

Intonation im Chor

von Malte Kob

Mehrere Sängerinnen und Sänger, die einen Chorklang bilden, lösen eine eigentlich unmögliche Aufgabe: über mehrere Minuten hinweg soll die Stimmung aller Chormitglieder – sowohl die der Tonhöhe als auch die emotionale – einheitlich, korrekt und stilgerecht sein, obwohl das Instrument Stimme über keine physiologisch vorgegebene Stimmeinrichtung verfügt, mit der, wie z.B. bei einer Violine, der Ton festgelegt werden kann.

In diesem Artikel wird kurz die Definition von Intonation erläutert und verschiedene Aspekte der Intonation beim Chor beleuchtet. Im Anschluss wird die Analyse von Chorstimmen vorgestellt und die recht große Schwankung der Grundfrequenzen für die Chorpraxis diskutiert.

Einleitung

„Es steht außer Frage, dass sowohl bei Profi- als auch bei Laienchören die ‚perfekte‘ Intonation im Chor immer das höchste Ziel ist. Schon als Sänger im Thomanerchor hat Ulrich Barthel erlebt, dass dieser Anspruch immer wieder neu erarbeitet werden muss.“ Ausschnitt aus einer Diplomarbeit von Ulrich Barthel.

Eine gute Intonation ist sowohl beim Sologesang als auch beim Chorsingen das vielleicht prägnanteste Qualitätsmerkmal, das insbesondere bei begleitetem Gesang sowohl von Musikern als auch von Nicht-Musikern recht sicher bewertet werden kann. Unsicherheiten bei der Intonation sind bei professionellen Chören undenkbar, und bei Musikproduktionen und sogar bei Livekonzerten wird mit technischen Hilfsmitteln jede Abweichung vom Notentext korrigiert.

Andererseits zeichnet den Chorklang die Wahrnehmung eines aus vielen Einzelstimmen zusammengesetzten Klangkörpers aus, bei dem alle Mitglieder mit individuellem Timbre, unterschiedlicher Hör- und Singerfahrung und mehr oder weniger ausgeprägter Sicherheit in der Stimmführung ausgestattet sind.

Bis zu welchem Grad ist das Ziel einer perfekten Intonation erreichbar, und ist es auch für den Chorgesang erstrebenswert? Was passiert, wenn alle Chormitglieder perfekt intonieren?

In diesem Artikel sollen einige Grundlagen der Intonationsanalyse vorgestellt und die Anwendung auf ein Chorbeispiel diskutiert werden.

Was ist Intonation?

Mit Intonation wird die Feinabstimmung von Tonhöhe, Lautstärke und Klangfarbe einzelner Töne eines Instruments bezeichnet. Eine engere Definition bezieht sich auf die Feinabstimmung der Grundfrequenz eines erzeugten Tons auf eine vorgegebene Grundfrequenz, die im Rahmen einer musikalischen Skala definiert ist.

Hierbei ist das Intonationsziel von Sängern nicht nur auf das bloße „Treffen“ des im Notentext vorgegebenen Tons beschränkt. Vielmehr muss eine Vielzahl musikalischer und expressiver Aspekte berücksichtigt werden, die das Intonationsergebnis maßgeblich beeinflussen:

- ▶▶▶ Vorgegebene Stimmung (z.B. rein/pythagoreisch, gleichschwebend)
- ▶▶▶ Stilgerechte Intonation: mit/ohne Vibrato
- ▶▶▶ Kontextabhängige Anpassung der Intervalle (Leitton)
- ▶▶▶ Anpassung an die Intonation anderer Musiker/Sänger
- ▶▶▶ Gezielte Abweichungen (Glissando, blue notes)

Wenn zwei Gesangs-Töne exakt gleich intoniert würden (gleiche Grundfrequenz, gleicher Stimmklang, gleiche Stimmstärke), hätte der Gesamtklang einige unerwartete Eigenschaften:

in einige Richtungen hätte das Gesangs-Signal eine exakt doppelt so hohe Schalldruckwelle $S_{\text{gesamt}} = S_1 + S_2$, in andere würde das Signal abgeschwächt, und könnte sogar komplett verschwinden (destruktive Interferenz). Auch würde nicht mehr hörbar sein, dass es sich um zwei Stimmen handelt; die Einzelstimmen würden wie eine Stimme wahrgenommen. Dasselbe Phänomen lässt sich beobachten, wenn ein Mono-Musiksignal nicht über einen, sondern zwei oder mehr Lautsprecher wieder gegeben wird; es wird aus einem Sänger nicht ein Chor, wenn er aus mehreren Lautsprechern erklingt. Die Abschwächung erklärt sich aus der Phasenlage der Einzelstimmen; wenn die Phase gleich ist, tritt eine Verdoppelung der Schalldruckamplitude auf, bei jeder Abweichung eine Abschwächung bis zur Auslöschung bei einem Phasenunterschied von 180° oder π .



Besonderheiten Chorintonation

In der Freiheit und dem Umfang des Ausdrucks unterscheiden sich Sologesang und Chorgesang: während Solisten in allen Möglichkeiten der Stimmklang-Gestaltung individuelle und oftmals improvisierte Variationen der Intonation nutzen können, müssen diese beim Chor vorab besprochen und einheitlich umgesetzt werden, damit der Chorklang nicht auseinander bricht.

Die Ziele der Intonationsarbeit sind vielschichtig und sind in der Literatur ausführlich diskutiert. Die Problematik der Chorintonation ist insbesondere dadurch charakterisiert, dass Chorsänger einen Klangkörper bil-

den, der nicht per se gestimmt ist: sowohl Stimmtone als auch Klangfarbe müssen vor dem Stimmeinsatz für alle Sängerinnen und Sänger bekannt sein und im musikalischen Kontext umgesetzt werden. Während das Stimmen von Orchesterinstrumenten vor einer Aufführung wenigstens bis zur ersten Pause eine Grundstimmung des Orchesters garantiert, ist beim Chor die Intonation schon nach dem ersten Stück neu zu definieren. Die Intonation des gesamten Chores hängt von zahlreichen Faktoren ab:

- ▶▶▶ Gesangsausbildung der einzelnen Chorsänger
- ▶▶▶ Motivation/Stimmung/Einsingen
- ▶▶▶ Musikalischer Kontext
- ▶▶▶ Gegenseitiges Hören im Raum

Die folgenden Abschnitte sollen zunächst klären, wie die Grundfrequenz als wichtiger Aspekt der Intonation definiert und bestimmt werden kann.

Was ist die Grundfrequenz eines Chores?

Um die Intonationsgenauigkeit beurteilen zu können, ist zunächst die Frage zu klären, wie beim einem Chor die Grundfrequenz definiert ist. Während für Musikinstrumente die Grundfrequenz von der Periodizität eines Oszillators, z.B. eines Fadenpendels abgeleitet ist, muss beim Chor festgestellt werden, dass es sich nicht um einen, sondern eine große Anzahl von Oszillatoren handelt, die jeweils individuell mit einer Grundfrequenz der Stimmlippenschwingung jedes Chormitglieds charakterisiert werden können. Während zur Grundfrequenzbestimmung der Sängerstimme eine Vielzahl geeigneter Methoden zur Verfügung steht, ist die Grundfrequenzbestimmung beim Chor eine nicht triviale Aufgabe, und zwar nicht nur aus technischer, sondern auch aus philosophischer Sicht.

Es bietet sich der Vergleich zur Optik an: ein Chor, der einen Akkord singt, entspricht einem Garten, in dem Blumen verschiedener Farben stehen. Jede Stimmgruppe soll einen Farbton haben.

Bei genauer Betrachtung hat nun allerdings jede Blume eine etwas andere Farbe: von den blauen sind einige eher himmelblau, andere kobaltblau und wieder andere türkisblau. Welche Farbe es jeweils genau ist, lässt sich technisch mit einem Vergleich z.B. mit RAL-Farbenkarten klären oder mit einer Frequenzanalyse des reflektierten Lichts. Ausreißer wären die, zu denen die Farbe "blau" nicht mehr passt. Alle anderen würden jedoch mit "blau" beschrieben. Alle Blumen im Garten wären wohl "bunt". Eine andere Beschreibung ihrer Farbe wäre schwierig. Ähnlich unserer Hörwahrnehmung nehmen wir bei Farben Frequenzmischungen wahr. Eine blaue Blume hat somit keine reine Grundfrequenz, sondern bildet ihre Farbe als Überlagerung vieler Einzelspektral-Linien. In der Praxis ist es somit wichtig, zwischen der theoretisch idealen Zuordnung einer Farbe und der tatsächlichen Zusammensetzung der Farbkomponenten zu unterscheiden.

Bei dem Gesangston ist es genauso: die Stimme besteht aus Grundton und Obertönen in unterschiedlicher Zusammensetzung. Im Chor hätten die Sänger z.B. im Bass – ähnlich der RAL-Karte – eine Notenvorgabe, z.B. "a". Damit wäre eigentlich alles klar; jeder Sänger müsste nur genau "a" singen. Damit würde jedoch nur die tiefste Teil-Frequenz des Tons festgelegt, über die Obertonstruktur ist noch nichts gesagt. Aufgrund des Regelkreises Stimmorgan–Raum–Ohr–Gehirn–Stimmorgan ist zudem der Grundton nicht fest definiert; er wird vielmehr angenähert, je nachdem, welcher Ton vorgegeben wird und wie diese Vorgabe umgesetzt werden kann. Interessant ist insbesondere die Frage, welcher Ton als Vorgabe dient: nach dem Anstimmen des Chorleiters bestimmt die aktuelle Referenz-Intonation der Chor selbst bzw. Begleitinstrumente, die oftmals gleichschwebend intoniert sind. Singt der Chor unbegleitet, ist die Frage, woher jedes Chormitglied den Stimmtone bezieht. Aus dem Gedächtnis? Von der Nachbarin oder dem Nachbarn vor/hinter/neben sich? Aus dem Gesamtklang des Chores? Es gibt zahlreiche Optionen, die sicherlich von jedem Chormitglied unterschiedlich genutzt werden (können).

Eine andere Frage zur Intonationsanalyse ist die der Bewertung der individuellen Stimmsignale als Chorklang: ist die Grundfrequenz einer Stimmgruppe das Mittel aller einzelnen Stimmsignale oder dominiert der höchste oder tiefste Ton? Hier sind viele Fragen offen, die insgesamt die Bewertung der Intonation als ein komplexes Problem erkennen lassen.

Grundfrequenzbestimmung

Um das Problem der Grundfrequenzanalyse beim Chor umfassend zu beschreiben, werden zunächst die verschiedenen Methoden zur Analyse der Grundfrequenz f_0 im Zeit- und Frequenzbereich vorgestellt. Die Anwendung solcher Methoden ist nicht nur von akademischem Interesse, zahlreiche Stimmbilderer sowie Musiker setzen Analyseverfahren zur Optimierung der Gesangsstimme ein, sei es zur Ermittlung von Stimmfeldern, zur Analyse des Vibratos oder zur Überprüfung der Intonationsgenauigkeit. In Bild 1 ist der Signalverlauf eines Stimmsignals über eine Länge von 5 Perioden dargestellt. Visuell ist die Periodizität

▶▶▶

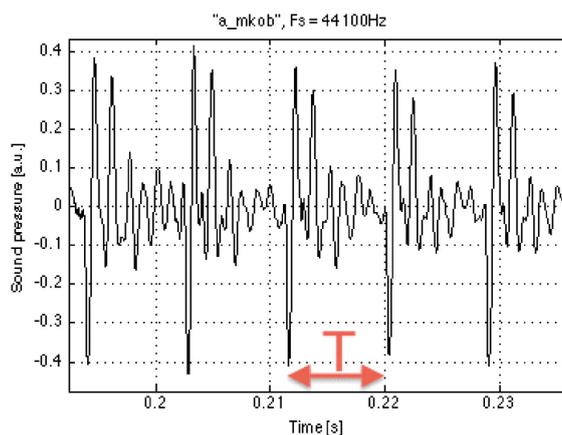


Abb. 1: Zeitverlauf über 5 Grundschwingungen eines gesungenen Tons

Abb. 2: Betragsspektrum und LPC-Analyse des Vokalklangs /a:/

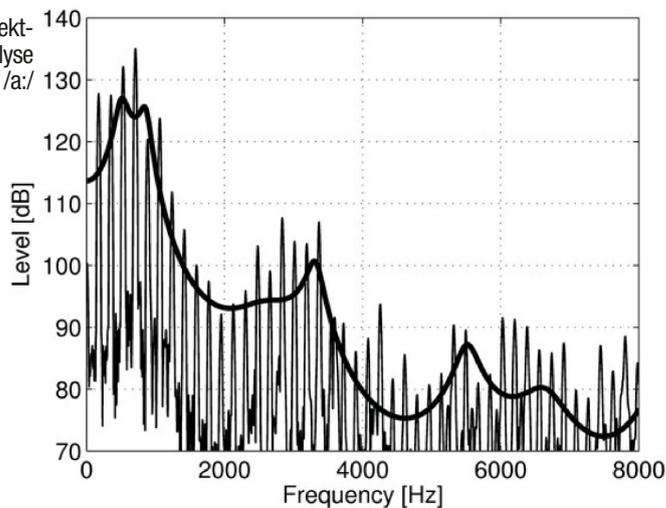
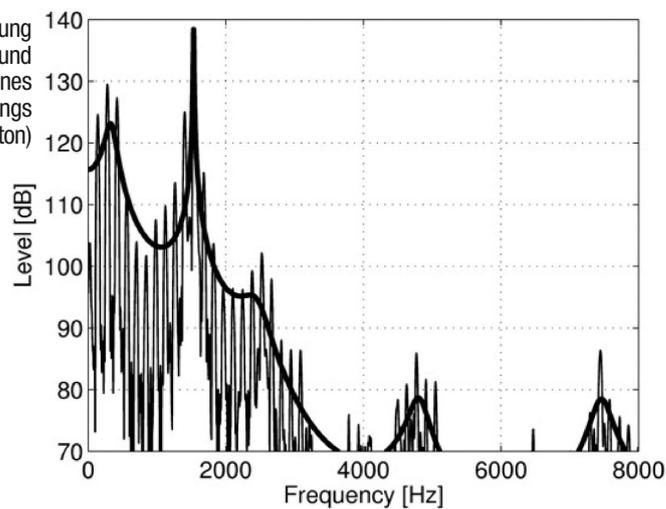


Abb. 3: Darstellung von Spektrum und LPC-Analyse eines Obertonklangs (11. Oberton)



gut zu erkennen als Wiederholung ähnlicher Strukturen. Technisch ist die Analyse nicht so intuitiv möglich. Eine ausführliche Beschreibung von Analysemethoden findet sich bei.

Die Voraussetzungen für eine Grundfrequenzbestimmung erfordern einen geeigneten Raum, der wenige akustische Störungen zulässt, eine geeignete Stimmtongreferenz, eine Software, die Algorithmen zur Analyse und Darstellung der Messergebnisse in Intervallen, Halbtönen, Cent etc. erlaubt. Auch ist auf eine geeignete Wahl von Mikrofon und Soundkarte zu achten, die in Frequenzbereich, Dynamik und Richtcharakteristik an die Stimmaufnahme angepasst sind.

Bei der Aufnahme ist zu berücksichtigen, dass Algorithmen unterschiedlich auf Variation von Grundtonhöhe und Klangformung (Vokalwahl) reagieren und diese das Ergebnis verfälschen können. Auch ist beim Singstil zu berücksichtigen, dass einige Stile mehrere Grundtonquellen (Growl, Untertone singing) oder stark formende Klangfilter (Obertongesang) nutzen, die von vielen Algorithmen nicht korrekt interpretiert werden können. Besonders wichtig ist es, die Ergebnisse sinnvoll, d.h. mit optimierten Achsbeschriftungen und Angaben zu Rahmenbedingungen und Singstil zu versehen, damit eine Interpretation möglich ist.

Zeitbereichsanalyse

Eine Möglichkeit, die Grundfrequenz aus Stimmsignalen zu ermitteln, besteht in der Nulldurchgangsanalyse der Grundschwingung des Stimmsignals. Hierfür wird das Stimmsignal zunächst so gefiltert, dass ein eventuell vorhandener Gleichanteil sowie die Harmonischen unterdrückt werden und die Grundfrequenz übrig bleibt. Dann kann die Periodizität T der Grundschwingung aus den zeitlichen Abständen des Vorzeichenwechsels des Signals ermittelt werden. Aus dem Mittelwert mehrerer Analysen kann dann die Grundfrequenz zu $f_0 = 1/T$ ermittelt werden. Eine alternative Analyse ist die Autokorrelationsfunktion des Zeitsignals. Sie bestimmt die Ähnlichkeit wiederkehrender Strukturen im Signal und ist auch für ungefilterte Stimmsignale eine bewährte Analyseverfahren. Zur Theorie finden sich hilfreiche Animationen im Internet, z.B. als JAVA-Applet.

Frequenzbereichsanalyse

Eine Alternative zur Zeitbereichsanalyse der Grundfrequenz ist die Betrachtung im Spektralbereich. Hierzu muss ein möglichst konstantes Signal zunächst in den Frequenzbereich transformiert werden. Dies geschieht mit Hilfe der diskreten Fouriertransformation auf einem PC oder einem mit entsprechender Software ausgestatteten Gerät. Dann bestehen drei Möglichkeiten, die Grundfrequenz zu bestimmen:

1. Möglichkeit: Bestimmung der Frequenz des ersten Maximums. Hierfür ist eine hochaufgelöste Frequenzanalyse nötig und ggf. eine Mittelung über mehrere Frequenzlinien.
2. Möglichkeit: Bestimmung des Abstands von zwei oder mehr Harmonischen. Die Grundfrequenz kann aus dem Abstand zweier Partialtöne bestimmt werden: $f_0 = f_n - f_{n-1}$
3. Möglichkeit: Cepstralanalyse. Hierbei wird das Spektrum einer nochmaligen Spektralanalyse unterworfen, also das Spektrum des Spektrums gebildet.

In Abbildung 2 ist das Spektrum eines Vokals /a:/ dargestellt. Zugleich ist im Bild das Ergebnis einer Formantanalyse (dicke Linie) dargestellt. Diese wurde mit Hilfe der Linear predictive coding Methode durchgeführt.

Die Zusammensetzung von Stimmlängen aus Partialtönen wird beim Betrachten des Obertongesangs besonders deutlich. In Bild 3 ist die Spektral- und LPC-Analyse eines Obertonklangs dargestellt. Obwohl der Ton einen deutlich ausgeprägten Grundton hat, wird er primär als hoher Ton mit der Grundfrequenz des hervorgehobenen 11. Obertons wahrgenommen. Nach einiger Zeit wird auch der Grundton hörbar. Somit hat dieser Stimmlang zwei Grundfrequenzen, die simultan auftreten und gehört werden.

Im Spektrum treten deutliche Unterschiede zwischen Vokal- und Obertonklang zutage: es ist eine deutlich höhere Güte (Steilheit der LPC-Kurve) für den Oberton als für jeden Vokalformant zu beobachten und höhere Resonanzen werden im Obertonklang stark gedämpft. Perzeptiv

kann das Auftreten von zwei Grundtönen dadurch erklärt werden, dass die spektrale Distanz und die relativ hohen Amplituden der Maxima des 1. und des 11. Partialtons zwei getrennte Töne bewirken, auch wenn beide Partialtöne aus demselben Grundklang stammen.

Es stellt sich die Frage, welcher Ton als Grundton interpretiert wird. Ähnliche Probleme treten nicht nur bei Obertongesang, sondern auch bei anderen Klängen auf, bei denen mehr als ein dominanter Oszillator auftritt. Dies ist bei Chören und Musikensembles der Fall, also bei potentiell mehrstimmigen Instrumentengruppen. Aber auch innerhalb eines Klanges kann die Diskrepanz zwischen Grundfrequenzanalyse des ersten bzw. von höheren Obertönen zu einem Dilemma führen. Ein prominentes Beispiel ist die Shepard-Folge, bei der kontinuierlich oder in Stufen der Obertonanteil verändert wird, so dass der Höreindruck einer immerfort steigenden oder fallenden Tonhöhe suggeriert wird. Ein anderes psychoakustisches Phänomen ist das Hören eines Grundtons, auch wenn dieser physikalisch gar nicht erzeugt wird. Dieser Effekt wird gerne von Komponisten, Arrangeuren und Organisten genutzt, wenn ihnen keine tiefen Instrumente/Registrier für eine fundierte Basslage zur Verfügung stehen. Als Notlösung wird aus Instrumenten in höheren Lagen/Registern die Tonstruktur eines tieferen Klanges mit Hilfe der zweiten (Oktave), dritten (Quinte) und ggf. höherer Partialtöne realisiert. Aus dem Ergebnis erzeugt unsere Wahrnehmung einen tiefen Ton, indem der fehlende Grundton ergänzt wird. Der Effekt wird als "missing fundamental" bezeichnet (siehe Abb. 4.) Technisch wird der Effekt seit langem genutzt: so übertragen Telefongesellschaften Stimmfrequenzen erst ab ca. 300 Hz, was die Übertragung der Grundfrequenzen von Männerstimmen sicher ausschließt, ohne dass dies zu Kritik bei den Nutzern führt.

Obertönhörer vs. Grundfrequenzhörer

Das Beispiel des Obertonklanges macht deutlich, dass Grundtöne auf verschiedene Arten auftreten und – je nach Interpretation – analysiert werden können. Dieser Dualismus und seine Konsequenzen wird in unterschiedlichen Disziplinen untersucht und führt bis zu einer Zuordnung von Instrumentalisten zu den Hörtypen "Obertönhörer" oder "Grundtonhörer".

Harmonics:

	Hz:
	440 / 55 = 8
	385 / 55 = 7
	330 / 55 = 6
	275 / 55 = 5
	220 / 55 = 4
	165 / 55 = 3
	110 / 55 = 2

Fundamental:  (55)

Abb. 4: Grundtonbildung aus Obertönen: missing fundamental

Als Grundtonhörer werden in dieser Studie Menschen bezeichnet, die aus dem tiefsten Tonanteil die Grundfrequenz bestimmen. Hierfür soll der linke Heschl'sche Gyrus im Gehirn stärker ausgeprägt sein. Solche Hörer sollen auch transiente Klänge und demnach auch perkussive Musikinstrumente bevorzugen. Obertönhörer hingegen ermitteln die Grundfrequenz aus dem Abstand der Obertöne. Bei ihnen soll der rechte Heschl'sche Gyrus ausgeprägter sein. Diese Menschen sollen angehaltene Töne, z.B. Streicher oder Gesang bevorzugen. Für die Studie von Gruhl et al. wurden 1203 Musikerinnen und Musiker nach dem gehörten Grundtonverlauf komplexer Töne befragt, bei dem jeweils Grundton und einige untere Partialtöne fehlten und aufgrund des Abstands und der Lage der verbleibenden Obertöne sowohl eine Aufwärtsbewegung bei absoluter Bewegung der Obertöne nach oben als auch eine Abwärtsbewegung bei verringertem Obertonabstand gehört werden konnten.

Neben dem Problem, dass der Grundton nicht vorhanden ist (und somit auch nicht direkt gehört werden kann), zeigen die Ergebnisse, dass eine Zuordnung des Hörertyps nur aufgrund der Instrumentwahl schwierig scheint; die Blechblasinstrumente sind trotz sehr ähnlicher Klangerzeugung und -farbe in beiden Gruppen stark vertreten, und auch beim Schlagzeug sind beide Gruppen je nach Stil vertreten. Dennoch ist die Studie interessant, da sie die Unterschiede in der Hörwahrnehmung eindrucksvoll illustriert.

Chorsänger sind nun besonders von der Problematik des Hörens im Kontext von Gesang betroffen, da sowohl perkussive, konsonantenreiche Klänge mit hohem Sprachanteil als auch getragene Klänge eine genaue Intonation fordern. Insbesondere der mitunter sehr schnelle Wechsel der Tonhöhe bei kurzen Tondauern erfordert eine hohe Präzision, doch zeigen die folgenden Beispiele, dass auch bei getragenen Passagen eine hohe Trefferquote weder möglich noch nötig erscheint.

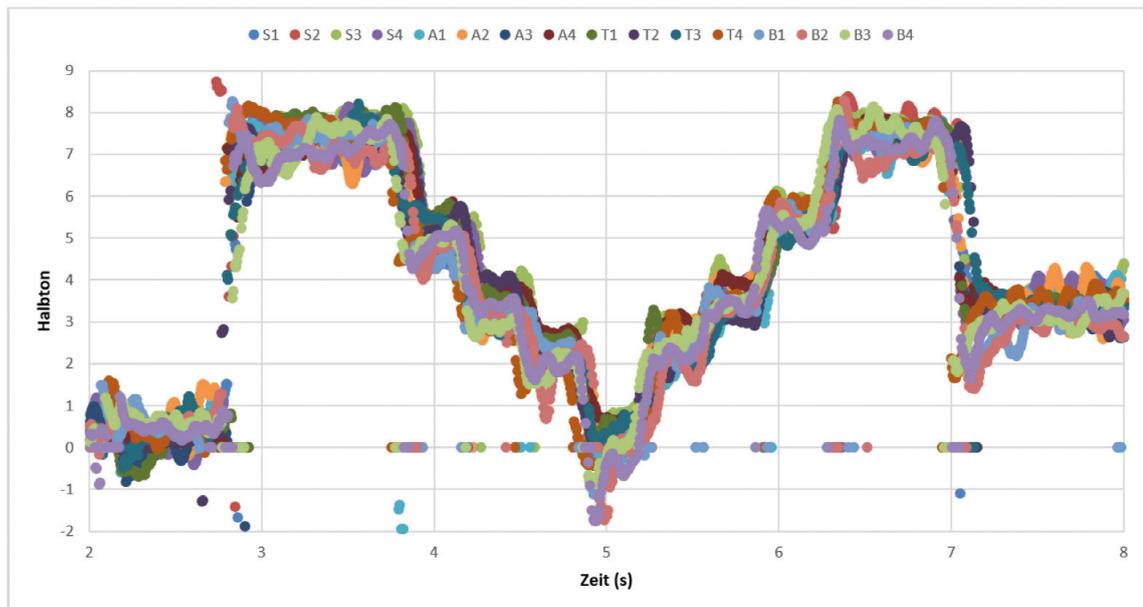
Beispiel der Grundfrequenzanalyse eines Chores

Anhand der Grundfrequenzanalyse eines erfolgreichen Chores, der im Rahmen der Diplomarbeit von Harald Jers 1998 mit einzelnen Mikrofonen aufgenommen wurde, sollen einige praktische Aspekte der Intonationsanalyse erläutert werden.

Für die Analyse wurden Choraufnahmen genutzt, die in einem Probenraum mit eher trockener Akustik aufgenommen wurden. Die Sängerinnen und Sänger wurden jeweils einzeln mit KE-4-Miniaturmikrofonen der Firma Sennheiser mikrofoniert, indem das Mikro mit Klebeband so an der Nase angebracht wurde, dass das Stimmsignal möglichst nah aufgenommen wird. Somit wurde ein Pegelunterschied zu den Nachbarsignalen von ca. 20 dB erreicht, was eine Analyse auch bei gleichzeitiger Stimmgebung des gesamten Chores ermöglicht. Die 16 Einzelsignale wurden über ein Mischpult auf gleichen Pegel kalibriert und synchron mit zwei Tascam-8- Spurrekordern aufgezeichnet und auf einen PC überspielt.



Abb. 5: Darstellung einer moll-Sequenz im Umfang einer Quinte



Zur Analyse der Grundfrequenz wurde das freie Programm "Praat" verwendet mit der Methode Autokorrelation und Ausgabe der Analyseergebnisse als Halböne. Die Normierung der Zählung erfolgte auf den tiefsten Halbton ("0"). Die Ergebnisse wurden als Textfiles in Excel importiert und dort grafisch aufgearbeitet.

In Bild 5 ist ein Ausschnitt einer über eine Quinte verlaufenden Tonleiter in Halbönen über der Zeit dargestellt. Der Chor singt unisono, und jede Einzelstimme ist farblich kodiert. Einige Werte wurden vom Programm nicht richtig analysiert; sie sind in den Darstellungen fälschlich als Halbton 0 oder als negativer Halbton dargestellt. Es ist zu erkennen, dass die Abweichung einzelner Sänger bis zu einem Halbton beträgt. Eine Höranalyse des Chorklanges weist jedoch keine Unsauberkeiten auf. Eine genauere Betrachtung zeigt, dass in jeder Stimmgruppe eine Abweichung auftritt, die charakteristisch für die Stimmgruppe zu sein scheint; so tendieren Soprane zu höherer, Bässe zu tieferer Intonation. Im Folgenden werden einige Besonderheiten der Stimmgruppen weiter analysiert.

Ausschnitt Sopran

In der Abbildung 6 ist der Unterschied der vier Sopran-sängerinnen beim Singen der Sequenz hervorgehoben. Deutlich ist das Vibrato auf der obersten Note zu erkennen, das bei allen Sängerinnen mehr als einen Halbton umfasst. Bei dem kleinen Sekundintervall ist das Vibrato hingegen fast völlig verschwunden. Während die kleine Sekunde im Abstieg fast einheitlich sehr genau getroffen wird, wird das Intervall beim Anstieg zwischen einem Halb- und einem Ganzton getroffen. Insgesamt wird beim Anstieg höher intoniert als beim Abstieg.

Vergleich Sopran-Bass

In Bild 7 ist der Unterschied in der Intonation je einer Sopran- und einer Bass-Stimme deutlich erkennbar: während die Bassstimme zum "Überschwingen" neigt, d.h. bei fast allen Intervallen über das Ziel hinaus-schießt, bildet die Sopran-Sängerin mit Ihrem Vibrato eine gewisse Unschärfe aus, die den intendierten Ton von oben annähert.



Prof. Dr.-Ing. Malte Kob

Zunächst Ausbildung zum nebenberuflichen Kirchenmusiker in Hamburg. Dann Studium der Elektrotechnik an der Technischen Universität Braunschweig, Diplom 1994. Neben dem Studium Organist und Chorleiter. Assistent am Institut für Technische Akustik der RWTH Aachen University, Lehre und Forschung an der Klinik für Phoniatrie, Pädaudiologie und Kommunikationsstörungen des Universitätsklinikums Aachen zur Stimmerzeugung und Stimmsignalanalyse. Promotion 2002 (summa cum laude). 2003 Auszeichnung mit dem KIND-Promotionspreis der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie und 2005 mit dem Lothar-Cremer-Preis der Deutschen Gesellschaft für Akustik. Seit 2008 Professor für Theorie der Musikübertragung am Erich-Thienhaus-Institut der Hochschule für Musik Detmold. Forschungsschwerpunkte sind Akustik von

Musikinstrumenten und Räumen sowie deren Interaktion mit Musikern und Hörern. Vorstandsmitglied der Deutschen Gesellschaft für Akustik (DEGA), des erweiterten Vorstands des Verbands Deutscher Tonmeister (VDT) und des Executive Councils der European Acoustics Association (EAA).

Diskussion

Die Analyse des Grundtons von Chorklängen ist eine komplexe Aufgabe, die nur mit größerem Aufwand lösbar ist. Dies ist darin begründet, dass Chöre Klangkörper mit vielen Stimmen sind, die jeweils eine eigene Intonation haben. Erst die Überlagerung aller Stimmen ergibt den Chorklang, der sich gerade durch eine kontrollierte Abweichung jeder Einzelstimme vom Stimmton auszeichnet. Dieser Klang ist nicht als fehlerhaft, sondern dem Chorklang eigen und aus ästhetischer und musikalischer Sicht wünschenswert zu betrachten.

Wie die Einzelstimme hat auch ein Chor keine "eingebaute" Stimmung, sondern bildet den Grundton für jeden Klang als Ergebnis vielfältiger Abstimmungsprozesse zwischen Sängern und Sängerinnen und ggf. Begleitinstrumenten. Die Intonation wird direkt beeinflusst von Motivation, Anspannung und Stimmung der Chormitglieder und ist somit dynamisch schwebend. Die vorgestellten Ergebnisse einer Tonleiter zeigen auf, dass auch sehr sauber intonierende Chöre bei genauer Betrachtung der Stimmverläufe Abweichungen im Halbtonbereich aufweisen.

Diese sind jedoch im Chorklang nicht als Unsauberkeit erkennbar, sondern stützen den Chorklangcharakter. Wesentlich für die Unterscheidung zwischen akzeptablen Abweichungen von der Intonationsvorgabe und nicht mehr tolerablen Unsauberkeiten erfordert eine genauere Betrachtung des musikalischen Kontextes. Hier könnten linguistische Studien zur Approximation artikulatorischer Gesten hilfreich sein, da in der Sprache ähnliche Phänomene beobachtbar sind: für die korrekte Wahrnehmung von Sprache ist es nicht nötig, die Phoneme komplett zu bilden, es reicht oftmals, den Verlauf der Klangbildung anzudeuten, damit ein Hörer den intendierten Wortlaut erfasst. Ähnlich ist der Intonationsverlauf musikalischer Phrasen nicht absolut zu bewerten, sondern im Hinblick auf das Intonationsziel. Verläufe können somit trotz signifikanter Abweichungen von der Vorgabefrequenz im harmonischen Kontext als musikalisch korrekt interpretiert werden.

Bezeichnungen

- ▶▶▶ **Reiner Ton:**
monofrequenter Schall, Sinusschall
- ▶▶▶ **Tonhöhe:**
Oberbegriff für diejenige Hörempfindung, die auf einer Skala "tief/hoch" skaliert wird
- ▶▶▶ **Tonlaut, Ton:**
Hörereignis mit ausgeprägter Tonhöhe
- ▶▶▶ **Tonschall:** periodischer Hörschall, der aus mehreren Sinusschallen zusammengesetzt ist und einen Tonlaut hervorruft
- ▶▶▶ **Klang(schall):**
Hörereignis, welches bei gleichzeitiger Darbietung mehrerer Tonschalle besteht
- ▶▶▶ **Grundton:**
sinusförmige Komponente eines komplexen Tonschalles mit derjenigen Frequenz, deren ganzzahlige Vielfache die harmonische Teiltonreihe bilden
- ▶▶▶ **Halbton(schritt):**
Frequenzmaßintervall zwischen zwei Tonschallen, deren Grundfrequenzen in einem Verhältnis von etwa 15:16 zueinander stehen
- ▶▶▶ **Cent:**
Frequenzmaßintervall zwischen zwei Tonschallen, deren Grundfrequenzen in einem Verhältnis von $1:1200\sqrt{2}$ zueinander stehen
- ▶▶▶ **Normstimmton:** Schall mit der Periodendauer $T=1/440$ s.

■ Literaturquellen beim Autor.

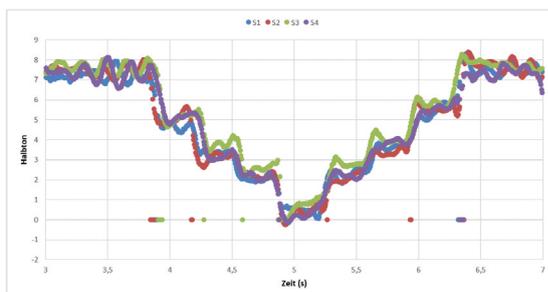


Abb. 6: Darstellung des Signalverlaufs für alle Sopransängerinnen

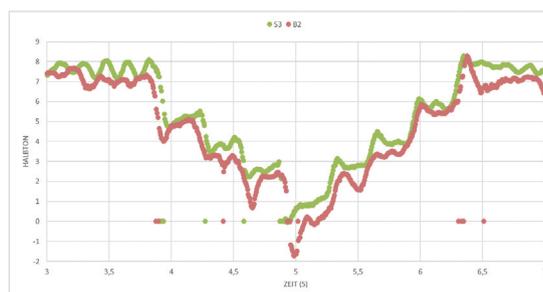


Abb. 7: Darstellung des Signalverlaufs für einen Sopran und einen Bass im Vergleich