

Wie Buckelwale singen

Zusammenfassung der Analysen aus "Buckelwale 1 und 2"

"Buckelwale 1" - 4-stimmiger Gesang bei 100-3000 Hz

4 Buckelwale sind in dieser Aufnahme zu hören, die miteinander 4-stimmig singen in rhythmischer und harmonischer Beziehung. Es gibt 1 Baßstimme, 2 Mittelstimmen und 1 Oberstimme. Jeder Wal hat offenbar seine eigene Stimmlage und bestimmte charakteristische Klangfiguren oder Tonfolgen.

Alle 4 Stimmen bilden im Zusammenklang ein vielfarbiges bewegtes Gewebe aus mannigfaltigen Klängen, von der voll tönenden Tiefe der Baßstimme über die schwingenden Bewegungen der Mittelstimmen bis hin zu den aus höchsten Höhen hinab perlenden Arpeggien der Oberstimme. Es klingt so, als würden sich die 4 Wale wechselseitig stimulieren mit ihren spezifischen Klangfarben und Klangfiguren, als würden sie sich wie in einem Spiel die Bälle zu werfen, mal in korrespondierender Bewegung, mal als Solo, mal zu zweit in Intervallbeziehungen oder gemeinsam im Unisono, mal synchron, mal alternierend.

Immer wieder bildet sich ein kohärentes strukturiertes Spektrum, das im Innern von auf und ab gleitenden Bewegungen durchzogen wird. Und im Zusammenklang von zwei, drei oder vier Stimmen erklingen für einen Moment oder für eine Phrase harmonische Strukturen:

4x ein C-Dur-Klang oder ein D#-Dur-Klang, 3x B-Dur und F#-Dur, 2x D-Dur und dann noch G-Dur und G#-Dur. Und in unterschiedlichen Konstellationen erscheint die ganze Skala von Spektren mit den Grundklängen von A#-B-C-C#-D-D#-E-F-G-G#.

Die 4 Wale singen in einem Bereich von 100-3000 Hz. Zusammengenommen sind das 5 Oktaven. Ihr meßbares Gesamtspektrum reicht bis über 16 kHz. Soweit ich das der Analyse im Spektrogramm entnehmen konnte, haben die einzelnen Stimmen einen Umfang von 1,5 bis 3,5 Oktaven.

Baßstimme: Umfang F2-E4 (100-300 Hz), Hauptklänge zwischen B2 und D#3, intensives Spektrum 1. bis 4. Teilton, Gesamtspektrum durchgängig bis zum 32. Teilton (7000 Hz), mehrere Brillanz-Formanten zwischen 1,5 und 4 kHz, Lautstärke -5dB bis -15dB, kürzere starke Grundtöne mit kleinen Glissandi (D#3-D-C#-D# oder C#3-B2-D3), Terz-Glissandi (F#3-D-F#-D oder E3-C-E), besondere Tonfolgen und Klangfiguren (E4-C-G3 = C+, C4-A3-F = F+, D3-G-B-D-C#-D#-D = G+, C3-F-E = C+), Sequenzen aller 4 Stimmen mit 3-4 Klängen der Baßstimme

Oberstimme: Umfang C5-G7 (500-3000 Hz), Hauptklänge bei G4-B4 (4-500 Hz) und bei G5-B6 (800-1000 Hz), volles Spektrum bis zum 8. Teilton, Gesamtspektrum bis 32. Teilton (16 kHz) lautester Klang bei -15dB

Spezialität: abfallende Arpeggien durch 2 Oktaven von 3000 Hz bis hinunter nach 700 Hz (G7-F5), in vielfältigen Tonfolgen und am Ende mit langen Tenuto-Klängen (5x mit Tonfolge A-F-C = F-Quartsext, Ab7/9, Bb7, D+, G+, F#+)

2 Mittelstimmen: Umfang B2-F6 (125-1500 Hz), Hauptklänge B2-G3 (125-200 Hz) und B3-E5 (250-700 Hz), starkes Spektrum bis 4. Teilton, Gesamtspektrum bis 32. Teilton (5 kHz), Brillanz-Formant bei 16.-20. Teilton (2-2,5 kHz), lautester Klang bei -12dB

Spezialität von Wal 2: Glissandi durch Dreiklangfiguren in rhythmischer und harmonischer Beziehung (4:6:5 = C-G-E, B-F#-D#, Bb-F-D), W2 und W3 immer wieder mit langgezogenen Gleittönen, lange Schwirrklänge in hoher Lage um 900 Hz (pulsierende Klänge mit etwa 50 Pulsen pro Sekunde)

eine zwitschernde Konversation

In dieser Aufnahme sind nur die Klänge oberhalb von 1200 Hz zu hören, d.h. die Arpeggien von W4, das Spektrum von W1 ab dem 8. Teilton (4. Oktave) und das Spektrum von W2 und W3 ab dem 3. Teilton (3. Oktave). Unabhängig von ihrer unterschiedlichen Stimmlage bilden alle 4 Stimmen mit ihrem hohen dichten und intensiven Spektrum einen gemeinsamen vielfältigen Klangraum. Im Spektrogramm ist zu sehen, wie sich die Klänge trotz unterschiedlicher Tonhöhe durchdringen, aufeinander beziehen und miteinander korrespondieren.

Wie bei den Menschen und den Singvögeln bewirken diese hohen Frequenzen nicht nur eine intensive energetische Stimulation des vegetativen Nervensystems über das Gehör, sondern diese Frequenzschichten dienen in ihrer Struktur vor allem der akustischen Orientierung im

gemeinsamen Gesang, indem Korrelationen des Spektrums der verschiedenen Klänge über das Gehör miteinander abgeglichen und koordiniert werden.

Auch bei den Walen funktioniert das Gehör als aktiv-rezeptiver Spektrumswandler. Der Regelkreis von Vokalisation-Vagusnerv-Hören, integriert über die *Formatio Reticularis* im Stammhirn wirkt im Klangsystem des Gesangs bei Walen, Singvögeln und Menschen.

Unter Wasser singen

Wie bei allen Säugetieren ist auch bei den Walen die Primärfunktion des Kehlkopfs mit seinen inneren Schließmuskeln der Schutz der Lungen und die Trennung von Atmung und Nahrungsaufnahme. Die Sekundärfunktion des Kehlkopfs ist die Phonation. Sie wird wie bei allen Wirbeltieren innerviert durch den *Nervus Vagus*, über den in einem wechselwirkenden Regelkreis Atmung, Vokalisation und Gehör ausgesteuert und reguliert werden. In der Phonation sind die Stimmlippen in Kontakt und transformieren durch ihre gleichmäßige Schwingung die Atemluft in Klang, d.h. in periodische Luftdruckschwankungen. Wenn der "Schließmuskel" z.B. bei A4 mit 440 Hz schwingt, d.h. die Stimmlippen sich 440 mal in der Sekunde öffnen und schließen, kann kein Tropfen Wasser in die Lunge dringen. Und zwischen den voll klingenden Tönen der Wale, die in der Aufnahme meist nur 1 Sekunde dauern, bleibt die Glottis ohne Schwingung bis zum nächsten Klang geschlossen. Für den folgenden Klang brauchen sie hörbar keinen neuen Ausatemimpuls, um die Stimmlippen erneut in Schwingung zu versetzen.

Im Gegensatz zu vielen menschlichen Sängern, die sympathikusgesteuert singen, also mit Überdruck sowohl im Atem als auch in der entsprechenden Kompression der Stimmlippen, singen die Wale eindeutig im Modus des Parasympathikus, d.h. in vegetativer homöostatischer Ruhe und lebendiger vibrierender Erregung. Über die Tonisierung des *Nervus Vagus* werden Atemfunktion und Vokalisation so ausbalanciert, daß die Membran im Kehlkopf frei schwingen kann. Sie singen nicht mit dem Ausatem und brauchen auch keinen "Atemfluß" oder gar Atemdruck, um die Stimmlippen in Schwingung zu versetzen und gleichmäßig eine Zeit lang schwingen zu lassen.

Wie die Forschung vor kurzem herausgefunden hat, verfügen die Wale über eine Kehlsack, der mit Luftblasen gefüllt werden kann. Die Luft in einer solchen Blase wird offenbar durch die Stimmlippen in Schwingung gebracht, und dieses Schwingungsmuster wird als Klangwelle durch das Wasser weitergeleitet.

Auf die gleiche Art wie vermutlich die Wale produziert auch die dänische Komponistin und Performerin Laila Skovmand gesungene Klänge unter Wasser. Wie sie in einem Arte-Video beschreibt, öffnet sie unter Wasser ihren Mund und läßt das Wasser so weit wie möglich rein laufen. "Dann lasse ich eine Luftblase entstehen, durch die ich singe. Wenn sie raus will, muß ich sie wieder rein saugen. Deswegen können wir auch nur relativ kurze Töne singen. Es fühlt sich natürlich an, so daß wir manchmal tatsächlich vergessen hoch zu kommen und zu atmen. Es ist ein fließender Zustand."

So wie die Wale könnte ich auch mehrere kürzere Phrasen auf einen Atem singen mit längeren oder kürzeren Pausen dazwischen bei geschlossener Glottis, ohne daß jeder Ton einen neuen Anstoß vom Ausatem her braucht. Und wie ein Embryo im Fruchtwasser manchmal spontan phoniert, kann ich ebenso, ohne Luft zu holen, mit geschlossenem Mund und zugehaltener Nase eine Reihe von "Unter-Wasser-Klänge" produzieren, mit unterschiedlichen Tonhöhen oder Glissandobewegungen von 1-3 Sekunden Dauer.

Dabei senkt sich der Kehlkopf, d.h. die Schwingung der Stimmlippen wird nicht mit Überdruck erzeugt, sondern eher mit Unterdruck wie beim Saugen. Das kann dann so ähnlich klingen wie manche Laute der Wale.

Phonieren beim Gurgeln

Vermutlich ist den meisten Menschen kaum bewußt, daß wir beim Gurgeln nicht nur die Zunge und den Gaumen chaotisch vibrieren lassen, sondern automatisch auch ganz gleichmäßig die Stimmlippen und damit einen Klang produzieren. Denn so kann die Flüssigkeit mit dem Heilmittel sich im Rachen verteilen, aber kein Wasser kann durch die schwingenden Stimmlippen in die Luftröhre gelangen. Der vibrierende Klang schützt die Lungen, ein vom *Nervus Vagus* ausgelöster Reflex.

5 Buckelwale singen zusammen (2)

In der Aufnahme sind 5 Wale zu hören, die in unterschiedlicher Kombination in verschiedenen Phasen zusammen singen. Jeder Wal singt eigene spezifische Klangfiguren in bestimmten Lagen. Die Nummerierung in den Spektrogrammen mit der Notation gilt nur für die Unterscheidung in den jeweiligen Phasen, soweit ich sie nach Lautstärke, Entfernung und Klangfigur zuordnen konnte. Die Zuordnung einer Gesangsphrase zu einem bestimmten Wal war dann relativ einfach, wenn 2 oder 3 Wale gleichzeitig ihre eigene Klangfigur singen oder ein Wal gerade nicht zu hören ist, weil er atmet, während die andern singen. Teilweise gehen Klangfiguren ineinander über, erklingen gleichzeitig oder unterscheiden sich deutlich in der Lage.

Die einzelnen Wale können ihre eigenen Motive zum Teil ziemlich exakt wiederholen in Bezug auf Tonhöhe, Klangfigur und Spektrum, teils mit nur minimalen Abweichungen, und sie können sie auf unterschiedliche Art variieren (Tonhöhen, Ablauf, Lautstärke, Bewegungsdynamik). Wenn sie gleichzeitig singen oder unmittelbar aufeinander reagieren, korrespondieren die Klangfiguren miteinander, fügen sich rhythmisch und in der Bewegungsform ineinander und sind im Spektrum aufeinander abgestimmt. Jede Phase hat ihre eigene Struktur, im rhythmischen Ablauf und der Art der Motive, welcher Wal wann mit welchem andern Wal in welcher Lage singt, wann ein Wal Luft holt. Manche Phasen haben sogar eine spezifische spektrale Matrix, in der die Tonhöhen, Tonbewegungen und das Klangspektrum jeder Stimme miteinander korrelieren und korrespondieren.

aus Phase 1

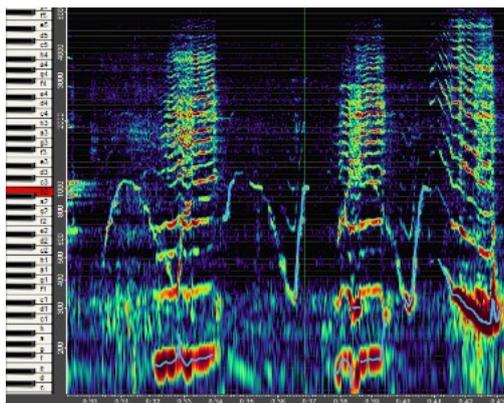
"Wal 1": die "Baßstimme", volle Grundtonklänge zwischen C3 und F#3 (130-200 Hz), Dauer 1-2 Sekunden, komplett abzählbares Spektrum bis zum 28. Teilton bei 5000 Hz

"Wal 2": mehrmals gleichzeitig mit W1, weiter entfernt, große wellenartige Glissandi durch 2 Oktaven (12x mit minimalen Abweichungen), häufig in Intervallbeziehungen, in der Dynamik mit Crescendo in die Tiefe, Dauer 2-3 (3,5) s

"Wal 3": ähnlich wie W2 große wellenartige Glissandi, Glissandi mit Intervallen in Kombination (Quarte, Terz, Quinte, Sexte), Dauer 2 s

"Wal 4": im "Duett" parallele Klangfiguren mit W3

Korrespondenzen im Spektrum bei 2 Walen



W1: E3-F--F#-F--F#-G / D#-F#-C#-D#-F--

W2: 1) C5-C6-F4-G5 (= "C major")

C6 = 6. p. W1 (F3) / **F4** = 2. partial W1 (F3)

2) F#5-C#6-D-C- - E4 - - C6

F#5 = 4. W1 (F#3) / **C#6** = 6. W1(F#3)

3) F#5-D#6-D#4- - B5 (= "B major")

F#5 = 4. W1 (F#3) / **D#6/4** = 8./2. W1 (D#3)

W3: B4--F-C--C5

W2: **B5** = 2. W3 (B4) / **E4** = 1. W3 (E4)

Jede Stimme bildet für sich eine spezifische, ausgeformte Klangfigur, die sich in einem eigenen Spektrum bewegt, und zugleich beziehen sich alle Stimme wie in einer spektralen Matrix aufeinander.

Glissandi

Wie reguliert ein Buckelwal die Tonhöhenveränderung unabhängig von Lautstärke, Klangqualität und Schwingungsmodell (Randschwingung - Vollschiwingung)

6x gibt es in Phase 2 große vollklingende Glissandi mit vollem Spektrum gefolgt von einem kurzen quietschenden Laut, ein schnelles Oktav-Glissando 1-1,5 Oktaven höher.

Die ersten 3 Glissandi werden eingeleitet durch eine feinere Glissandowelle aus der höheren Oktave, offenbar aus der Randschwingung in die Vollschiwingung (!).

Die vollen Glissandi:

F4-C3, E4-A3, D4-A3 / F4-A3, Bb3-C4-Ab3, B3-G3

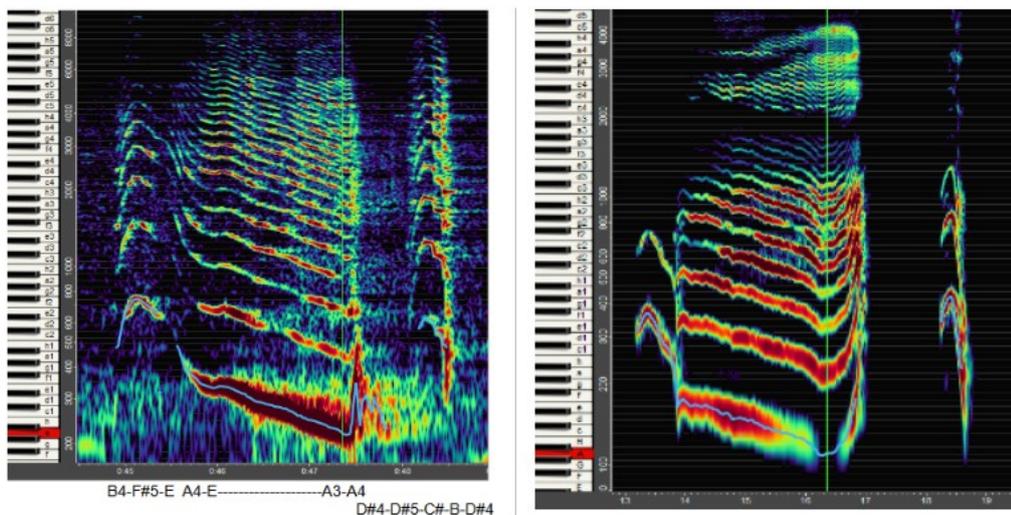
(Quarte, Quinte, Quarte, Sexte, Sexte, Terz)

komplettes abzählbares Spektrum bis zum 28. Teilton (Septime in der 3. Oktave bei 6020 Hz von Grundton A3 bei 215 Hz)

Zum Abschluß des Glissandos sieht und hört man, wie die Glottis nach der Schwingung wieder geschlossen wird. Es klingt, als würde der Klang abgewürgt. Durch die Schließbewegung wird die Tonhöhe 1 Oktave noch oben gezogen, und der folgende kurze Laut kann wegen des Schließdrucks nicht frei schwingen, er klingt gequetscht.

Interessanterweise kann ich diese Klangfigur in genau der gleichen Art 1 Oktave tiefer nachsingen, so daß sie auch so ähnlich klingt (rechtes Bild unten).

Dabei beginne ich das Glissando in der "Kopfstimme" mit einer Randschwingung (Schleimhautfunktion) der Stimmlippen und lasse dann in der tieferen Lage für das klangvolle Glissando die Stimme voll schwingen ("Bruststimme" - Aktivität des *Musculus vocalis* inklusive Schleimhautfunktion).



Das Glissando in der Tonhöhenveränderung in die Höhe oder in die Tiefe wird beim Singen wie auch bei natürlichen Lautäußerungen wie beim Stöhnen durch den *Musculus Cricothyreoideus* (CT - Ring-Schild-Knorpel) reguliert, einen äußeren Kehlkopfmuskel, der wie die inneren Kehlkopfmuskeln ebenfalls vom Nervus Vagus innerviert wird. Funktional ist er mit der Schließ- und Schutzfunktion der Luftröhre im tiefen Rachen verkoppelt.

In der Stimmfunktion werden die Stimmlippen durch die Kontraktion des CT in der Länge gespannt, so daß die Tonhöhe steigt, und durch Entspannung des CT wieder verkürzt, so daß die Tonhöhe sinkt. Diesen Effekt hört man beim Glissando des Wals, wenn am Ende des Motivs die Tonhöhe in der Schließfunktion nach oben gezogen wird. Wenn ich den Walgesang nach dem Gehör imitiere, geht bei mir auch der ganze Kehlkopf nach oben und ich fühle/höre deutlich, wie sich die Glottis schließt, so daß keine Luft wie auch kein Wasser in die Luftröhre dringen könnte. Normalerweise öffnet sich die Glottis am Ende eines entspannten tiefen Klangs wieder, damit der Atem für den nächsten Klang wieder einströmen kann (falls ich nicht mit Überdruck gesungen habe). Nach dem Modell des Unterwassersingens könnte ich ohne weiteres "auf einen Atem" 5-10 solcher Glissandi hintereinander singen mit einer Schließpause dazwischen.

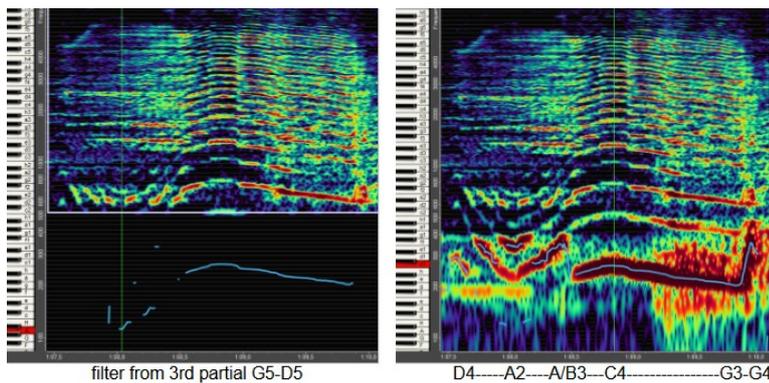
Bei singenden Menschen, gleich ob Laie oder Profi, verläuft die Tonhöhenregulierung meist nicht so flexibel und nicht so unabhängig von der Klangproduktion wie bei den Buckelwalen. Diese können im Glissando problemlos

- von einem Schwingungsmuster (Randschwingung) in ein anderes (Vollschwingung) wechseln;
- die Dynamik der Bewegung ändern oder in der Bewegung die Lautstärke, beides prozeßhaft;
- in einer gleichmäßigen Glissandobewegung die Schwingung der Stimmlippen ausklingen und wieder anschwellen lassen;
- ohne Einbußen in der Qualität fließend die Richtung der Bewegung ändern;
- die Klangqualität unabhängig von der Tonhöhenregulierung variieren.

(Diese Art der Flexibilität lernt man bei mir im Gesangsunterricht.)

Die Glissandobewegung ist die elementare Form des Singens. Auch die singenden Gibbon-Affen, die eine vergleichbare Kehlkopfstruktur haben wie die Menschen, vokalisieren mit unterschiedlichsten Glissandi, auch Männchen und Weibchen gemeinsam.

5. Glissando



Auf den ersten Höreindruck und auch auf den ersten Blick ist nicht offensichtlich, was das genau für eine Glissandobewegung ist. Es klingt ein bißchen so und sieht im Spektrogramm auch so ähnlich aus, als würde der Wal mit seinem Klang erst abtauchen und sogleich aus der Tiefe wieder auftauchen, um dann seinen vollen gleitenden Klang ertönen zu lassen.

Im linken Bild habe ich mit einem Filter nur das Spektrum ab dem 3. Teilton sichtbar gemacht. Der Overtone-Analyzer zeigt dazu den virtuellen Grundton dieser Klangbewegung mit ihrem Spektrum an. Im rechten Bild zeigt der Tonhöhenmarker ein Glissando von F4 nach A3 und wieder hinauf nach F4. Das ist im Spektrum erst der Oktav-Teilton (2.), dann der Quint-Teilton E4 (3.) und dann wieder der Oktav-Teilton. Links daneben ist der Beginn des Glissandos bei D4 zu erkennen mit dem 2. Teilton bei D5. Der Grundton führt also von D4 zum tiefen A2, bricht auf dem Rückweg kurz ab und gleitet dann vom Bb3 bis zum C4 und eine Quarte hinab zum G3.

Beim Rückweg kippt das Klangspektrum mit der lautesten Frequenz bei F4 im 2. Teilton eine Quinte tiefer zum 1. Teilton Bb3. Im Klang des Glissandos ist aber das Kippen nicht zu hören. Und wenn ich den Grundton ausfiltere, höre ich eine völlig gleichmäßige, etwas helle Klangbewegung in die Tiefe zum A (Oktave plus Quarte) und in die Höhe zum C und weiter zum G. Der Unterschied liegt allein darin, daß der Gesamtklang ab dem Bb3 voller und "tiefer" klingt, mehr "grundtönig". Auffallend ist, daß das hohe Spektrum ab dem 12. Teilton bei E6 trotz der schnellen Glissandobewegung in einem Raum durchgehend klingt, wie es sich ebenso in dem Quart-Glissando kaum zu verändern scheint. Und genau das ist auch der Gesamteindruck: Ich höre nicht eine einfache Tonhöhenbewegung hinunter, hinauf und wieder leicht abwärts, sondern es ist mehr eine Klangbewegung durch einen weiten, tiefen, hohen spektralen Raum.

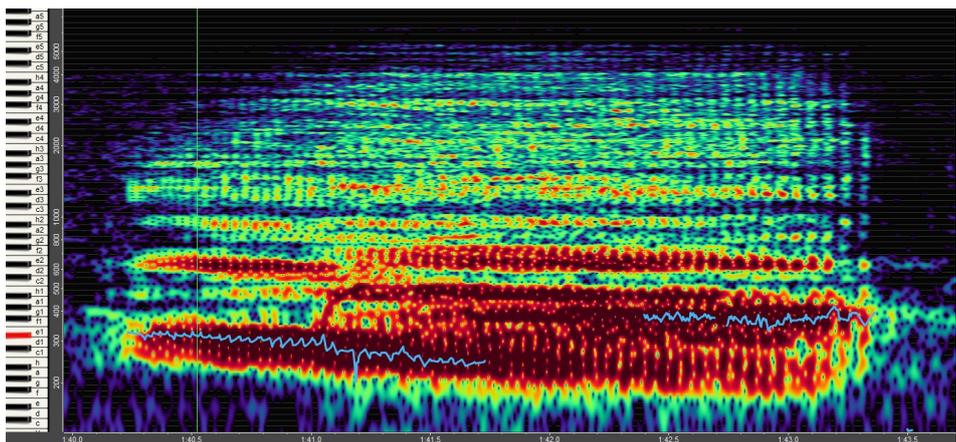
Wenn ich genau hinhöre, ist es tatsächlich kein ganz glattes Glissando von C4 nach G3, sondern eine leicht chromatische Bewegung, was auch im Spektrogramm zu erkennen ist:

C- B--Bb A-- G#-G.

Am Ende des Glissandos beginnt ein anderer Wal zu atmen und im Rauschen des Wassers ist noch der kurze "Quietschlaut" zu hören.

Und noch eine Bemerkung: Beim wiederholten Anhören hatte ich den Eindruck, ich würde eine echte ausdrucksvolle Lautäußerung oder eine Art vokalische Klanggeste hören wie uuuuua-a-a-a.

pulsierende Spektralklänge - ein ganz besonderes Phänomen des Walgesangs



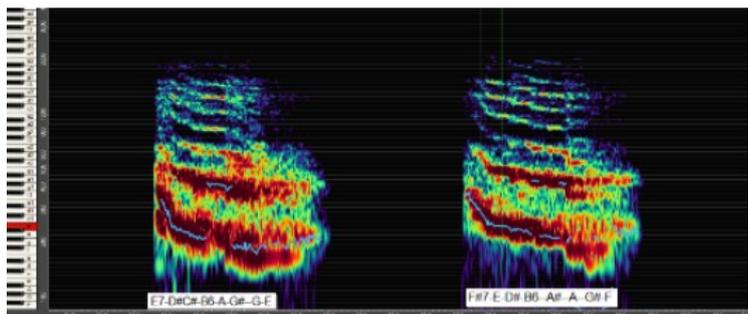
- Eb6 (16.)
- Bb5 (12.)
- Eb5 (8.)
- Bb4 (6.)
- G4 (5.)
- Eb4 (4.)
- Bb3 (3.)

Eb4-----D-- / Bb3 ----- / G4 ----- / F#-----
 spectral sound -----
 virtual fundamental : Eb2 Eb2 D2

Nach den 3 Glissandi von Wal 3 ist von einem anderen Wal ein sehr spezieller Klang zu hören, der wohl häufiger bei den Buckelwalen vorkommt, aber hier besonders klar in Erscheinung tritt. Es ist ein pulsierender Klang, der offenbar mit flatternden oder prustenden Stimmlippen erzeugt wird, so wie wir auch mit den Mundlippen prusten und dabei einen Klang machen können. Erst pulsiert der Klang 24x pro Sekunde und am Ende 18x.

Zu Beginn ist es ein Klang bei Eb4 mit 2., 3. und 4. Teilton, der allmählich abwärts gleitet. Bei D4/C4 transformiert der Klang zum Bb3 hin in einen Spektralklang mit Eb2 als virtuellem Grundton. Das Bb4 als Quinte (6.) wird stärker und dann auch das G4 (5.) als Terz-Klang, so daß ich den Eindruck habe, im Innern des Klangs die Kleine Terz Bb-G zu hören. Tatsächlich sind die Quinte und die Terz etwas lauter als das tiefe Bb3. Das Klang endet in einem D-Spektralklang mit virtuellem Grundton D2, der Quinte A3, der Terz F#4 und der Oktave D5. Diese klingenden Teilfrequenzen kann ich mit einem Filter einzeln hörbar machen. Das Bb5 bei 1000 Hz bildet den ganzen Klang hindurch eine kontinuierlich klingende Frequenz und auch das Spektrum darüber erklingt in einem schillernden, aber gleichbleibendem Kontinuum trotz des abwärts gleitenden tiefsten Tones.

Tonfolgen

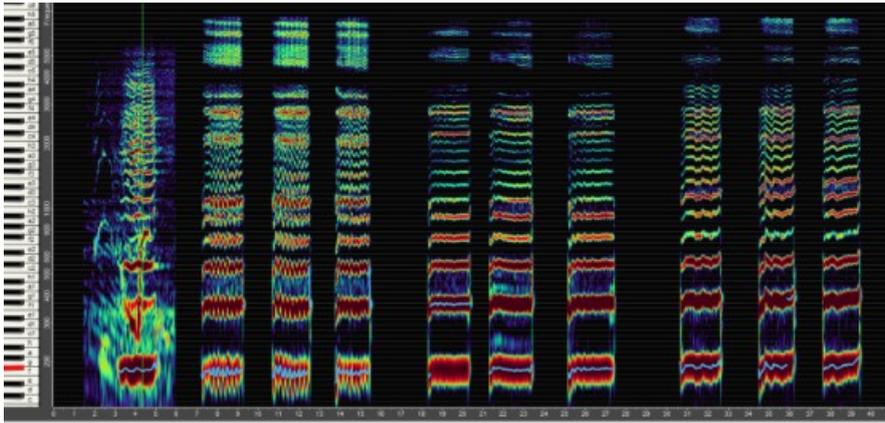


In Phase 4 kommt offenbar ein weiterer Wal hinzu (W5), der in hoher Lage immer wieder in vielen Variationen Tonfolgen erklingen läßt. Um die kurzen Tonfolgen bei 3000-1000 Hz genau zu bestimmen, mußte ich den Gesang 16x verlangsamen, wie er auch im Video zu hören ist: 18:34 (8x mit Notation) und 19:58 (16x als pure Klanggestalt).

E7-D#-D-A#6--A--G#-G D#7-F-D#-C#-B6--A#--A--G-E

Es sind Tonfolgen abwärts, die nur 0,16 - 0,2 Sekunden dauern und auf einem etwas längeren tiefen Ton enden, z.B. von F#7 (3000 Hz) durch eine Oktave bis nach F6 (1400 Hz). Manche haben einen Rhythmus mit kurzen und längeren Tönen, einige beginnen mit einem Praller (Eb-F-Eb) und mehrere enthalten eine chromatische Tonfolge. Das E6, auf dem 9 Folgen enden, liegt identisch bei 1300 Hz.

Der F#3-Klang gesungen von Wal 1 und von mir

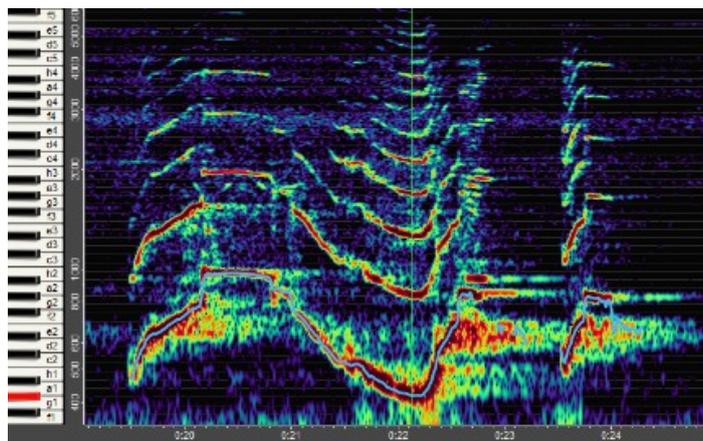


Einsatz der Stimme aus der geschlossenen Glottis, ohne Einatem (Luft holen), ohne Anblasdruck, ohne "Sprengen der Glottis" und ohne Luftströmung

Am Ende des freischwingenden, variablen Klangs schließt sich die Glottis wieder ohne Schließdruck, und die Schwingung endet, ohne daß sie abgewürgt wird, ohne daß der Kehlkopf hochgezogen wird, ohne daß sich ein Zuviel an Atemdruck entlädt oder der Klang im Hauch ausklingt.

In meinen Versionen habe ich nach einem ruhigen Einatem die Glottis geschlossen gehalten und dann unmittelbar aus der geschlossenen Glottis die Stimmlippen schwingen lassen und nach 2 Sekunden die Glottis wieder geschlossen gehalten bis zum nächsten Klang. Auf die Art habe ich jeweils drei Klänge mit Pause gesungen ohne dazwischen Luft zu holen. Im parasympathischen Zustand, d.h. ohne Streß und ohne Anstrengung, kann ich ohne Probleme und ohne großen Einatem 3 Klänge machen mit 10 Sekunden Pause dazwischen. Und mit ruhigem größeren Einatem kann ich ebenso in 30 s 6-8 Klänge mit kürzeren Pausen dazwischen singen. Bemerkenswert bei den ersten 3 Klängen ist, daß der Klang ohne Absicht vom ersten Moment an im Vibrato frei schwingt und auch im Vibrato endet, daß also das Vibrato die Schwingung homöostatisch ausbalanciert und das volle Klangspektrum sich unmittelbar entfalten kann mit Brillanz-Formanten bei 3-, 5- und 7000 Hz.

In der zweiten Version habe ich die Klänge bewußt ohne Vibrato gesungen und in der dritten habe ich die Tonhöhenbewegung des Wals nachgeahmt. In allen Versionen ist der Oktav-Teilton lauter als der Grundton und der Quint-Teilton relativ stark. Beim Wal ist der Oktav-Teilton schwach, aber der Quint-Teilton genauso laut wie der Grundton.



Auch bei der letzten Klangfigur von W4 in dieser Phase ist im Spektrogramm deutlich zu erkennen, daß er ohne jeden Atemdruck ganz leicht und unmittelbar mit einem feinen Glissando beginnt und am Ende des Klangs die Glottis so drucklos und einfach schließt, daß der Nachklang in der Luftblase und so auch im Wasser noch zu hören ist.

Ein ähnlicher Hall-Effekt kann auftreten, wenn ich in einer Kirche am Ende eines drucklos gesungenen Klangs nicht sofort den Mund schließe. Im Gegensatz zum Wal öffnet sich bei mir dann die Glottis,

und ein Zuhörer kann dann den Eindruck haben, der Klang würde noch ein wenig in der offenen Kehle, in meinen Resonanzräumen, im Kirchenraum und in den Ohren weiter schwingen. Wenn man die Walgesänge über Kopfhörer hört, ist dieser Eindruck besonders stark.