ künstlich erzeugte Klavier-Klänge. Jedes der 12 Intervalle zwischen einer kleinen Sekunde und einer Oktave erklang insgesamt sechsmal. Dabei wurden die Intervalle gleichmäßig aufgeteilt in je 36 zu hoch bzw. zu tief gestimmte Intervalle sowie in je 36 Intervalle bei denen der obere bzw. der untere Ton verstimmt waren. Außerdem erklangen jeweils 24 Intervalle in tiefer, mittlerer bzw. hoher Lage (die Lagen wurden wie folgt festgelegt: tiefe Lage: A¹-c; mittlere Lage: c-f¹; hohe Lage: f¹-c¹). Weiterhin waren jeweils 24 Intervalle in gleichem Maße verstimmt, um 35, 30 bzw. 25 Cent (das entspricht $\sim 1/6$ -Ton, $\sim 1/7$ -Ton bzw. $1/8$ -Ton). Dabei wurde von der gleichschwebenden Stimmung ausgegangen, bei der jeder Halbtonschritt einen Abstand von 100 Cent aufweist.

Durch eine gleichmäßige Verteilung der Intervalle auf ebendiese Kriterien kann einerseits gewährleistet werden, dass auf-

grund der bezüglich der sehr speziellen Höraufgabe doch recht vielfältigen Aufgabenstellung die Hörleistung möglichst umfassend erfasst werden kann. Andererseits ergibt sich durch die Einteilung der Intervalle in die genannten Kategorien ein größerer Informationsgehalt für die Auswertung der Studie, da die Einflüsse der in Teil 1 des Tests erfragten Parameter auf verschiedene Kategorien von Intervallen untersucht werden können.

Das Hörexperiment wurde am 07.07.2014 im großen Saal des Musikgymnasiums Schloss Belvedere Weimar durchgeführt. Probanden waren 65 Schüler dieses Musikgymnasiums im Alter von 11 bis 18 Jahren. Zunächst wurden die Schüler gebeten, den Fragebogen auszufüllen. Danach wurden die 72 Intervalle je zweimal vorgespielt. Dabei wurde jeweils zuerst der Ton angeschlagen, der sauber gestimmt war, der zweite, verstimmt wurde jeweils kurz danach angeschlagen. Die Schüler hatten auf einem Antwortbogen die Möglichkeit anzukreuzen, ob sie den zweiten Ton als „zu tief“, „sauber“ oder „zu hoch“ empfanden.

2.2.2 Auswertung

Die Auswertung der gewonnenen Daten erfolgte mithilfe statistischer Methoden. Als Wert für die Intonations-Hörleistung der Probanden wurde die Anzahl der jeweils richtig gehörten Intervalle (=erreichte Gesamtpunktzahl) herangezogen. Dieser Wert wurde zu den erfragten Faktoren in Beziehung gesetzt. Zum Teil waren diese Faktoren schon als Zahlenwerte angegeben (z.B. Alter oder Ausbildungsdauer jeweils in Jahren); die anderen erfragten Einflüsse wurden in Zahlenwerte übertragen.

Zum kulturellen Umfeld wurden drei Fragen gestellt. Dabei waren jeweils verschiedene Antwortmöglichkeiten gegeben, die abgestuft mit einem Zahlenwert bewertet wurden. Die Summe aus den drei Fragen wurde als Wert für das kulturelle Umfeld betrachtet. Dabei ging die Beziehung der Eltern zur Musik mit maximal 2 Punkten, die Beziehung von Geschwistern/nahen Verwandten mit maximal einem Punkt und die Häufigkeit des Besuchs kultureller Veranstaltungen mit maximal 4 Punkten in die Bewertung ein, sodass für die kulturelle Prägung Werte zwischen 0 und 7 erreicht

werden konnten. Das Übeverhalten wurde analog der kulturellen Prägung ebenfalls in einen Zahlenwert umgewandelt. Hier ging die Häufigkeit des Übens von Intonation mit maximal 4 Punkten und die Motivation zu Üben mit maximal 3 Punkten in die Bewertung ein, sodass ebenfalls Werte zwischen 0 und 7 erreicht werden konnten.

Die Daten wurden mithilfe von Regressionsanalysen von über OpenOffice-Tabellenkalkulation erstellten Diagrammen ausgewertet. Dabei steht jeweils der Anstieg der Regressionsgeraden für die Einflussstärke des jeweiligen Faktors auf die Hörleistung.

Für die Auswertung des Geschlechts sowie des Hauptfachinstrumentes wurde jeweils der t-Test für unabhängige Stichprobengruppen zur Feststellung von eventuell bestehenden signifikanten Unterschieden genutzt. Die t-Werte wurden mit Hilfe des Online-Programms „QuickCalcs“ [19] berechnet. Dabei wurde von einem Signifikanz-Niveau von $\alpha = 0,05$ ausgegangen.

2.3 Ergebnisse

An dem durchgeführten Hörtest nahmen 65 Schüler des Musikgymnasiums Schloss Belvedere teil. Die Schüler waren zwischen 11 und 18 Jahren alt. Darunter waren 26 Streicher (15 mal Violine, 2 mal Viola, 6 mal Cello, 3 mal Kontrabass), 16 Holzbläser (3 mal Querflöte, 6 mal Klarinette, 2 mal Oboe, 2 mal Fagott, 3 mal Blockflöte), 6 Blechbläser (3 mal Horn, 1 mal Trompete, 2 mal Posaune) sowie 17 weitere (2 mal Schlagwerk, 6 mal Klavier, 1 mal Akkordeon, 5 mal Gitarre, 1 mal Gesang, 1 mal Harfe, 1 mal Orgel), die im Folgenden als Gruppe der „Sonstigen“ bezeichnet werden (Abb. 1). Von den insgesamt 72 Intervallen wurden maximal 66 und minimal 13 Intervalle richtig gehört.

2.3.1 Geschlecht

Zwar ergibt die rechnerische Auswertung beider Geschlechtergruppen einen signifikanten Unterschied in der Hörleistung zugunsten der weiblichen Probanden ($t = 0,0285$), jedoch besteht eine hohe Diskrepanz innerhalb der Geschlechtergruppen bezüglich Anzahl (28 männliche und 37 weibliche Probanden) und Instrumentenverteilung (weiblich: hauptsächlich hohe Streicher, Holzblä-

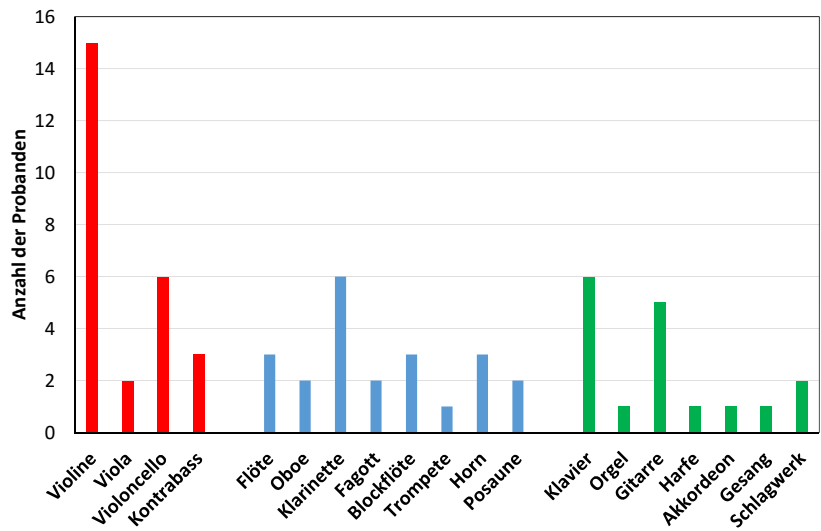


Abb. 1: Instrumentenverteilung der Probanden, geordnet nach Streichern (rot), Bläsern (blau), Sonstige (grün).

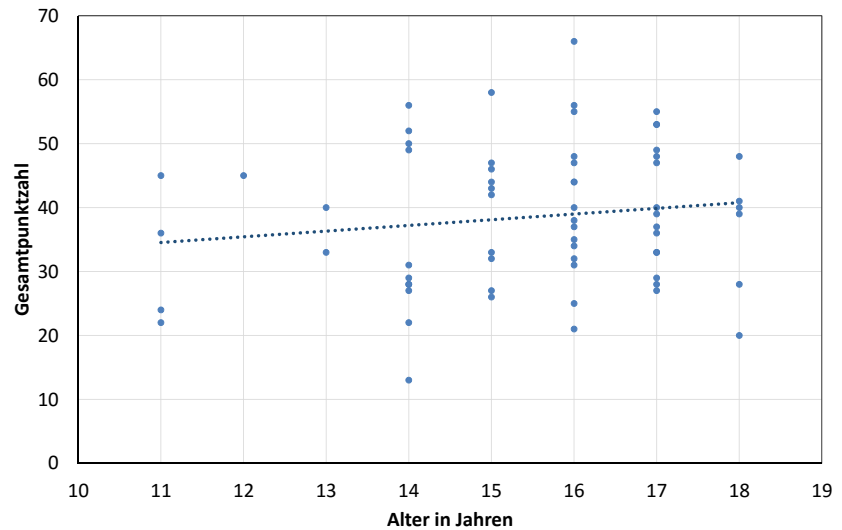


Abb. 2: Von den Probanden erreichte Gesamtpunktzahl in Abhängigkeit des Alters, mit Regressionsgerade.

Faktor	Anstieg der Regressionsgeraden
Ausbildungsdauer auf dem Hauptfachinstrument	0,31
Ausbildungsdauer an der Spezialschule	0,51
Alter	0,89
Kulturelles Umfeld	1,45
Übeverhalten	2,15

Tab. 1: Wichtige Einflussfaktoren und deren Einfluss auf die Gehörbildung (Anstieg der Regressionsgeraden).

ser, männlich: vor allem Gitarre, Klavier, Blechbläser). Vergleicht man die Geschlechter nun innerhalb einzelner Instrumentengruppen, ergibt sich in keiner der Instrumentengruppen ein signifikanter Unterschied. Somit kann man davon

gehen, dass das Geschlecht keinen Einfluss auf die Intonations-Hörleistung hat.

2.3.2 Alter

Die Abb. 2 zeigt die jeweils erreichte Punktzahl (Anzahl der richtig gehörten

Intervalle) in Abhängigkeit vom Alter des Probanden. Dunkelblau eingefügt ist die lineare Regressionsgerade, die den Zusammenhang zwischen einer fest vorgegebenen Einflussgröße (hier: Alter) und einer Zufallsgröße (hier: erreichte Gesamtpunktzahl) modelliert. Die Steigung der Regressionsgerade ist ein Maß für einen möglichen direkten Zusammenhang (Tab. 1). Die Steigung der Regressionsgerade für den Zusammenhang von Alter und erreichter Gesamtpunktzahl beträgt 0,89. Man kann also für den durchgeführten Hörtest festhalten, dass mit zunehmendem Alter im Durchschnitt zunehmend bessere Werte erzielt werden. Das Alter muss also als Einflussfaktor auf die Gehörbildung berücksichtigt werden.

2.3.3 Hauptfach-Instrument

Um die Gesamtergebnisse bezüglich des Instrumentes auswerten zu können, wurden die Probanden nach dem jeweiligen Hauptfach-Instrument in vier Gruppen aufgeteilt (Streicher, Holzbläser, Blechbläser sowie die Sonstigen). Es zeigt sich, dass die Streicher durchschnittlich die besten Werte erzielen (Abb. 3) und signifikant ($t = 0,006$ für Streicher/Holzbläser) besser hören als die anderen Gruppen. Es folgen Holzbläser und Blechbläser, deren Durchschnittswerte nur eine geringe Differenz aufweisen (keine Signifikanz, $t = 0,7613$). Beide Bläsergruppen erzielten noch signifikant bessere Werte als die Sonstigen. Gründe für diese Unterschiede liegen vermutlich in der Unterschiedlichkeit des Baus und der Spieltechnik der verschiedenen Instrumente, denn nicht auf allen Instrumenten kann der Spieler die Intonation variieren. Demzufolge hängt es stark vom Instrument ab, ob man ein gutes Intonations-Hörvermögen entwickeln kann.

2.3.4 Ausbildungsdauer auf dem Hauptfach-Instrument

Zu den persönlichen Angaben zählte auch die Dauer der Ausbildung auf dem jeweiligen Hauptfachinstrument in Jahren. Abb. 4 zeigt wiederum die erreichte Gesamtpunktzahl, hier in Abhängigkeit von der Unterrichtsdauer auf dem Hauptfachinstrument. Hierbei kann lediglich ein schwacher Zusammenhang zwischen zunehmender Unterrichtsdauer und zunehmender Gesamtpunktzahl beobachtet werden (Steigung

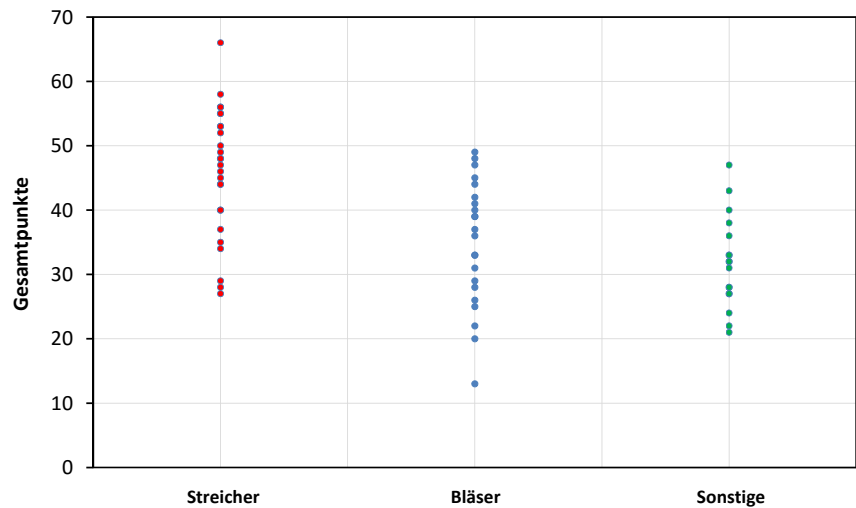


Abb. 3: Gesamtpunktzahlen geordnet nach Instrumentengruppen (Streicher (Mittelwert = 45,93), Bläser (Mittelwert = 37,64), Sonstige (Mittelwert = 31,88)).

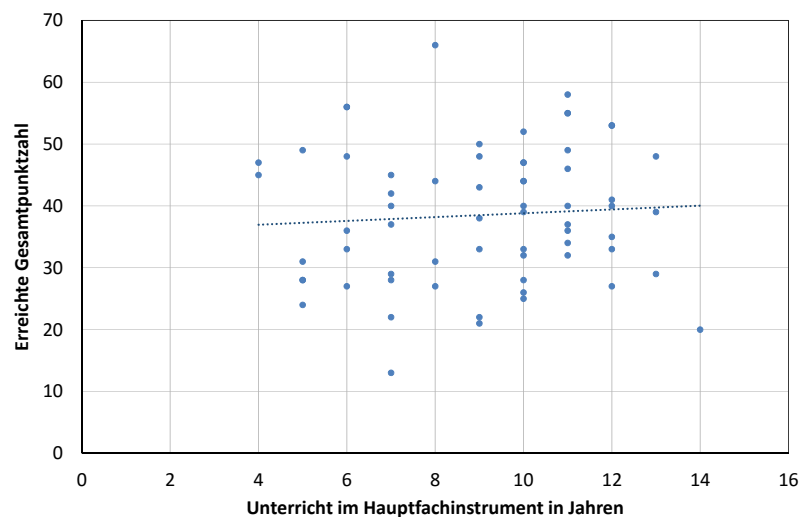


Abb. 4: Gesamtpunktzahlen in Abhängigkeit des Unterrichts auf dem Hauptfachinstrument.

der Regressionsgeraden = 0,31). Dieser nur schwache Zusammenhang legt den Schluss nahe, dass Faktoren wie z. B. der Typ des Hauptfachinstrument (dessen Bezug zur Intonations-Hörleistung) oder das Übeverhalten einen größeren Einfluss auf die Hörleistung haben als die Unterrichtsdauer im Allgemeinen. Auch innerhalb einer Instrumentengruppe lässt sich kaum ein Zusammenhang zwischen Unterrichtsdauer und Hörvermögen feststellen, jedoch lassen sich deutliche Unterschiede zwischen den Instrumentengruppen sowie ein deutlicher Zusammenhang zwischen Übeverhalten und Hörleistung feststellen. Daher kann davon ausgegangen werden, dass die Unterrichtsdauer auf dem jeweiligen Instrument eine untergeordnete Rolle bei der Ausbildung des Intonations-Hörvermögens spielt.

2.3.5 Dauer der Ausbildung an der Spezialschule

Abb. 5 (Seite 20) lässt einen mäßig ausgeprägten Zusammenhang zwischen der erreichten Gesamtpunktzahl und den an der Spezialschule verbrachten Schuljahren erkennen (Anstieg der Regressionsgerade = 0,51). Für die meisten Schüler bedeutet der Übertritt an die Spezialschule eine deutliche Professionalisierung der musikalischen Ausbildung, resultierend aus dem Anspruch und Selbstbild der Spezialschulen (regelmäßiger Unterricht bei Professoren und Lehrbeauftragten der jeweiligen Hochschulen, Vorbereitung auf Studium und Berufsleben). [20] Diese Professionalisierung intensiviert sich mit fortschreitendem Alter und Näherücken der Aufnahmeprüfung für das Instrumental- bzw. Vokalstudium, was oft mit einer langen Ausbildung an der

Spezialschule einhergeht. Diese Professionalisierung äußert sich unter anderem in der Entwicklung eines möglichst guten Hörvermögens. Dieses Hörvermögen schließt allerdings nicht bei allen Instrumenten die Intonation ein, da nicht auf jedem Instrument der Spieler während des Musizierens die Intonation beeinflussen kann. Damit erklärt sich der mäßige Zusammenhang zwischen den an der Spezialschule verbrachten Zeit und dem Hörvermögen bezüglich der Intonation.

2.3.6 Kulturelles Umfeld

Im ersten Teil des Tests wurde das kulturelle Umfeld der Probanden erfragt. Dabei wurden sowohl die Beziehung naher Verwandter zu Musik als auch die Häufigkeit des Besuchs musikalisch-kultureller Veranstaltungen (Konzert, Oper, Ballett) im Elternhaus untersucht. Die gegebenen Antwortmöglichkeiten wurden mit Zahlenwerten versehen, sodass sich für jeden Probanden ein Wert ergibt, der die Intensität der musikalisch-kulturellen Prägung verdeutlichen soll. Dieser Wert erstreckt sich von 0 (Eltern und andere nahe Verwandte machen selbst keine Musik, der Proband hat vor Übertritt an die Spezialschule nie musikalische Veranstaltungen besucht) bis 7 (Eltern sind Berufsmusiker, andere nahe Verwandte machen ebenfalls Musik, der Proband besuchte vor Übertritt an die Spezialschule regelmäßig mit den Eltern musikalische Veranstaltungen).

Die ermittelten Werte zeigen einen nicht unerheblichen Zusammenhang zwischen kultureller Prägung und dem erzielten Gesamtergebnis (Steigung der Regressionsgerade = 1,45). Daher kann man davon ausgehen, dass der Umgang mit (professioneller) Musik im Elternhaus im Kindheits- und Jugendalter das Hörvermögen auch bezüglich der Intonation insofern fördert, als dass sie zur Entwicklung einer guten Intonationsvorstellung beiträgt.

2.3.7 Übeverhalten

Ähnlich wie in Kapitel 2.3.6 wurde das Übeverhalten über mehrere Teilfragen (Quantität und Motivation) ermittelt und aus den Antwortmöglichkeiten ein Zahlenwert gebildet. Dieser lag wiederum zwischen 0 (beschäftigt sich sehr selten bzw. nie und gar nicht gerne mit

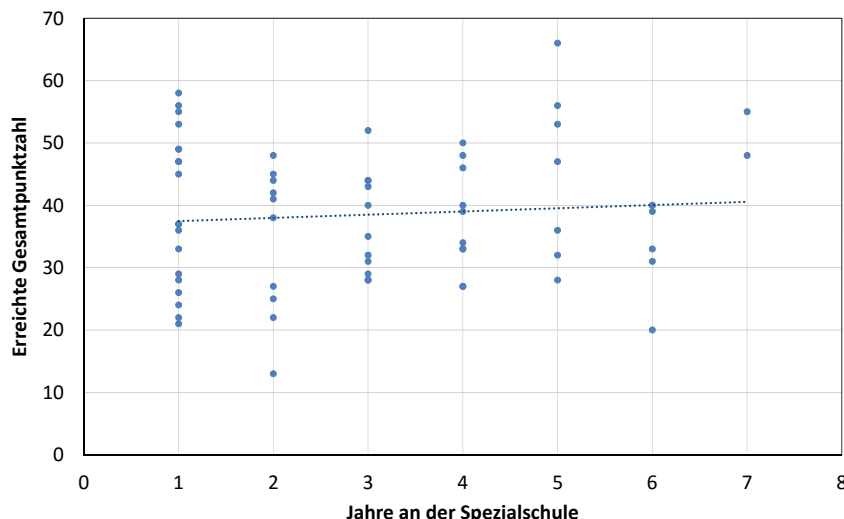


Abb. 5: Gesamtpunktzahlen in Abhängigkeit von den Jahren an der Spezialschule.

dem Üben von Intonation) und 7 (beschäftigt sich täglich und selbstständig sowie sehr gerne mit dem Üben von Intonation). Die Steigung der Regressionsgerade beträgt hier 2,15. Das Übeverhalten hat also einen immensen Einfluss auf die Entwicklung einer guten Hörleistung.

Es muss jedoch angemerkt werden, dass das Übeverhalten auch vom Instrument abhängig ist. Eine Beschäftigung mit Intonation kann nur erfolgen, wenn Bau und Spieltechnik des jeweiligen Instrumentes eine intonatorische Regulation ermöglichen.

2.3.8 Hörleistung in verschiedenen Tonlagen

Es wurde untersucht, ob es eine Übereinstimmung gibt zwischen der Lage des Instruments des Probanden und dem individuellen Hörvermögen. Zur Auswertung der Ergebnisse wurden die Probanden nach ihrem jeweiligen Instrument in drei Gruppen (hohe Instrumente, Instrumente der Mittellage, tiefe Instrumente) eingeteilt. Als Einteilungskriterien wurden die gleichen Tonraumgrenzen verwendet wie bei der Einteilung der Intervalle. Diejenigen Instrumente, deren Tonumfang die Grenzen der mittleren Lage um mindestens drei Ganztöne über- oder unterschreitet werden als Hohe beziehungsweise Tiefe Instrumente klassifiziert, auch wenn ein Teil ihres Tonumfangs in der mittleren Lage liegt.

Es zeigt sich, dass alle Instrumentengruppen in der mittleren Lage signifi-

kant besser hören als in den „Randlagen“, und dass zwischen der hohen und der tiefen Lage bei keiner Instrumentengruppe ein signifikanter Unterschied zu verzeichnen ist. Es kann also festgestellt werden, dass fast alle Spezialschüler in der Mittellage (der Frequenzraum, in dem auch die Sprache liegt), am besten Hören.

2.3.9 Grad der Verstimmung

Hinsichtlich der unterschiedlich starken Verstimmung konnten zwischen den leicht verstimmt (25 Cent), mäßig verstimmt (30 Cent) und stark verstimmt (35 Cent) Intervallen keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

2.3.10 Generelles Tonhöhenunterscheidungsvermögen

Die Probanden hatten auf dem Antwortbogen die Möglichkeit anzugeben, dass sie ein Intervall als sauber empfinden, obwohl keine sauberen Intervalle vorgespielt wurden. Die Auswertung zeigt, dass diejenigen Probanden, die eine hohe Gesamtpunktzahl erreichen konnten auch generell besser zwischen sauber und unsauber unterscheiden konnten, also weniger Intervalle als sauber angaben.

2.4 Fehlerbetrachtung

Bei den den Probanden vorgespielten Intervallen handelte es sich aus technischen Gründen um Klavier-Klänge (Grundton mit Obertönen) und nicht um reine Sinustöne, sodass die Intervalle nicht perfekt sauber sein konnten. Da man in der Musikpraxis jedoch auch

keine Sinustöne sondern Klänge vorfindet sowie aufgrund des minimalen Unterschiedes zwischen Sinuston und Klang soll dieser Unterschied als vernachlässigbar angenommen werden. Ein weiteres Problem dieser Untersuchung stellt die hohe Fluktuation innerhalb der verschiedenen Instrumentengruppen dar. Prinzipiell kann eine Studie mit 65 Probanden keine repräsentative Studie sein. Da sich die vorliegende Arbeit allerdings auf eine enorm kleine Bevölkerungsgruppe bezieht (circa 400 Musikgymnasiasten in Deutschland) [21] umfasst die vorliegende Studie mit

mehr als 15 % der Untersuchungsgruppe einen recht großen Teil ebendieser, sodass eine gewisse Repräsentativität und Validität gewahrt bleibt.

3 Zusammenfassung

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass Streicher in Bezug auf die Intonation durchaus besser Hören als andere Instrumentengruppen. Neben dem Instrument haben auch kulturelles Umfeld und Überverhalten sowie das Alter großen Einfluss auf das Hörvermögen. Andere Faktoren wie die Dauer der Ausbildung haben ebenfalls (wenn auch in

geringerem Maße) Einfluss auf die Entwicklung eines guten Hörvermögens. Die Fähigkeit Intonationsunterschiede wahrzunehmen ist also multifaktoriell bedingt. Der große Einfluss des kulturellen Umfeldes unterstreicht den Ansatz der Frühförderung durch Berührung mit Kultur. Offen bleibt die Frage nach der Ursache der Bedeutung einiger Faktoren wie etwa des Alters. Um diesen Aspekt weiterzuverfolgen, könnten Untersuchungen an Musikern und Nichtmusikern verschiedenen Alters zur generellen Tonhöhenunterscheidungsfähigkeit durchgeführt werden.

Quellenverzeichnis

- [1] Bruhn, Herbert; Kopiez, Reinhard (Hrsg.): Musikpsychologie. Das neue Handbuch. Rowohlt Taschenbuch Verlag, Reinbeck b. Hamburg 2008, S. 17ff.
- [2] ebenda S. 19f
- [3] <http://www.musikgymnasium-belvedere.de/ausbildung.html>; 10.10.2014
- [4] Thüringer Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur: Lehrplan für den Erwerb der allgemeinen Hochschulreife Musik 2012. S. 34ff. In: <https://www.schulportal-thueringen.de/web/guest/media/detail?tspi=2841>; 10.10.2014
- [5] Schmidt, Robert F.; Schaible, Hans-Georg (Hrsg.): Neuro- und Sinnesphysiologie. Springer Medizinverlag, Heidelberg 2006, S. 287ff.
- [6] Schünke, Michel; Schulte, Erik; Schumacher, Udo: Prometheus LernAtlas der Anatomie. Kopf, Hals und Neuroanatomie : 123 Tabellen. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 2012, S. 136-146
- [7] Schmidt, Robert F.; Schaible, Hans-Georg (Hrsg.): Neuro- und Sinnesphysiologie. Springer Medizinverlag, Heidelberg 2006, S. 293ff.
- [8] Schmidt, Robert F.; Schaible, Hans-Georg (Hrsg.): Neuro- und Sinnesphysiologie. Springer Medizinverlag, Heidelberg 2006, S. 304ff.
- [9] Hellbrück, Jürgen: Hören. Physiologie, Psychologie und Pathologie. Horgrefe, Göttingen 1993, S.117f.
- [10] Altenmüller, Eckhart: Hirnphysiologische Grundlagen des Übens. In: Mahlert, Ulrich (Hrsg.): Handbuch Üben. Breitkopf & Härtel, Berlin 2005, S. 47
- [11] ebenda, S. 53
- [12] ebenda, S. 56f.
- [13] <http://www.duden.de/rechtschreibung/Intonation#Bedeutung3>; 07.09.2014
- [14] Strzysch-Siebeck, Marianne (Red. Leitung): Der Brockhaus Musik. Komponisten, Interpreten, Werke, Sachbegriffe. F.A. Brockhaus, Mannheim 2001, S. 361
- [15] ebenda, S. 299
- [16] Strzysch-Siebeck, Marianne (Red. Leitung): Der Brockhaus Musik. Komponisten, Interpreten, Werke, Schbegriffe. F.A. Brockhaus, Mannheim 2001, S. 335f.
- [17] Faragó, Zoltán: Stimmung von Tasteninstrumenten. S. 2f. In: http://www.farago.info/hobby/stimmungen/Stimmungen_von_Tasteninstrumenten.pdf; 21.10.2014
- [18] ebenda, S. 10f.
- [19] <http://www.graphpad.com/quickcalcs/ttest1.cfm> (26.02.2015, 15:34)
- [20] <http://www.musikgymnasium-belvedere.de/lehrer.html>; 28.10.2014
- [21] <http://www.musikgymnasium-berlin.de/index.php/de/profil/schule-besonderer-paedagogischer-praegung>; <http://www.musikgymnasium-belvedere.de/>; http://www.sib.sachsen.de/fileadmin/user_upload/PDF