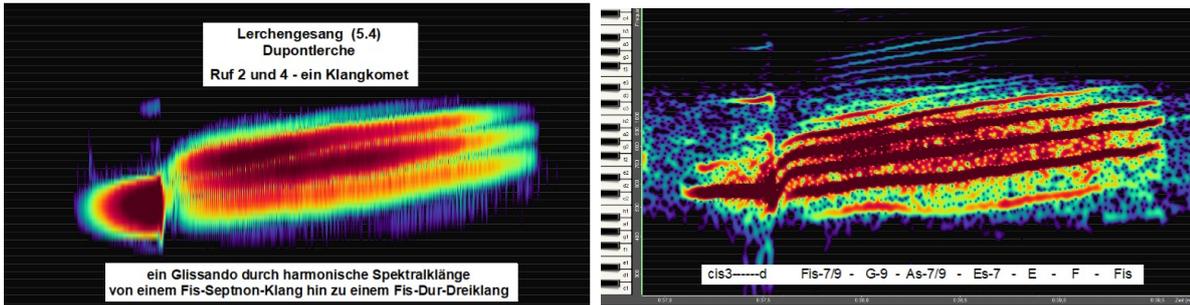


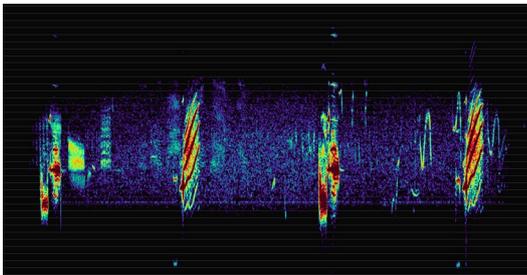
**Lerchengesang (5.4) - Dupontlerche - Ruf 2 und 4 - ein Klangkomet
ein Glissando durch harmonische Spektralklänge von einem Fis-Septnon-Klang hin zu einem Fis-Dur-Dreiklang**



Text, Notation und Spektrogramme zum Video "Lerchengesang (5.4) - ein Klangkomet" :
https://youtu.be/9u_1_pomMNQ

siehe und höre auch das Video: "Lerchengesang (5.5) - ein Klangkomet als Spektral-Glissando durch Dur-Dreiklänge und Septakkorde" <https://youtu.be/QtDgVvCM2Xw>

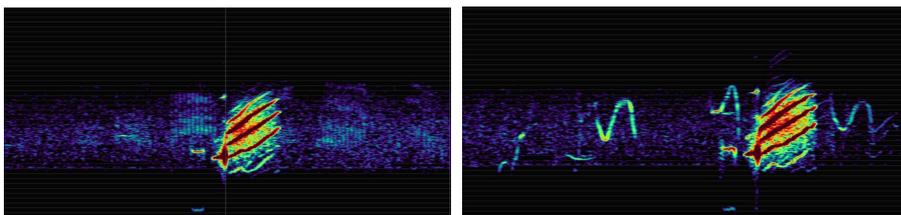
Rufe der Dupontlerche



Das sind die 4 Rufe der Dupontlerche aus dem Video "Lerchengesang (5) - Dupontlerche - ein Gesang mit harmonischen Spektralkängen" (<https://youtu.be/SIRXMvLwo4w>). Im Hintergrund sind andere Vogelstimmen zu hören. Die Rufe 1 und 3 sowie 2 und 4 sind völlig identisch, nur ist der jeweils zweite Ruf etwas lauter. Jeder Ruf dauert 0,6 s, das Spektrum liegt zwischen 2000 und 4500 Hz. Alle Rufe haben eine sehr intensive Wirkung auf unsere Ohren, nicht nur wegen der Lautstärke, sondern vor allem wegen ihres Klangcharakters. Sie erklingen in einem Frequenzbereich, in dem zum einen unsere Ohren sehr empfindlich sind und in dem zum andern unser Gehör eben noch Tonhöhen sowie Klänge und ihre Spektren hinreichend differenziert wahrnehmen kann. Im Spektrum darüber hören wir den Vogelgesang überwiegend als Zwitschern.

In Ruf 1 und 3 ist eine Quarte zu hören (h-e), die wie "verstimmt" klingt, aber in ihren beiden Klängen eine irisierende Intensität hat. In Ruf 2 und 4 gibt es nach einem kurzen Ton ein schnelles kurzes Glissando aufwärts.

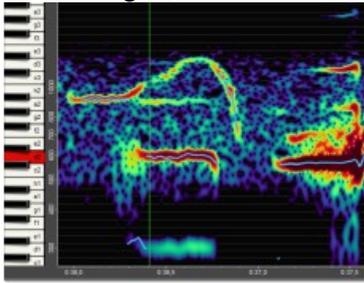
"Präludium" oder "Vorspiel" zu Ruf 4



Bei Ruf 4 (Bild rechts) hört man zunächst etwas weiter entfernt einen c4-Laut, woraufhin ein anderer Vogel, etwas näher, eine wunderschön gleichmäßige C-Dur/F-Dur-Klangwelle zwitschert: g4---e----c5-----f4.

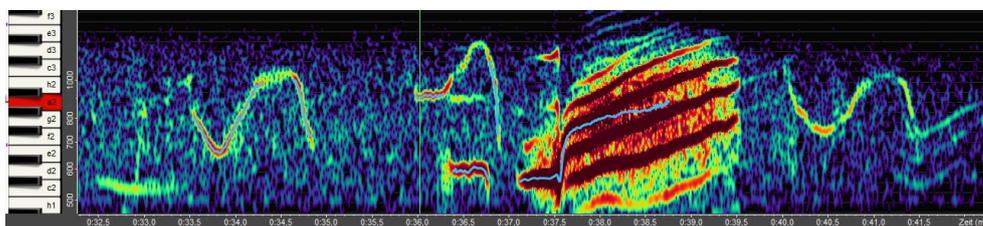
Nach 0,6 s setzt offenkundig derselbe Vogel (gleiche Lautstärke) auf einem hohen a4 ein zu einer neuen Glissandowelle: a4--b---es5--fis4. Zu dem a4---b4 setzt eine Quinte tiefer ein weiterer Vogel

mit einem pulsierenden es4 ein, das zu einem hohen d4 wird, etwas schwankend in der Tonhöhe und nochmal zu einem es4 wird, wenn der erste Vogel sein es5 erreicht, um am Ende im cis4 auszuklingen, bevor dann der erste Vogel zum fis4 hinabgleitet. Das d4 des zweiten Vogels ist fast doppelt so laut wie das a4, also vermutlich deutlich näher.



Wie im kleinen Bild links zu sehen (2 Oktaven tiefer d2), ist das 'd' ein Oktav-Teilton zu d1 und dem a2 als Quint-Teilton, die gleiche Frequenz wie das a2 des ersten Vogels. Das gleiche 'd' war schon bei Ruf 2 zu hören, ohne das Glissando darüber. Und wie bei Ruf 2 setzt nun die Dupontlerche mit Ruf 4 ein, wie bei Ruf 2 exakt nach 0,06 s (!) mit einem 8-fach so lauten 'cis'.

Auch in der Originallage ist bei beiden Rufen das d4 zu hören und es klingt dann wie "d / cis---fis" mit einem kurzen Gleiten wischen cis4 und fis4. Eine Oktave tiefer und 2x langsamer erkenne ich auch die Quinte a3/d3 wie 2 Laute von zwei vögeln und das Glissando klingt wie ein Gleiten durch einen Fis-Dur-Klang. Und in der 4-fachen Verlangsamung ist dann der ganze "Dreigesang" präsent mit dem Glissando von Vogel-1, dem "Kontaktlaut" von Vogel-2 und dem komplexen Spektral-Glissando der Dupontlerche.



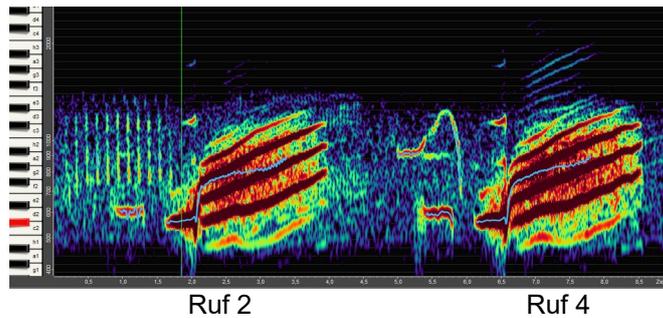
Nach dem großen Glissando gibt es auch noch ein "Nachspiel". Genau auf dem cis5 des ausklingenden "verminderten Dreiklangs" g4/ais4/cis5 ist wieder eine Glissandowelle zu hören: cis5--fis4--c5--fis4--a4. Vermutlich ist es vom gleichen Vogel, der die anderen Glissandi gesungen hat. (Daß dieses "Nachspiel" leiser klingt, liegt am Fade-Out der Aufnahme.)

Auch bei Ruf 1 und 3 gibt es Klangfiguren und Laute, die gleichzeitig mit dem Ruf der Dupontlerche erklingen und sich in das Spektrum des Klangs einfügen. Daher gehe ich davon aus, daß noch andere Dupontlerchen in der Nähe sind. Auch in der anderen Aufnahme von einer Dupontlerche mit 20 s Gesang ("Lerchengesang 5") sind noch 2 andere Lerchen mit ihrem Gesang zu hören.

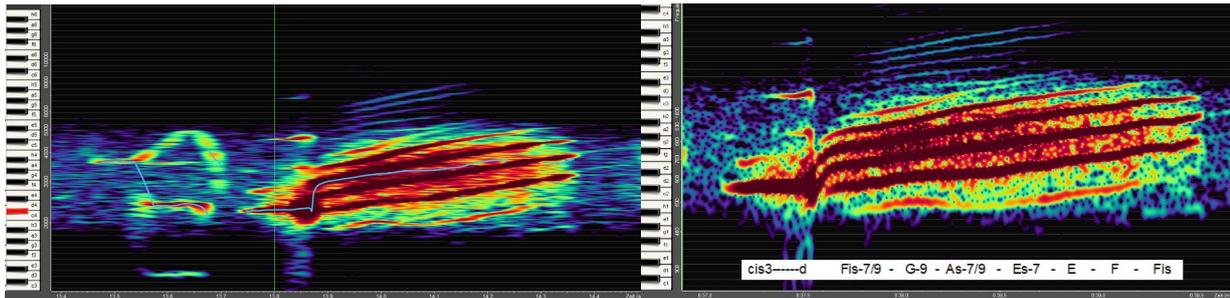
Ich bin mir sogar nach meinen bisherigen Forschungen zum Vogelgesang ziemlich sicher, daß das 'd4' vor dem Spektral-Glissando der **Kontaktlaut eines Weibchens** ist.

Denn das gleiche Phänomen habe ich bisher auch bei Rotkehlchen, Nachtigall und Amsel gefunden. Bei diesen 3 Singvögeln sind immer wieder mal unmittelbar vor einer Strophe sehr hohe (um 8000 Hz), für unsere Ohren nicht wahrnehmbare Laute im Spektrogramm zu erkennen, auf die das Männchen mit seinem Gesang reagiert, teilweise auch mitten in einer Strophe oder auch direkt danach (wie hier auch bei Ruf 3). Das Rotkehlchen stimmt sogar immer wieder mal in der Intonation seine Strophe genau eine Oktave tiefer an oder endet sie auf dieser Tonhöhe, worauf das Weibchen manchmal reagiert.

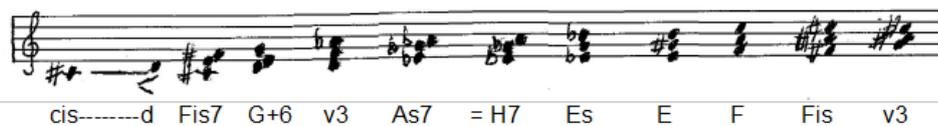
Im direkten Vergleich von Ruf 2 und Ruf 4 ist zu erkennen, daß das Modell und die Struktur völlig gleich sind. Auch die Tonhöhen von cis4 und die der einzelnen Frequenzen sind identisch. Auch im Hören ist kein Unterschied zu erkennen außer den anderen Vogelstimmen in der Nähe. Allerdings ist der Kontaktlaut des Weibchens bei Ruf 2 nur halb so laut und bei Ruf 4 ist auch das ganze Spektral-Glissando etwas lauter, es wirkt mehr ausgesungen und hat im Spektrum mehr höhere Frequenzen bei 5-7500 Hz.



ein Glissando durch harmonische Spektralklänge von einem Fis-Septnon-Klang hin zu einem Fis-Dur-Dreiklang



Die Hauptharmonieklänge des Glissandos:



Eine genaue Beschreibung der Harmoniefolge und der Modulation im Glissando findet sich im Text unten.

Spektralklänge

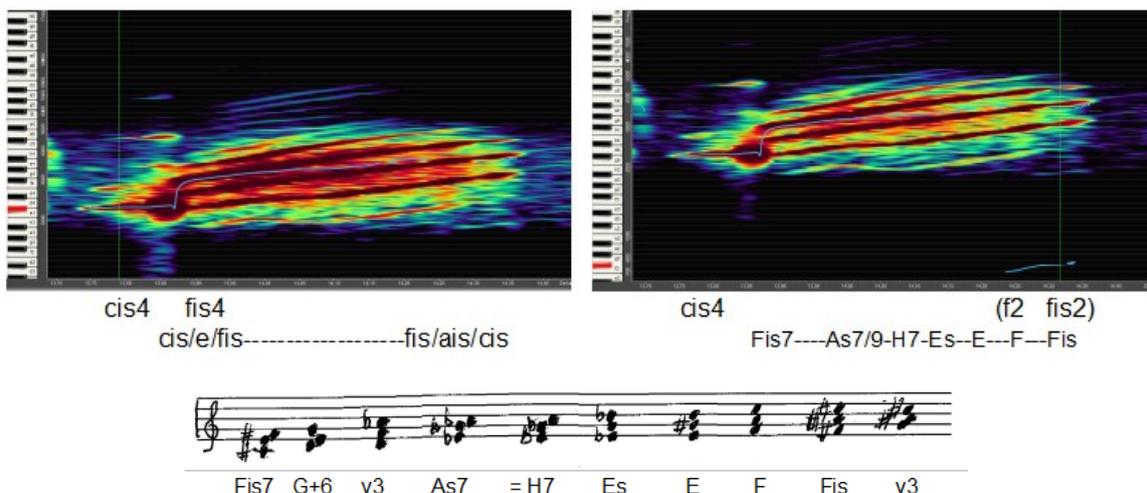
Ein Spektralklang ist ein Klang, der sich zusammensetzt aus einem bestimmten Spektrum von Teilfrequenzen. Diese Teilfrequenzen entsprechen den jeweiligen Teiltönen eines Grundklangs (= 1. Teilton), z.B. dem 6.-7.-8.-9. Teilton des Grundklangs Fis bei dem Septnon-Klang. Zu hören sind nur diese Teiltöne, aber nicht der Grundklang. Im Overtone-Analyzer wird in manchen Spektrogrammen von solchen Spektralklängen die Tonhöhe des virtuellen Grundtons vom Tonhöhenmarker angezeigt, also Große Fis bei dem Spektralklang cis2-e2-fis2-gis2 - 6.-7.-8.-9. Teilton (siehe Bild unten S.4).

Durch die spezifische Zusammensetzung der Teilfrequenzen und die unterschiedliche Intensität der einzelnen Frequenzen hat jeder Spektralklang seine eigene Färbung, die ihm seinen besonderen Charakter verleiht. Manche Spektralklänge können sich für unsere Ohren etwas geräuschhaft anhören, wenn sie aus höheren Teilen des Frequenzspektrums zusammengesetzt sind, in denen die Teiltöne sehr nah beieinander liegen. Ich kann aber zu diesen Spektralklängen den entsprechenden Grundton singen oder auch den kompletten Klang als Arpeggio und dabei spüren und hören, wie sich das Spektrum meines Stimmklangs in den Spektralklang einfügt.

Da die Singvögel nicht nur 1 Syrinx, sondern 2 "Stimmköpfe" haben, können sie wie z.B. Amsel und Rotkehlchen real 2-stimmig singen und mit beiden Stimmköpfen zusammen mehrstimmige "wohlgeordnete" Spektralklänge erzeugen, wenn die Stimmlippen in jeder Syrinx jeweils ein eigenes Spektrum ohne Grundklang erzeugen und beide Spektren auf wundersame Weise miteinander korrespondieren. Koordiniert wird diese komplexe Klangerzeugung über das Gehör durch ein wechselseitiges Zusammenspiel zwischen Ohren und Syrinx, gesteuert über rückkoppelnde Prozesse zwischen Syrinx, Nervus Vagus, Formatio reticularis (Nervengeflecht im Stammhirn), efferente Nervenbahnen zur Cochlea und afferente von Cochlea zur Formatio reticularis,

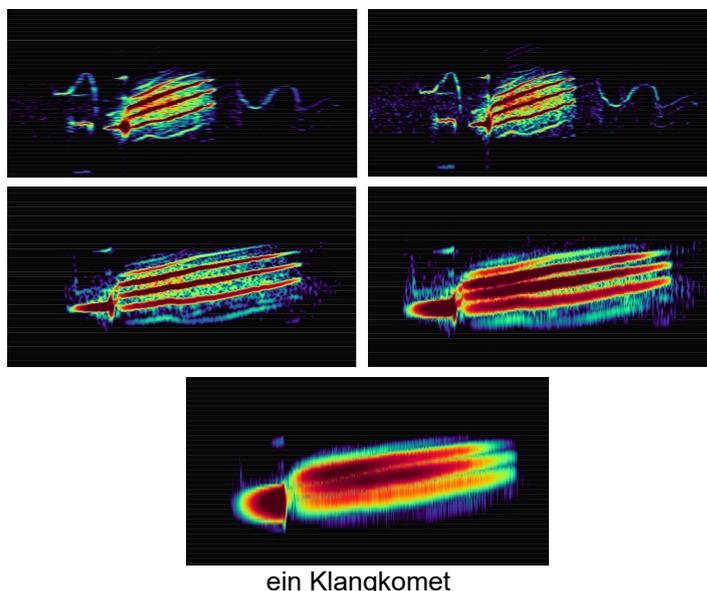
Über das gleiche rückkoppelnde System kann auch in der menschlichen Stimme ein unterschiedliches Klangspektrum auf der gleichen Tonhöhe entstehen - heller-dunkler-farbiger-sonorer-brillanter. Und ein Klang bzw. eine gesungene Tonhöhe kann im mehrstimmigen Gesang als Grundton, Terz, Quinte oder Septime klingen in Übereinstimmung mit dem Gesamtspektrum. (siehe S. 8 unten zu den Dreiklängen)

Auch im Gesang eines Rotkehlchens habe ich ein Spektral-Glissando entdeckt und bei einer Amsel ein Glissando in eine 2-stimmige Septime hinein, ein ganz eigener Spektralklang mit 4. und 7. Teilton als klingenden Frequenzen und allen übrigen zugehörigen Teilfrequenzen. Ebenso sind Septnon-Klänge u.a. bei Amsel und Rotkehlchen zu finden. Man erkennt sie in der Verlangsamung sogleich daran, daß das Teilton-Spektrum sehr dicht mit aufeinanderfolgenden Ganztönen beieinander liegt und nicht wie bei einem Grundtonklang mit größerem Zwischenraum zwischen 1.-2.-3. Teilton.



Am Beginn des Glissandos zeigt der Tonhöhenmarker das fis4 als lautesten Ton von den drei Hauptfrequenzen cis4-e4-fis4 an, 6.-7.-8. Teilton von fis1. In der Mitte während der Modulation, wenn die Intensität zur mittleren Frequenz wandert, wird für keine Frequenz die Tonhöhe markiert. Obwohl das Klangspektrum sich in die Höhe bewegt, hört es sich so an, als würde sich im Klang etwas nach unten bewegen. Aber wenn die Dreiklänge erklingen, gleitet der ganze Klang nach oben. Am Ende beim F-Dur- und Fis-Dur-Dreiklang (fis4-ais4-cis5 - 4.-5.-6. Teilton) zeigt der Tonhöhenmarker 2 Oktaven tiefer f2---fis2-- an als virtuellen Grundton zum Klang von Oktave, Terz und Quinte im Spektralklang.

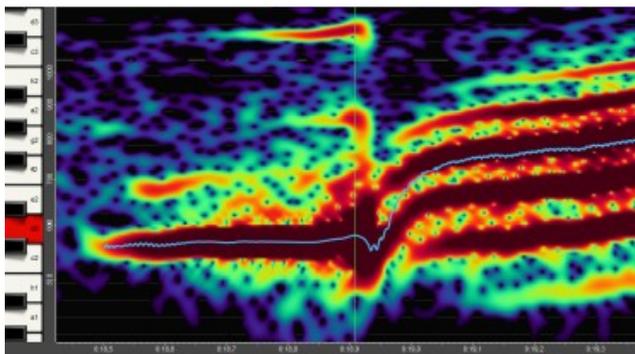
Ruf 4 im Original und in 2-, 4-, 8-, 16-facher Verlangsamung



Was auf dem Spektrumsbild ausschaut wie ein Klangkomet aus dem Klangkosmos des Vogelgesangs, ist ein Ruf der Dupontlerche in 16-facher Verlangsamung, den ich ausgerechnet am 6. Januar ("Heilige drei Könige") entdeckt habe, als ich mir die Gesänge von verschiedenen Lerchen auf dem Overtone-Analyzer angehört und angeschaut habe und dabei den zauberhaften Gesang der Dupontlerche mit vielen wundersamen Spektralklängen zum ersten Mal gehört habe. Die Dupontlerche lebt in Halbwüsten mit wildem Thymian und brütet in Aragonien, Marokko, Algerien und Tunesien. Und so könnte dieser Ruf vielleicht an diesem 6. Januar bedeuten: "Der Stern, den sie im Morgenland gesehen hatten, ging vor ihnen her ..."

Im Original bei 2-4000 Hz hören wir in 0,6 s nur einen kurzen farbigen Zwitscherlaut, 1 Oktave tiefer und 1 Zeitoktave langsamer nimmt man schon ein schillerndes Höhergleiten des Klangs wahr; in der 4-fachen Verlangsamung (unserm vertrauten Hörbereich zwischen c2 und c3) ist deutlich ein mehrstimmiger Klang zu erkennen mit einem im Gleiten modulierenden Farbspektrum, an dessen Ende man einen Dur-Dreiklang heraushören kann; und in der 3. Oktave (c1-c2) können beim Hineinhören in den Klang auch die harmonischen Umschichtungen im Klangspektrum vernommen werden, ein Klangfarbenspektrum von dicht zu offen und hell - eine echte Spektralmusik, an der der Komponist Olivier Messiaen seine Freude gehabt hätte; in der letzten Phase gleitet der Klang eindeutig durch Dur-Dreiklänge hindurch. Die 16-fache Verlangsamung kann dann zu einem reinen Klang- und Hörerlebnis werden, sinnlich und körperlich spürbar. Wenn ich mir diesen Klang wiederholt über Kopfhörer (!) anhöre, kann mich manchmal das Gefühl überkommen, ich würde in die dunklen Tiefen des Meeres abtauchen oder schwerelos in die Weiten des Alls hinaufschweben.

Das Spektral-Glissando bei cis4

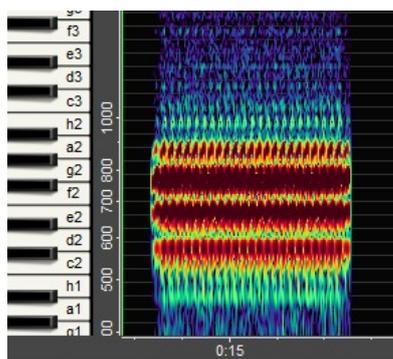


Nach dem d4, dem Kontaktlaut des Weibchens, das am Ende etwas zum cis4 hinabgleitet, setzt der Ruf nach 0,06 s mit cis4 ein, schwillt um das 4,5-fache an zu einem vollen lauten d4 (mit Teiltönen a4-d5-a5). Zu dem d4 setzt offenkundig der 2. Stimmkopf mit einem h3 ein, das dann zum e4 gleitet, wozu sich parallel im Spektrogramm eine Frequenz vom d4 zum fis4 bewegt. Der 1. Stimmkopf setzt dann dazu neu ein mit der Quinte cis4/gis4, so daß nun der volle Spektralklang cis-e-fis-gis zu hören ist,

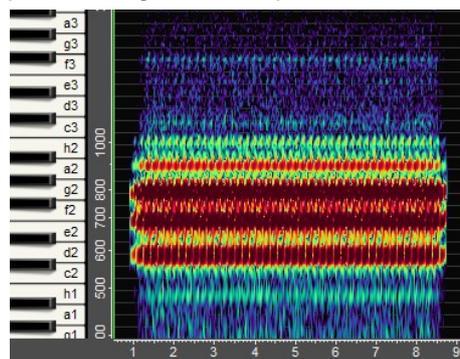
in dem das fis4 doppelt so laut wie das cis4 und das e4 etwas leiser als das fis4 klingt. Weil es keine eindeutige Tonhöhe in einem Spektralklang gibt, zeigt der Tonhöhenmarker das fis4 nicht exakt als dominante Frequenz an.

Dieser komplette Spektralklang setzt sich zusammen aus dem 6.-7.-8.-9. Teilton von fis1 als virtuellem Grundton. Es ist harmonisch gesehen ein Fis-Dur-Septnonklang. Im Glissando bewegt sich dieser Spektralklang weiter, unterhalb kommt ein h3 und oberhalb ein h4 dazu und der Klang wird zu einem G-Dur-Septnon-Akkord : h-d-f-g-a-h (5.-6.-7.-8.-9.-10. Teilton).

Ausschnitte aus dem Glissando mit den beiden Septnon-Klängen als Loop

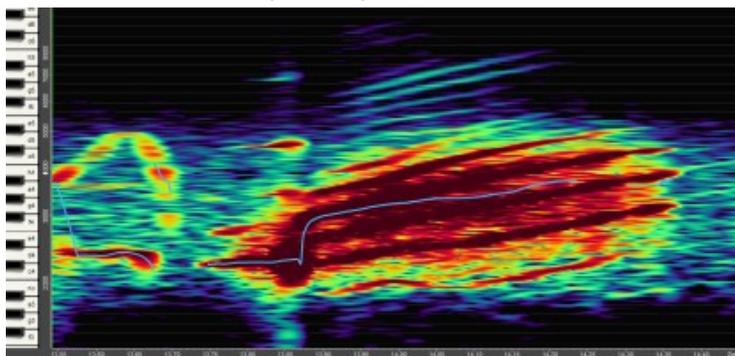


Fis7/9 : cis-e-fis-gis



G7/9 : h-d-f-g-a-h

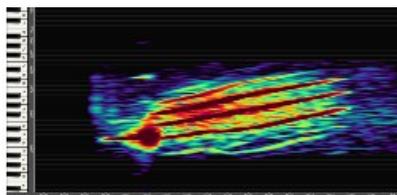
das komplette Spektrum bei As7/9



c4 (5.) - **es (6.) - ges (7.) - as (8.) - b (9.)** - c5 (10.) - es (12.) - e (13.) - ges (14.) - g (15.) - as (16.) - a (17.) - des 6 (21.) - d- (22.) - d+ (23.) - es (24.)

Der tiefste "Ton" der drei am stärksten klingenden Frequenzen geht vom Cis bis zum Fis. Das Spektral-Glissando beginnt mit einem "Septnon-Klang", zusammengesetzt aus den Frequenzen cis / e / fis / gis. Das sind folgende Teiltöne zum virtuellen (nicht real klingenden) Grundton Fis: der 6. - 7. - 8. - 9. Teilton. Übersetzt in das tonale Harmoniesystem ist es ein Fis-7/9-Klang, also ein Fis-Septnonakkord mit klingender Quinte (cis), Septime (e), Oktave (fis) und None (gis).

Das Glissando endet mit einem Fis-Dur-Dreiklang mit den Frequenzen fis / ais / cis, das sind der 4. - 5. - 6. Teilton zum virtuellen Grundton Fis, das ist der Dur-Dreiklang, der in jedem Klang mit der klingenden Tonhöhe Fis (= 1. Teilton oder Grundton) als Oktav-, Terz- und Quint-Teilton mitschwingt.

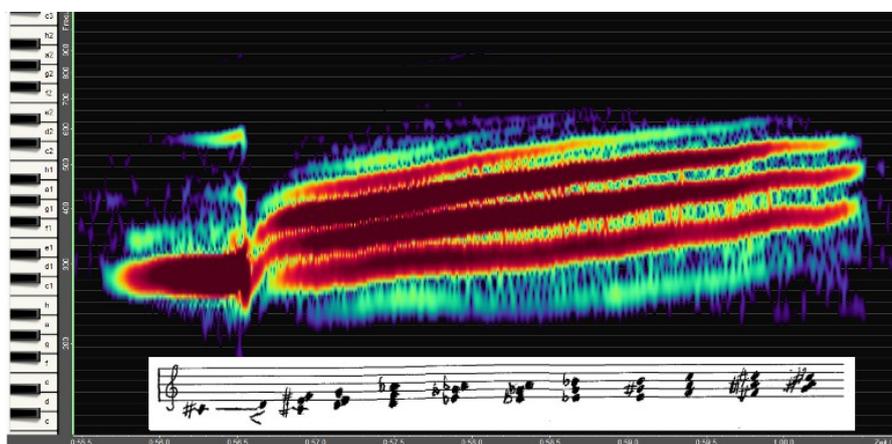


Das Glissando durch die Spektralklänge verläuft nicht linear, also etwa von "Fis-7/9" (cis/e/fis/gis) nach "H-7/9" (fis/a/h/cis) bzw. gleichmäßig vom Cis zum Fis, sondern es ist eine gleitende Modulation durch verschiedene Klangspektren bzw. unterschiedliche Harmonieklänge. Im Bild links ist das daran zu erkennen, daß die 3 stärksten Frequenzen nicht parallel laufen.

Die untere macht nach dem ersten Drittel eine leichte Wendung in die Tiefe und steigt in der 2. Hälfte wieder leicht an in eine Parallelität des Dreiklang-Glissandos Es-E-F-Fis. In der ersten Hälfte ist zu den Hauptfrequenzen noch eine höhere Frequenz zu sehen, die als None zu den Septim-Klängen mitklingt.

die Hauptharmonieklänge des Glissandos:

Fis7 G+6 v3 As7 = H7 Es E F Fis v3



In der Notation der Hauptharmoniefolgen ist zu Beginn die Vielschichtigkeit dieses Gleitens durch das Klangspektrum zu erkennen. Eine Frequenz klingt weiter, während die anderen quasi halbtönmäßig weitergleiten, erst bleibt das e1 quasi liegen, dann das d1, das as1, das es1 und das ges1 und dann das es1. Danach gleiten die Dreiklänge gleichmäßig weiter und ganz am Ende bewegt sich noch das fis1 zum g1, während ais1 und cis2 liegen bleiben.

Fis7 G+6 v3 As7 =H7 Es E F Fis v3

Zwischen As7 (6.-7.-8. Teilton) und H7 (5.-6.-7. Teilton) gibt es eine enharmonische Verwechslung von es/ges zu dis/fis.

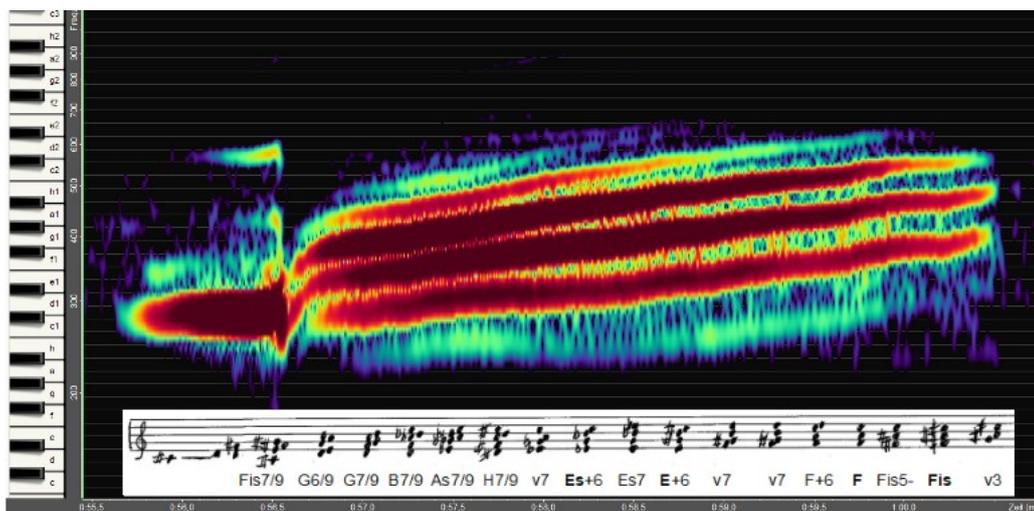
In der kompletten Harmoniefolge gibt es auch zwischen dem chromatischen Anstieg der Dreiklänge eine Umschichtung des Spektrums durch Liegetöne und Weitergleiten.

alle Harmonieklänge der Modulation im Glissando

Fis7/9 G6/9 G7/9 B7/9 As7/9 H7/9 v7 Es+6 Es7 E+6 v7 v7 F+6 F Fis5- Fis v3

Fis7/9 : fis-ais-cis-e-gis / G+6 : g-h-d-e / G7/9 : g-h-d-f-a / B7/9 : b-d-f-as-c / As7/9 : as-c-es-ges-b /
H7 : enharmonische Verwechslung es-ges-a = dis-fis-a - H7/9 : h-dis-fis-a-cis /
v7 : verminderter Septakkord (Septnonakkord mit verminderter None ohne Grundton) : F7/9- a-c-es-ges /
Es7 : es-g-b-des / Es+6 : es-g-b-c / E+6 : e--gis-h-cis / v7 : G7/9- h-d-f-as(gis) / F+6 : f-a-c-d /
Fis5- : Fis mit alterierter Quinte : fis-ais-c / v3 : verminderter Dreiklang/verkürzter Dominant-Septakkord
b-d-f-as und g-ais-cis=g-b-des aus Es7

Im Notenbild aller Harmonieklänge steht jeder Klang für eine gleichmäßige Zeiteinheit.



Die Dur-Dreiklänge im Spektral-Glissando

Wie ich oben schon ausgeführt habe, endet das Glissando mit einem Fis-Dur-Dreiklang mit den Frequenzen fis / ais / cis, das sind der 4. - 5. - 6. Teilton zum virtuellen Grundton Fis und das ist der Dur-Dreiklang, der in jedem Klang mit der klingenden Tonhöhe Fis (= 1. Teilton oder Grundton) als Oktav-, Terz- und Quint-Teilton mitschwingt.

Bei diesem und den anderen Dreiklängen erklingt also ein reiner "natürlicher" Dreiklang, ein Dreiklang zusammengesetzt aus Naturtönen, wie er in jedem klingenden Ton eines Instrumentes und in einem gesungenen Ton mitschwingt und mitgehört werden kann, aber in diesem Spektralklang der Lerche ist es ein Dreiklang, ein gleichzeitiges Erklingen dieser drei Frequenzen im Verhältnis 4:5:6, wie er von keinem "wohltemperierten" Klavier und keinem andern Instrument erzeugt werden kann.

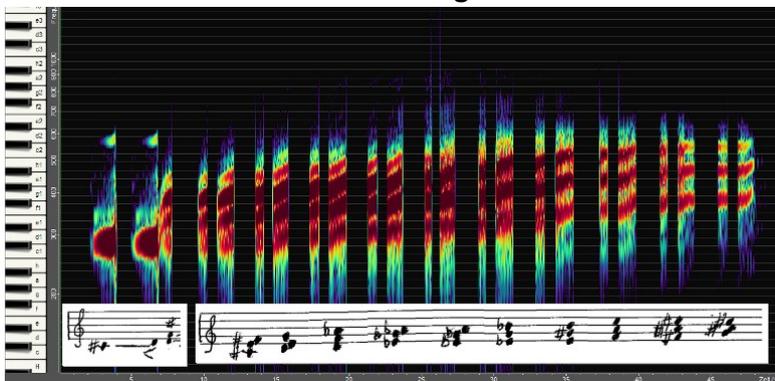
Solche reinen Dur-Dreiklänge, wie sie in diesem Glissando der Dupontlerche erklingen, habe ich noch in keinem Gesang der über 20 von mir untersuchten Singvögel gefunden. Im Verlauf des Glissandos sind in der 2. Hälfte für einen kurzen Moment 4 Dreiklänge zu hören - Es-Dur, E-Dur, F-Dur und Fis-Dur.

Nur 3 menschliche Stimmen können zusammen einen reinen Dur-Dreiklang singen, wenn sie nicht nur 3 Töne singen, sondern alle 3 Stimmen in ihrem vollen Klangspektrum übereinstimmen, d.h. 1 Stimme den 1. Teilton als Grundton (!) singt, 1 Stimme die Quinte als Quinte (!) und nicht als eigenen Grundton mit eigenem Spektrum singt und vor allem die 3. Stimme den Klang zwischen Quinte und Grundton als Terz (!) singt, die sich in das Spektrum der 2 anderen Stimmen einstimmt und einfügt. Dann kann der Dreiklang wie 1 Klang klingen mit einem übereinstimmenden Spektrum.

Das ist genau der Vorgang, den ich oben angedeutet habe bei der Erläuterung, wie Vögel Spektralklänge erzeugen können. Denn auch in der menschlichen Stimme kann das Spektrum in einem Klang bzw. auf einer klingenden Tonhöhe unterschiedlich gestaltet werden, und zwar über die gleichen wechselseitigen Rückkopplungsprozesse zwischen Kehlkopf und Gehör bzw. Nervus Vagus, Formatio reticularis und Cochlea wie bei den Singvögeln. Der jeweilige Ton im Dreiklang muß also nicht im Hörzentrum des Cortex "analysiert und definiert" werden, sondern schon die äußeren Haarzellen in der Cochlea reagieren bei entsprechender Grund-erregung auf das Klangspektrum mit Verstärkung und Abdämpfung und über das Gehör kann bis zu 20x in der Sekunde die Schwingung der Stimmlippen beeinflusst werden.

Wenn dann die Stimme mit dem Grundton einen Klang mit vollem Grundton singt und mit einer für die Ohren der anderen Stimmen deutlich wahrnehmbaren Quinte und Terz im Spektrum, kann die Stimme, die die Quinte singt, ihren Klang "quintig" singen, also nicht grundtönig, sondern mit einer stärkeren Ausrichtung am Quint-Teilton (der 1. Teilton ist dann weniger laut), wodurch wiederum der Quint-Klang als Orientierung im Gesamtspektrum in Erscheinung tritt. Von der Quinte aus und nicht vom Grundton findet auch die dritte Stimme ihre Terz, bezogen auf die Quinte und auf den Grundton, aber selbst so wenig wie möglich grundtönig.

die Modulation und Harmoniefolge in einzelnen Schritten



Um die allmähliche Modulation durch das Glissando hindurch anschaulicher und anhörbarer zu machen, habe ich das Glissando im letzten Hörbeispiel in einzelne Schritte aufgespalten: Fis-7/9 - Fis-7/9 nach G-6/9 - G-6/9 nach B-7 - B-7 - B-7 nach As-7/9 - As-7/9 - As-7/9 nach H-7 - von H7 nach Es-Dur - von ES-Dur nach E-Dur - von E-Dur nach F-Dur - von F-Dur nach Fis-Dur