

Der "blinde Fleck" oder die tauben Ohren der Gehirn- und Bewußtseinsforschung: der Regelkreis von Vokalisation-Vagusnerv-Hören integriert über die *Formatio reticularis* (Stammhirn)

2023 ist das eindrucksvolle Buch von Mark Solms "*The Hidden Spring*" ins Deutsche übersetzt worden, das ich mit großem Interesse gelesen habe. Anschließend habe ich zum zweiten Mal das auf eine andere Art sehr anregend geschriebene Buch von Antonio Damasio gelesen: "*Feeling and Knowing. Making Minds Conscious*", im Deutschen mit dem Titel "Wie wir denken, wie wir fühlen. Die Ursprünge unseres Bewußtseins".

Das Buch von Solms hat im Deutschen den Untertitel: "Warum wir fühlen, was wir sind". In seinem Vorwort schreibt Solms, daß er und Damasio den Fokus der Neurowissenschaft "auf die verkörperlichte Natur *gelebter Erfahrung*" legen. Und Damasio schreibt in seinem Buch, daß die klassische Kluft, die den physischen Körper von zerebralen und mentalen Phänomenen getrennt hat, durch die Gefühle auf ganz natürliche Weise überbrückt wird.

Damasio schreibt im Kapitel "*Grundlegende Gefühle III*":

"Da das eigentliche *Objekt* des Gefühls/der Wahrnehmung nichts anderes ist als ein Teil des Organismus selbst, ist dieses Objekt *innerhalb des Subjekts/des Wahrnehmenden* lokalisiert. Erstaunlich! Bei der Wahrnehmung der Außenwelt, beispielsweise beim Sehen und Hören, spielt sich nichts Vergleichbares ab. Die Objekte der visuellen oder akustischen Wahrnehmung kommunizieren nicht mit unserem Körper. Die Landschaften, die wir sehen, oder die Lieder, die wir hören, stehen *nicht* in Kontakt mit unserem Körper, und erst recht sind sie nicht in seinem Inneren. Sie existieren in einem physisch getrennten Raum.

Im Bereich der Gefühle ist die Situation grundlegend anders. Da Objekt und Subjekt von Gefühlen/Wahrnehmungen in demselben Organismus existieren, *können sie interagieren*. Das Zentralnervensystem kann den körperlichen Zustand, der ein bestimmtes Gefühl entstehen läßt, abwandeln und damit auch das Gefühl verändern. *Dies ist eine ungewöhnliche Organisation, zu der es in der Welt der externen Wahrnehmung kein Gegenstück gibt.*"

Und Solms schreibt in Kapitel 5 "*Gefühle*":

"Affektzustände - Hunger, Durst, Müdigkeit, Übelkeit, Kälte, Harn- und Stuhldrang usw. - haben im Gegensatz zu anderen psychischen Zuständen eine *hedonische Valenz*: Sie fühlen sich "gut" oder "schlecht" an. Dadurch unterscheiden sich affektive Wahrnehmungen wie Hunger und Durst von sensorischen wie Sehen und Hören. Das, was wir sehen, oder das, was wir hören, besitzt keinen intrinsischen Wert an sich - Gefühle besitzen ihn sehr wohl."

Dazu habe ich einige grundlegende Fragen und verschiedene Überlegungen unter dem vielleicht etwas provokanten Titel:

Der "blinde Fleck" oder die tauben Ohren der Gehirn- und Bewußtseinsforschung: der Regelkreis von Vokalisation-Vagusnerv-Hören, integriert über die *Formatio reticularis*

Hier meine Themen:

1) Die evolutionäre Entwicklung des Ohres als Organ für Orientierung, Gleichgewicht, Kommunikation, Wahrnehmung von Gefahr und Stimulation des kortikalen elektrischen Potentials. Jede Hörerfahrung ist verbunden mit vegetativen und psychischen Arousal. (S. 5)

2) Innen- und Außenwahrnehmung - über inneres Hören und die Wahrnehmung der eigenen Stimme (S. 6)

3) Hören ist nicht gleich Sehen (S.8)

"Da draußen" gibt es keine Töne und keinen Schall, sondern nur periodische Luftdruckschwankungen (Heinz v. Förster), die im Ohr mit Hilfe cochleärer Efferenzen transformiert werden in ein spektrales Frequenzmuster, das in Zeit und Raum strukturiert ist - eine *Klang-Gestalt* (schon in der Cochlea !)

"Musik ist die versteckte arithmetische Tätigkeit der Seele, die sich nicht dessen bewußt ist, daß sie rechnet." (Leibniz) - beim Menschen in seiner Musik und in seinem Gesang und in gleicher Weise im Gesang der Singvögel !

4) Hör- und Klang-"Bewußtsein" in vokaler Kommunikation bei Singvögeln in physikalisch-spektraler und harmonikaler Klangordnung. Der Regelkreis von Syrinx-Vagusnerv-Gehör und die "schöne Klangordnung", der Kosmos des Vogelgesangs (S. 9)

Wie es ist, als Vogel zu *singen und zu hören* ("Thomas Nagel"), in vegetativem Arousal, im Hören des eigenen Gesangs, des Gesangs seiner Artgenossen (m/f), und gemeinsam zu kommunizieren in der spektralen Matrix ihrer Art (exakt meßbar, berechenbar und detailliert analysierbar durch oktavierende Verlangsamung und Spektralanalyse)

5) Klang-Gestalt - auditive Perzeption und Klang-Apperzeption (S. 14)
auditive Gestaltwahrnehmung ohne visuelle Metaphern - Umwandlung von Klangmustern in eine zeitlich korrelierte Folge von Nervenimpulsen

Anhang

- Singen mit einem "Schließmuskel" (*musculus vocalis*) (S. 20)
- "Kontrolle" des Kehlkopfs (*nervus vagus*) (S. 21)
- *Formatio reticularis* - der Klang im Kopf und in den Ohren (S.21)
- 2-stimmiger "C-Dur"-Spektralklang einer Amsel - (S. 25)
2 Stimmen bilden *einen* einheitlichen und komplexen Gesamtklang - eine Klanggestalt
- Evolutionäre Prägungen des menschlichen Gehörs und wie sie sich auf die Wahrnehmung von Gesangsstimmen auswirken (S. 27)
- Harmonikale Resonanz in einem Planetensystem, im Klang des Klaviers, im Gesang einer Amsel und im menschlichen Gesang (S. 29)

Vokalisation - Vagusnerv - Hören

Wenn Solms und Damsio sehr anschaulich die grundlegenden homöostatischen Gefühle beschreiben, die sich im physischen Bereich des Körpers abspielen - Wohlbefinden, Elend, Hunger nach Nahrung und Luft, Durst, Schmerzen, Begehren, Lust - aber:

Wo ist die *Vokalisation*, die *Stimme*, das existenziell elementare Bedürfnis nach *Kontakt und sozialer Kommunikation*, das in jedem Laut und jedem Schrei eines Babys hörbar wird und zum Ausdruck kommt ?

Ein Baby, das schreit, aus welchem "Grund" auch immer, das *ist* der Schrei mit seiner ganzen Existenz, das ist ganz *Körper*, das ist ganz pure *Empfindung*. Das Schreien ist nicht einmal Ausdruck, und ich frage mich, ob man es überhaupt als Affekt ("Af-fekt") bezeichnen kann. Wenn ein Baby schreit, dann vibrieren nicht nur die Stimmlippen, dann vibrieren die Trommelfelle, der ganze Körper und der ganze Schädel vibrieren inklusive der ganzen Viszera und des kompletten Gehirngewebes.

Wenn dagegen zu früh Geborene gestreichelt werden, wenn die Mutter mit ihnen spricht oder sie besingt, wenn ein Arzt ihnen Musik auf dem Cello vorspielt, dann beruhigt sich ihr Atem und ihr Herzschlag, dann kommt das Vegetativum in den regenerativen parasymphatischen Modus, was sich günstig auf die weitere Entwicklung der "Frühchen" auswirkt.

Vegetativer Arousal, Vokalisation, Empfindung, Hören, Stimme, Klang, Musik - das geschieht alles in *einem* physischen Raum von Empfindung und körperlicher Wahrnehmung; das besitzt alles zusammen und in jeweils eigenem Wirkungsgrad einen hohen "intrinsischen Wert".

Der tiefe Rachen und die Kehle, das ist der Kernbereich des menschlichen Lebens und Überlebens, da kreuzen sich die Wege von Atmung, Ernährung und Kommunikation. Und unser ganzes Leben, vom ersten Atemschrei des Neugeborenen bis zum letzten Seufzer im Sterben, resonieren und reflektieren in diesem hoch verletzlichen physischen Raum zwischen Innen und Außen, Außen und Innen all unsere tiefen, großen und kleinen Empfindungen und Gefühle als unmittelbarer Ausdruck unseres körperlichen und seelischen Lebens und Erlebens.

Bei allen Wirbeltieren, selbst bei den Fischen wird die Vokalisation vom Nervus Vagus innerviert. Aus dem Seitenlinienorgan der Fische hat sich die Cochlea entwickelt und aus dem Kiefer der Reptilien die Gehörknöchelchen. Bei den Vögeln ist Nahrungsaufnahme und Atmung getrennt, liegt die Syrinx stabil und gut geschützt am Ende der Luftröhre, und so konnten die Singvögel ohne Konflikte etwa 60 Millionen Jahre vor dem Homo Sapiens den unglaublichen Kosmos ihres

Gesangs entwickeln - auf der Basis des gleichen wechselwirkenden Regelkreis von Vokalisation, Vagusnerv und Gehör, integriert über die *Formatio reticularis*, wie beim Menschen.

Es ist bekannt, daß der *Nervus Vagus* als Gegenspieler des Sympathikus die "big five" des vegetativen Nervensystems parasympathisch aussteuert: Herzschlag, Atmung, Verdauung / Blasenentleerung, sexuelle Erregung und den Kehlkopf. (Sexuelle Erregung meint die Erektion von Klitoris und Penis und bei Vögeln die Innervierung von Hoden und Eierstöcken.) Gleichzeitig hat der *Nervus Vagus* Verbindungen zum Vestibularorgan, zum Mittelohr und zum äußeren Gehörgang. Die Innervierung der Larynx/Syrinx erfolgt also rein sensorisch, es gibt keine direkte muskuläre Kontrolle der Stimme und des Gesangs vom Cortex her !

Der Vagus innerviert sensorisch über 2 Äste die innere und die äußere Kehlkopfmuskulatur sowie insbesondere das Schleimhautgewebe im Kehlkopf und auf den Stimmlippen. Wenn die Schleimhaut entzündet ist, wird die Vokalisation grundlegend gestört.

Wenn ein Baby schreit oder weint, kann das auch Ausdruck eines Mangels an überlebenswichtigem sozialen Kontakt sein. Ein Kleinkind (ab 1 Jahr) gibt 100 mal in einer Stunde Kontaktlaute von sich, was sowohl heißen kann, daß es sich selbst im Vokalisieren spürt und hört, und was auch heißen kann, daß es die beruhigende nähere oder etwas fernere Anwesenheit der Mutter hört und spürt. Und wenn ein Kleinkind weint oder schreit, kann das ein Affekt sein, weil etwas weh tut oder weil es Hunger hat, es kann irgendein Mißgefühl sein, Angst, Wut oder Abwehr. Und ein Kleinkind kann ausdauernd schreien, weil es von Empfindungen und Gefühlen überflutet und überwältigt wird, die es emotional noch nicht zum Ausdruck bringen kann und intentional auf ein inneres oder äußeres "Objekt" der Apperzeption ausrichten kann.

Im Erwachsenenalter kann es dann aber zu Ambivalenzen kommen, wenn z.B. ein Schauspieler in einer Szene aus Wut schreien soll, er aber gar nicht "echt" im Affekt schreien kann, weil er das Schreien mental "spielen" will, wodurch die reflexartige und sensorische Aktivierung der Vokalisation gehemmt wird. Als Zuschauer sehr und höre ich (im Außenraum), daß ein Schauspieler so etwas wie Wut spielt, aber ich werde durch seine Art der Vokalisation, durch den Klang seiner Stimme, nicht berührt oder emotional affiziert, es klingt "gemacht".

Wenn ein hoch qualifizierter Sänger ein Myom im *musculus vocalis* oder ein Schleimhautödem bekommt, weil er mit zuviel Druck singt (Atemdruck und Schließdruck in den Stimmlippen in Wechselwirkung) und die Muskelfasern sich nicht mehr entspannen können, singt er mit einer Gesangstechnik, die dysfunktional ist, weil die Vokalisation vom Sympathikus gesteuert wird. Und das mit einem Organ, was sich evolutionär physiologisch und funktional so entwickelt hat, daß es extrem belastbar ist. Ein Baby wird nicht heiser und bekommt kein Stimmlippenmyom auch bei stundenlangem Schreien. Viele Kinder haben allerdings heutzutage heisere Stimmen, weil sie unter zuviel Streß stehen.

Von den stimmphysiologischen, emotionalen und mentalen Konflikten, die aus diesem Komplex erwachsen, könnte ich auch als Gesangslehrer mit 40-jähriger Erfahrung einiges erzählen. Im Anhang gibt es 3 komprimierte Texte zu diesen Themen von meiner Webseite (siehe im Anhang S. 20):

- Singen mit einem "Schließmuskel" (*musculus vocalis*)
- "Kontrolle" des Kehlkopfs (*nervus vagus*)
- *Formatio reticularis* - der Klang im Kopf und in den Ohren

Stimulation des Nervus Vagus bei Wachkoma-Patient

Dieser Patient lag 15 Jahre im Wachkoma. Die Neurologen gaben ihm auf der Skala für Bewußtseinsstörungen nur 5 von 23 Punkten. Einen Monat lang setzten sie bei dem Patienten eine elektrische Stimulation des Nervus Vagus ein und konnten ihn so in einen höheren Bewußtseinszustand bringen (10 Punkte). Wenn die Neurowissenschaftler ihn baten, einen Spiegel mit den Augen zu verfolgen, gelang ihm das plötzlich. Wenn sie ihn baten, den Kopf zur Seite zu drehen, tat er das ebenfalls. Er lächelte und weinte sogar, als sie ihm seine Lieblingsmusik vorspielten. (Angela Sirigu in "Current Biology" 2017)

Die Basissteuerung der Phonation über die *Formatio reticularis*

"Der Reflexbogen des *M. tensor tympani* (Trommelfellspanner) ist über die *Formatio Reticularis* verschaltet. Der kleine Ohrmuskel ist damit an den allgemeinen propriozeptiven Impulsen des *N. trigeminus* beteiligt, die eine wesentliche Rolle für die tonische Aktivität der *Formatio Reticularis* spielen. Eine eingeschränkte Funktion der vom *N. trigeminus* innervierten Schleimhäute und Muskeln (auch die Kaumuskeln) behindert die bedeutungsvolle Arbeit der *Formatio Reticularis*. In diesem Hirnstammareal ist die Zentralstelle für eine optimierende Sinnesreizselektion. Das Aktivierungsniveau der *Formatio Reticularis* beeinflusst außerdem wesentlich die Bewußtseinslage. Sie lenkt die Intensität von Empfindungen und Wahrnehmungen. Die eigentlichen, an das Bewußtsein geknüpften Entscheidungsprozesse, aus denen auch die Selbstbewegungen erfolgen, entspringen nicht im zerebralen Cortex, sondern im Hirnstamm. In jedem Fall erfolgt von hier aus die Basissteuerung für die Phonation bzw. den Gesang, welche Muskeltonus, Atmung und Vokalisation reflexmäßig zusammenschaltet, wiederum abhängig von dem Niveau des Nerven-tonus der *Formatio Reticularis*." (Auszug aus einer Publikation von Gisela Rohmert - im Anhang)

(vgl. die "Polyvagal-Theorie" von Stephen Porges https://en.wikipedia.org/wiki/Stephen_Porges)

Es ist mir völlig unbegreiflich, wieso weder bei Damasio, noch bei Mark Solms irgendetwas zu finden ist zu diesen grundlegende Zusammenhängen von Vokalisation, Hören und Vagusnerv !

Über mich und meine Forschungen

Als Stimm-Klang-Lehrer und Sänger komme ich aus der "Schule" des 'Lichtenberger Institut für angewandte Stimmphysiologie', die wie kein anderes Institut grundlegend Funktion, Physiologie, Sensorik und Synergie der Stimme wissenschaftlich und praktisch erforscht hat (Grundlage ist die Evolution der Kehlkopffunktion). Auf meiner Webseite <https://www.entfaltungderstimme.de/> finden sich einige Texte von mir, u.a. zu diesen Themen: "*Wer hören will, muß fühlen*" ("*sentire*" = fühlen/hören - *nervus facialis*), "Atmen und Singen im Modus des Parasympathikus", "Singen mit einem Schließmuskel?" (Primärfunktion des Kehlkopfs), "Kontrolle des Kehlkopfs?" (*nervus vagus*), "Warum können Amseln und Menschen Quinten singen und hören, ohne daß sie es gelernt haben?".

Schon lange Jahre beschäftige ich mich mit Funktion, Physiologie und Neurologie von Stimme und Gesang und ebenso mit Neurobiologie, Gehirn- und Bewußtseinsforschung. Seit 6 Jahren habe ich mich zu einem veritablen Erforscher des Vogelgesangs entwickelt, der auf ganz eigene Weise erkundet und entdeckt hat, *was* und *wie* die Vögel *wirklich* singen, in welchem vegetativem Arousal sie sich im Singen befinden, wie sie hören und untereinander kommunizieren, Männchen und Weibchen, in der spektralen Matrix ihrer Art - all das im Regelkreis und wechselwirkenden System von Syrinx-Vagusnerv-Hören, in der physikalisch spektralen und harmonikalen Ordnung von Klang und vor allem mit hochentwickeltem und komplexen Hör- und Klang-"*Bewußtsein*"! Alles kann gemessen, analysiert und dokumentiert werden und ist zugleich ein unbegreifliches Wunder. (eine Buchveröffentlichung ist in Planung)

In meinen Vogelgesangsforschungen habe ich mich "von der Natur belehren lassen" (Manfred Eigen, Nobelpreis für Chemie) und so grundlegende Einsichten und Erkenntnisse gewonnen, die nicht nur den Vogelgesang betreffen. Das sind Fragen der Ethologie und Kognition (Gesang als Verhalten - Hör- und Klangbewußtsein bei Menschen und Tieren), Funktion/Physiologie und Neurobiologie der Vokalisation bei Wirbeltieren (*Nervus Vagus*), cochleäre Afferenzen und (!) Efferenzen (otoakustische Emissionen aus der *Formatio reticularis*), das Gehör als Spektrums-wandler (das Ohr hört logarithmisch), angeborene auditive Gestaltauffassung (nach Konrad Lorenz), Klang-Gestalt (Quinte = 2:3 als Gestalt), vokales Lernen, physikalische Natur des Klangs / "Klang der Natur", das wechselwirkende System Vokalisation-Vagusnerv-Gehör bei Singvögeln und Menschen, Klang-Musik-Sprache. (siehe unten: meine Forschungen zum Vogelgesang). Diese Erkenntnisse stellen manches scheinbar Bekannte in Frage, zugleich aber öffnen sie viele neue Perspektiven.

ab nächste Seite eine Übersicht:

1) Evolution des Gehörs

Evolutionär ist das Ohr geprägt als Organ für *Orientierung, Gleichgewicht, Kommunikation, Wahrnehmung von Gefahr und Stimulation des kortikalen elektrischen Potentials*. (Schwerhörigkeit verstärkt die Entwicklung von Demenz und Depression.) Jede Hörerfahrung ist verbunden mit hohem vegetativen und psychischen Arousal (sympathisch oder parasympathisch).

Die *prähistorischen Funktionen des Ohrs* prägen die Wechselwirkung von Hören und Vokalisation sowohl im Sich-selber-Hören in der Vokalisation und im Gesang als auch beim Hören der Stimmen und des Gesangs von anderen Menschen. Und sie prägen unser Hören von Musik bis heute. Doch aus dem Gehör als einem Organ des Gefahren-Hörens kann ein *Empfindungsorgan* werden, das mit der unerhörten Differenziertheit und Komplexität, die es im frühen Überlebenskampf der Evolution entwickelt hat, auf die feinsten und die intensivsten Schwingungen reagieren und einen unermesslichen Reichtum an Frequenzspektrum aufnehmen und durchdringen kann. Jenseits des Alltagsstresses, der zur Genüge geprägt ist von den Überlebensstrategien der frühen Menschen, kann uns dieser primäre Wahrnehmungssinn die Pforten zu Empfindungen höchster Erregung, umfassender Lebendigkeit und tiefster Lust öffnen.

Auch in unserer modernen akustischen Erfahrungswelt reagiert das Gehör noch in seiner Urfunktion von Warnung und Entwarnung, Aktivierung und Deaktivierung. Das so charakteristisch ungleichmäßige *Plätschern* eines Baches wie auch das ganz gleichmäßig wogende *Rauschen* von Meereswellen: beide akustischen Phänomene mit hochfrequentem Geräuschcharakter haben über das Gehör eine sehr starke stimulierende Wirkung auf das Nervensystem – die einen kann es wunderbar beruhigen und sogar einschläfern, die anderen bringt es in eine nervöse Übererregung, und wieder andere geraten bei diesen anregenden Geräuschen in einen ausgeglichenen ruhigen und hellwachen Gemütszustand, die Balance von Aktivierung und Deaktivierung.

Das Ohr kann nicht wie das Auge geschlossen werden. Auch im Schlaf reagiert das Gefahrenorgan Ohr auf akustische Außenreize. Wenn sich ein Insekt mit seinem feinen sehr hohen Geräusch nähert, wachen wir auf. Und es gibt Berichte, daß manche Menschen selbst unter Narkose Hörwahrnehmungen haben, die abgespeichert werden.

Menschen können hören, ob sich Hühner freuen oder ob sie frustriert sind

Passen zu meinen Ausführungen über die Evolution des Gehörs, habe ich in den letzten Tagen einen Bericht über ein Experiment der Verhaltensforscherin Nicky McGrath (University of Queensland, Australien) gelesen, in dem Hühner gelernt hatten, Geräusche mit bestimmten Folgen zu verbinden, die entweder eine Belohnung in Aussicht stellten oder eine Enttäuschung hervorrufen würden. In dem Experiment konnten Menschen, die keine Verbindung zu Hühnern haben, nur an der Art und am Klang des Gackerns unterscheiden, ob sich die Hühner auf die Belohnung freuten oder ob sie frustriert waren. Auch bisherige Forschungsarbeiten hätten gezeigt, daß der Mensch den emotionalen Kontext der Rufe verschiedener Tierarten erkennen könne. Viele Tiere würden Gefühle auf ähnliche Weise ausdrücken und Menschen könnten deren Laute zuordnen. Das sei möglicherweise schon für frühe Primaten eine überlebenswichtige Fähigkeit gewesen.

Ein offenes Lachen und ein hörbares Gähnen wirken ansteckend -

eine evolutionär geprägte Form der Empathie und der gegenseitigen Stimulation über das Gehör

Lachen: Im Chinesischen gibt es das Sprichwort "*Vertraue keinem Menschen, dessen Bauch nicht beim Lachen wackelt*". Bei einem offenen und lebendigen Lachen federt die Bauchdecke, das Zwerchfell "tanzt", der Kehlkopf ist tief und frei aufgehängt, der tiefe Rachen ist offen, die Zungenwurzel beweglich, der Kiefer gelöst, der Mundraum weit geöffnet, die ganze Mimik in hoher Aktivität, die Augen strahlen usw. All das ist im Klang des Lachens unmittelbar hörbar und empathisch erlebbar, im Klang des Vokals "a", dem offensten und klangvollsten Vokal. Alle Abwehrkräfte und alle Streß- und Schutzmuster (Sympathikus) sind neutralisiert und außer Gefecht gesetzt, wie angespannte Bauchmuskeln, festes Zwerchfell, hoher Kehlkopf, enge Kehle, angespannte Zunge, zusammengebissene Zähne, zusammengepreßte Lippen oder aggressives "Lächeln" (Zähne blecken) usw.

Der unmittelbare Höreindruck von der lebendig erregten Offenheit im Lachen eines anderen Menschen gelangt über die Ohren auf dem schnellsten und direktesten Weg ins Stammhirn und löst im Hörer einen Reflexbogen aus, in dem Afferenzen und Efferenzen der Nervenverbindungen

von Vagus, Glossopharyngeus, Facialis, Trigeminus freigeschaltet werden, so daß der Hörende reflexartig in den gleichen Zustand von Vertrauen, Offenheit und Lebendigkeit versetzt ("animiert") wird: die Bauchdecke wackelt, das Zwerchfell tanzt, die Kehle ist durchlässig.

(Ein Anspannen der geraden Bauchmuskeln löst automatisch eine Spannungskette aus (Abwehr): Beckenboden angespannt, Kehlkopf hoch, Schließdruck auf Stimmlippen (Schließmuskel), Rachen eng.)

Gähnen: Beim Gähnen wird stoßweise eingeatmet, der Brustkorb angespannt geweitet, der Kehlkopf tiefgestellt, der tiefe Rachen gedehnt, der Mund weit aufgerissen, Zunge und Gaumen spannen sich und schließen den Mundrachenraum und die eustachischen Röhren (man hört weniger), die Augenringmuskeln ziehen sich zusammen --- und dann, aus dieser eigentümlichen Kombination aus größtmöglicher Anspannung und Weitung, kann sich der erhöhte Muskeltonus auflösen in einem klangvoll entspannenden Gähnen, ein Glissando abwärts durch die nun gelöst offenen Resonanzräume (inklusive Ohrtuben und Zugang zum Mittelohr) und hinein in die tiefe offene Kehle. Der folgende Einatem geht dann wie von allein tiefer, was möglicherweise der Zweck der "Übung" ist. Genau dieser typische Klang im Gähnen ist es, der über das Gehör den gleichen Reflexbogen wie beim Lachen auslöst, um beim Hörerenden einen ähnlichen Lösungsvorgang aus einer Überspannung anzustoßen.

Auch in meinem Gesangsunterricht kommt es bei Schülern immer wieder mal zum Gähnreflex, wenn sich in den physiologischen Rahmenbedingungen des Systems Stimme-Ohr eine Überspannung oder eine Hemmung auflösen will. Das Gähnen kann dann wie ein Trigger wirken für mehr parasympathische Tonisierung. Nach einem guten Gähnen und einem ruhigen Einatem kann sich dann meist ein voller offener Stimmklang in den durchlässig flexiblen Resonanzräumen und in den Ohren entfalten.

siehe im Anhang S. 27 der ausführliche Text: "Evolutionäre Prägungen des menschlichen Gehörs - und wie sie sich auf die Wahrnehmung von Gesangsstimmen auswirken"

2) Innen- und Außenwahrnehmung - über inneres Hören und die Wahrnehmung der eigenen Stimme

Das Gehör ist beim Fötus schon nach der 18. Schwangerschaftswoche voll ausgebildet. Über die Wirbelsäule wirken vor allem die hohen Frequenzbereiche der Mutterstimme (um 3000 Hz) auf das Gehör des Fötus und prägen diesen Bereich als den der höchsten Hörsensibilität. Auch auf Musik reagiert der Fötus. Ein Baby schreit in Quint-Glissandi oder weint in Abwärts-Terzen. Babys können die Prosodie ihrer Muttersprache erkennen (z.B. französisch oder deutsch). Trauer und Ärger erkennen schon Babys am Klang der Stimme ihrer Eltern. Schon mit fünf Monaten haben sie ein erstaunliches soziales Gespür und können heraushören, ob eine Gruppe Lachender untereinander befreundet ist oder nicht, also ob es ein offenes herzliches Lachen ist oder ob es ein sozial geprägtes, aufgesetztes Lachen ist.

Das innere Hören über die Knochenleitung und über die eustachischen Röhren begleitet uns unser ganzes Leben. Das betrifft nicht nur die Geräusche der Eingeweide, den Puls des Herzens und das Rauschen des Blutes, sondern auch die unbewußte kontinuierliche Wahrnehmung unserer eigenen Stimme im Sprechen und im Singen. 70 Prozent aller Menschen mögen ihre Sprechstimme nicht, wenn sie sie auf einer Aufnahme hören.

(Selbst ein großer Sänger wie Dietrich Fischer-Dieskau hat seine Stimme auf manchen Aufnahmen nicht erkannt und fand nur 1 Aufnahme, mit der er sich in der Gesangsqualität identifizieren konnte. Er sang aber seinen Schülern ständig vor, wie sie zu singen hätten - wie die meisten Gesangslehrer.)

Innen- und Außenwahrnehmung bei Kindern

Immer wieder begegnen mir in meinen Gesangskursen Menschen, die davon berichten, daß sie beim gemeinsamen Singen in der Grundschule nicht mehr mitsingen durften, weil sie die Töne nicht mehr trafen, sondern irgendetwas sangen. Sie würden "brummen", wie das heißt. Das war für alle eine sehr beschämende Erfahrung.

Unter Kinderpsychologen ist bekannt, daß Kinder im Alter von 7/8 Jahren einen Umbruch erleben im Zusammenhang mit der Innen- und Außenwahrnehmung bzw. Eigen- und Fremdwahrnehmung. In der Phase lernen sie, besser zu unterscheiden, wie sie etwas aus ihrer Innenperspektive erleben und wie andere Menschen etwas aus deren Perspektive wahrnehmen. Sie verstehen dann z.B. Ironie und "Erwachsenen-Witze".

Ab diesem Alter verfügen die meisten Kinder im Singen über einen Tonumfang von 1 Oktave und müssen dann auch erst ihre richtige Stimmlage finden. Bei manchen Kindern ist es aber in dieser Übergangsphase ein Problem, daß die *Koordination* zwischen Innen- und Außenwahrnehmung gestört ist. Das heißt, sie bringen nicht zusammen, wie ein Ton oder eine Melodie klingt, wenn sie sie von außen hören, und wie sie eine Melodie hören, wenn sie sie selber singen. Bei vielen Kindern fällt das gar nicht auf oder es legt sich nach einer Zeit. Bei manchen Menschen aber wird die Erfahrung von "Falsch-Singen" und "Keine-Töne-treffen-Können" zu einer Art Trauma. Einige kommen dann aber doch als ältere Erwachsene zu meinen Kursen oder in meinen Gesangsunterricht, obwohl sie noch immer "die Töne nicht richtig treffen können", weil der Drang zu singen einfach zu groß ist. Nach meinen vielfältigen Erfahrungen mit dieser sehr komplexen Problematik zeigt sich nicht nur bei diesen Menschen, wie stark der reflexmäßige Regelkreis von Ohr und Stimme durch Scham, Angst, Hemmungen und soziale Kontrolle gestört werden kann.

In meiner Art von Gesangsunterricht geht es darum, daß sozial/kulturell geprägte und bewertende Gewohnheitshören zu verlernen, um Raum zu schaffen und Freiheit zu ermöglichen, die eine sensorische Selbstorganisation und synergetisch effiziente Wechselwirkungen im System Stimme-Ohr fördern können. Dann müssen die Vorstellungen von "*meiner* Stimme" nicht mehr so wichtig genommen werden, ein etwas paradoxer Vorgang der Entfremdung oder Entwöhnung von der "*persona*", der "Eigentümerin" der Gefühle und großartigen Erzählerin von persönlicher Geschichte und von phantasievollen Geschichten. (vgl. den Text "Kontrolle des Kehlkopfs" S. 20)

Wenn man sich die äußeren Gehörgänge zuhält, kann man immer noch hinreichend jeden gesprochenen Text verstehen und auch Musik hören (über die Knochenleitung). Dabei gibt es in der Wahrnehmung einen Unterschied, ob man sich das rechte oder linke Ohr zuhält (rechte/linke Gehirnhälfte). Um mein bewertendes Gewohnheitshören (richtig/falsch, schön/häßlich, angenehm/unangenehm) zu neutralisieren, halte ich mir beim Singen immer wieder die äußeren Ohren zu, um die Regulierung der Klangqualität und -effizienz ohne subjektive Kontrolle ganz den Synergieeffekten des *selbstorganisierten Systems Stimme-Ohr* zu überlassen.

eine Hörerfahrung

Eine Empfehlung: Legen Sie mal beim nächsten Konzertbesuch die Handschalen hinter die Ohrmuscheln beider Ohren, wie es Schwerhörige machen. Sie werden fasziniert sein, wie nah und unmittelbar bei Ihnen der Klang ist, auch wenn Sie in der letzten Reihe sitzen. Wahrscheinlich können Sie nicht mehr unterscheiden, ob Ihre Ohren mitten im Orchester sind oder das Orchester um Sie herum gruppiert ist, ob der Klang im Kopf oder der Kopf im Klang ist. Und wenn die Oboe zu sehr Ihre Gehörgänge penetriert oder Ihre Gehirnwindungen massiert, können Sie ja eine Hand weglassen. Ich mache das bei jedem Konzert, im Sinne von weniger "*ascoltare*" (zuhören) und mehr "*sentire*" (hören/fühlen), nehme mehr vom inneren Spektrum der Klänge wahr und bin tiefer und eindrucksvoller verbunden mit dem Innenleben der Musik.

Innenraum und Außenraum (zu einem Gedicht von Rainer Maria Rilke)

"Durch alle Wesen reicht der *eine* Raum:
Weltinnenraum. Die Vögel fliegen still
durch uns hindurch. O, der ich wachsen will,
ich seh hinaus, und *in* mir wächst der Baum."

Innenraum und Außenraum, für den Singenden und für den Hörenden: Im Hören einer Stimme bin ich in der Innenwelt des Singenden und meine Töne als Singender durchdringen meine Innenwelt und dringen in die Innenwelten der Hörenden. Ob ich will oder nicht will, ob sie wollen oder nicht wollen - das sind die "stillen Vögel". Klangwelten und Hörwelten sind immer Innenwelten *und* Außenwelten - "*ein* Raum". Als *Singender und als Hörender* ist der *Klang* in mir und ich bin im Klang.

3) Hören ist nicht gleich Sehen

"*Nicht sehen können, trennt von den Dingen, nicht hören können von den Menschen.*" (Kant)

Ich höre die Stimme eines mir unbekanntem Menschen am Telefon und ganz unmittelbar kann ich Wohlwollen oder Distanz gegenüber ihm fühlen. Oder ich höre am Telefon nach langer Zeit wieder die Stimme eines vertrauten Menschen und kann nicht darauf schauen, wie er sich jetzt kleidet,

ob er graue Haare und mehr Falten bekommen hat, doch im Hören der Stimme sind sowohl eine Unmenge Erinnerungen sofort präsent wie auch ganz plastische Eindrücke von seinem gegenwärtigen Befinden.

In Experimenten ohne Sichtkontakt wurde nachgewiesen, daß die Aussagekraft der Stimme, wie und in welcher emotionale Tonlage etwas gesagt wird, allen anderen Indizien überlegen ist wie Mimik oder Aussehen. Selbst sinnloses Gebrabbel kommuniziert effektiv emotionale Zustände.

Bei den *Pygmäen*, den ältesten Bewohnern des zentralafrikanischen Regenwaldes, gibt es immer noch eine uralte Tradition des Gesangs auf reine Vokalise, also ohne Sprache und Text, und zwar als Sologesang und in der Gruppe. Und wenn sie sich im dichten Wald nicht sehen, kommunizieren sie mit Klängen, mit einer Klangsprache, das heißt mit einer sprachlosen Vokalisation, durch die sie aus der unsichtbaren Distanz hören, verstehen und sich verständigen, wo und in welcher Entfernung jemand ist, was er macht, was er in seiner nahen Umgebung sieht, wie es ihm geht usw.

In ihren Gesängen gibt es Klangfiguren, in denen sie sich an der physikalischen Ordnung der "Naturtöne" orientieren, d.h. zwischen 3., 4. und 5. Teilton wechseln (G - C - E). Dieselben Klangfiguren habe ich auch bei unterschiedlichen Singvögeln gefunden.

Im Unterschied zum Sehen ist der Hörsinn nicht nur ein Fernsinn, der Wahrnehmungen auf große Distanzen erlaubt, sogar dann, wenn die Schallquelle gar nicht sichtbar ist. Denn der Hörsinn ist zugleich auch ein Nahsinn. Intensive Geräusche und auch hochfrequente Klangereignisse können die Ohren regelrecht penetrieren. Die Bässe in einem Rockkonzert bringen Magen und Gedärme zum Vibrieren. Tiefe Klänge in Entspannungsmusik können eine vegetativ beruhigende Wirkung haben, die die Peristaltik auf parasymphatische Weise anregt. (Allerdings konnte meine Mutter, die den Bombenkrieg "hautnah" erlebt hatte, solche tiefen Frequenzen in einer Entspannungsmusik nicht ertragen, da sie sie an das Brummen der herannahenden Bombenflieger erinnerten.)

Im Hören gibt es keine "Objekte" außerhalb von mir. "Da draußen" gibt es keine Töne und keinen Schall, sondern nur periodische Luftdruckschwankungen (Heinz v. Förster), die im Ohr mit Hilfe cochleärer Efferenzen in ein spektrales Frequenzmuster transformiert werden, das in Zeit und Raum strukturiert ist - eine *Klang-Gestalt* (schon in der Cochlea!). Das Gehör bei Vögeln und Menschen ist kein "Aufnahmegerät" für Tonhöhen, die dann in einer Tontopologie als "Bilder" im Hörkortex "kartiert" werden, sondern ein **aktiv-rezeptiver Spektrumswandler**.

Eine Zerstörung innerer Haarzellen in der Cochlea (1 Reihe - afferent - rezeptiv) führt zu Schwerhörigkeit, aber wenn zu wenig oder kein elektrisches Potential aus dem Stammhirn über efferente Bahnen in die äußeren Haarzellen (3 Reihen) geleitet wird, kann der eingehende Klang nicht in das entsprechende Spektrum umgewandelt werden oder wir sind taub.

Am Telefon werden nur Frequenzen von 300-3000 Hz übertragen, weil die Physiker herausgefunden haben, daß so geringere Informationsmengen übertragen werden können. Das heißt, wenn ich in der normalen Sprechlage eines Mannes bei etwa 120 Hz spreche, wird die Tonhöhe gar nicht übertragen, sondern nur das Spektrum meiner Stimme, also die Obertöne, die von 360 bis 3000 Hz reichen. (Das komplette Spektrum meiner Sprechstimme reicht bis 12 kHz.) Trotzdem hört der Empfänger nicht nur die korrekte Tonhöhe, sondern auch die dunkle Färbung meiner Stimme. Das Gleiche gilt, wenn ich am Telefon ein Schubert-Lied singe im Bereich von 90-300 Hz, der Empfänger hört jede einzelne Note mit ihrem jeweiligen Spektrum, alle Klangfarben, die Gestaltung und versteht den Text. Allerdings ist die Gesamtwahrnehmung des Klangs eingeschränkt, weil hohe Frequenzen nicht übertragen werden, die für die Klangfarbe der Stimme und für Konsonanten wie "s", "sch" oder "t" (5-8 kHz) wichtig sind. (Wenn im Wald ein Ast knackt, liegt die Frequenz bei 5-7 kHz. Da ist unser Ohr evolutionär sehr sensibel.)

Diese Ergänzung des Klangs um die gesprochene oder gesungene Tonhöhe ist keine Illusion, keine akustische Täuschung und keine Konstruktion des Cortex (wie beim "blinden Fleck" im Auge) - es ist reine Physik, die Natur des Klangs, denn das Spektrum macht den Klang, und physikalisch ist jeder Ton ein Klang, außer einer reinen Sinusschwingung, die es in der Natur nicht gibt. Nach physikalischen Gesetzen (Spektralanalyse) kriecht unser Ohr bereits in (!) der Cochlea ein genaues und differenziertes Klangspektrum, das in gleicher Weise in einem Spektrogramm auf dem Overtone-Analyzer wiedergegeben werden kann, in dem der nicht klingende virtuelle Grundton vom Tonhöhenmarker als tiefste Frequenz des Klangs als Ganzheit angezeigt wird.

Ein ähnliches Spektrogrammbild gibt es bei Spektralklängen mit virtuellem Grundtönen, die von verschiedenen Singvögeln produziert werden. (s.u. zu den Zebrafinken)

Umgekehrt hören wir einen Klang mit wenig Frequenzspektrum (farblose Stimme) völlig real, wie er *in natura* klingt und wie ihn auch andere Menschen hören und wie er im Spektrogramm dokumentierbar ist. Wir können aber keine Obertöne in der Phantasie hinzufügen, die den realen Klang voller schwingen lassen. Allerdings kann sich ein Komponist vielfältige Klänge nur "im Kopf" vorstellen und sie in Notenschrift zu Papier bringen, so wie Beethoven, obwohl er taub war. Mit der gleichen Vorstellungskraft höre ich in meinen Träumen die schönste Musik, die ich in Wirklichkeit noch nie gehört habe; und ich kann am Klavier Musik nach Noten vom Blatt (richtig !) spielen, die ich nicht kenne, die ich aber, wenn ich wie meist direkt aus dem Traum aufwache, notieren oder direkt genauso auf dem Klavier im wachen Zustand spielen kann; obwohl ich kein absolutes Gehör habe, stimmen die im Traum gehörten Töne mit der realen Tonhöhe überein, wenn ich nach dem direkten Aufwachen die Tonhöhe am Klavier überprüfe; oder ich erkenne im Traum beim ersten Lesen und Spielen einen Akkord nicht richtig, korrigiere mich dann aber beim genauen Hinschauen. (Der Griff für einen normalen Septakkord ist bei mir gut abgespeichert, nicht so gut aber ein Septnonakkord, wie er im Traum in den Noten stand.) Vor vielen Jahren habe ich im Traum ein Schumannlied auf einer imaginären "Aufnahme" singen gehört - niemand war anwesend, der gesungen hat -, in einer idealen Qualität, die ich in der Realität nicht erreichen kann; an die Qualität kann ich mich noch heute erinnern - es war die Essenz dieser Musik und Liedgesang pur.

Viele Singvögel produzieren Spektralklänge mit virtuellem Grundton, die sehr differenziert und komplex in ihrem jeweiligen Spektrum gestaltet sind, mit denen sie miteinander kommunizieren können, und zwar in einer physikalisch-harmonikalen Ordnung, die auch für unsere Ohren verständlich ist, wenn wir sie in den Bereich unserer Hörmöglichkeiten transponiert haben.

(siehe "Zebrafinken" S. 12 und Anhang S. 25 - der "C-Dur"-Spektralklang einer Amsel)

"Musik ist die versteckte arithmetische Tätigkeit der Seele, die sich nicht dessen bewußt ist, daß sie rechnet." (Leibniz)

4) Musik und Mathematik für Menschen und Singvögel

In einem Dur-Dreiklang (z.B. c-e-g) bildet sich ein mathematisches Verhältnis von Obertönen bzw. Teiltönen ab ($4 : 5 : 6$) - das erleben wir als rein, stimmig, klar, hell, aufmunternd usw.

In einem Moll-Dreiklang (c-es-g) reibt sich die Moll-Terz "es" mit dem "e" der Dur-Terz als Oberton des Grundtons (5. Teilton, der in jedem Moll-Dreiklang mitschwingt) - das empfinden wir als nicht so "durus" (hart), sondern eher als "molle", weich und etwas wehmütig, anrührend usw.

Eine Quinte (das Verhältnis $2 : 3$) klingt für uns im Zusammenklang offen und leer, eine Quarte ($3 : 4$) klingt dichter, kompakter; in einer Intervallfolge öffnet eine Quinte in einen weiten Raum, während eine Quarte in die aktive Bewegung drängt.

Schwingt ein Ton mit 200 Hertz, dann schwingt die sogenannte "reine" Quinte dazu im Verhältnis von $3 : 2$, also mit 300 Hz, und die Quarte zu der Quinte im Verhältnis $4 : 3$, also mit 400 Hz, der Oktave zu dem Ton mit 200 Hz, also im Verhältnis $2 : 1$. Unser Ohr/Gehirn "rechnet" das ganz genau und registriert kleinste Abweichungen, was wir als nicht stimmig oder als besonderen Reiz empfinden können wie die Moll-Terz.

Natürlich haben Singvögel nicht solche Empfindungen von Intervallen, obwohl sie solche Intervalle als Tonfolge und sogar 2-stimmig mit den getrennten Membranen in ihrer Doppelsyrinx singen können. Sie singen auch keine Moll-Dreiklänge, denn die klingen nur in mehrstimmiger Musik reizvoll. Aber bei der Amsel habe ich schon wiederholt einen Quartsext-Klang gehört, wenn sie erst ein C singt und dann zweistimmig F/A; das hören wir als einen umgekehrten F-Dur-Dreiklang. Oder die Amsel singt dreimal hintereinander einen C-Dur-Dreiklang, erst C--E---- und dann kommt zum weiter klingenden E als Oberstimme die Quinte G--- hinzu. (siehe Spektrogramm auf Seite 18)

Die größte und erstaunlichste Entdeckung meiner Vogelgesanganalysen war aber genau die, daß die Singvögel, einfach gesagt, nicht irgendwelche Laute singen, in denen wir manchmal dieses oder jenes zu hören meinen, sondern daß all ihr Gesang, selbst in der höchsten Geschwindigkeit und in den höchsten Klangsphären, von dem unser Ohr "nur" ein anregendes Zwitschern wahr-

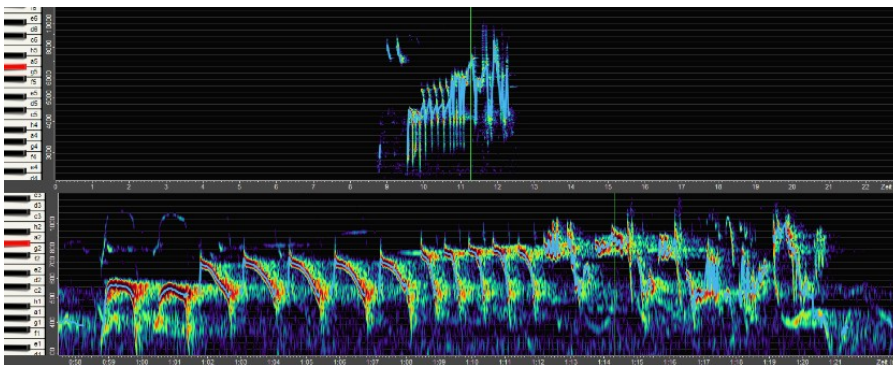
nehmen kann, daß dieser hochkomplexe und vielfältige Gesang von den unterschiedlichsten Singvögeln *der harmonikalen spektralen Ordnung der physikalischen Natur der Klänge* folgt, in der Struktur und in den Ton- und Klangfolgen: den mathematischen Proportionen von 1:2:3:4:5:6:7:8:9 ... (Oktave, Quinte, Quart, Terz, Septime, Oktave, None usw.).

Das gilt für die australischen Pied Butcherbirds und Zebrafinken gleichermaßen wie für die europäischen Amseln, Nachtigallen und Rotkehlchen wie für den südamerikanischen Orpheus-Zaunkönig oder die Spottdrossel und die Einsiedlerdrossel in Nordamerika. Pied Butcherbirds singen im Duo "Naturseptimen" im Verhältnis 4:7, eine Lerche singt einen nicht dissonant klingenden Tritonus-Triller im exakten Verhältnis von 5:7, die Amsel singt 2-stimmig ein gegenläufiges Glissando aus der Unterquinte in die Oberquinte (Oberstimme abwärts C→G, Unterstimme aufwärts F→C) - um nur ein paar Beispiele der hochentwickelten musikalischen Gesangkunst der Singvögel zu benennen.

So gesehen und gehört haben Vögel und Menschen die gleiche "*musikalische Seele*" und einen vergleichbaren "*auditiven Geist*" (mind) oder ein analoges "*Klangbewußtsein*". Nur wird der "ratiomorphe Rechenapparat" (Konrad Lorenz) im Gehirn bei Vögeln nicht durch mentale Konzepte von "schön" und "richtig" singen oder Streßstrukturen wie Forcierung oder/und Hemmung gestört, während wir uns im "Kopfrechnen" leicht verirren und die Noten und Töne mit den Klängen und ihrem Spektrum verwechseln.

Mit Hilfe der Spektrogramme des "*Overtone-Analyzer*" (eine Software für Gesang) kann ich den Gesang der Singvögel in einer Qualität und Genauigkeit analysieren, die es bisher in der Forschung nicht gibt. Diese verwendet Sonagramme, die nur schemenhafte Klangfiguren anzeigen, keine exakte Tonhöhe, kein detailliertes Teiltonspektrum, eine lineare statt einer logarithmischen Skalierung.

Meine spezielle und grundlegende Analysemethode ist, daß der Gesang in Tonhöhe und Zeit oktavierend verlangsamt wird. Dadurch verändert sich nichts in den Daten, sondern der ungeheuer schnelle und hohe Klang wird nur in einen Spektrumsbereich und eine Zeitproportion transponiert, die unserm Hörvermögen zugänglich ist. Aus Pfeifen und Zwitschern werden Melodien und Tonfolgen, vielfältige Klangfiguren und harmonische Klänge kommen uns zu Ohren, in einer Vielfalt und Komplexität, die kaum zu begreifen ist. Es ist für mich immer wieder eine überwältigende und aufregende Erfahrung, wenn ich einen Vogelgesang zum ersten Mal in der Verlangsamung höre und so als "erster Homo sapiens" Kunde aus diesen Millionen Jahre alten Klangwelten bekomme.



oben die Strophe eines *Pracht-Feen-Zaunkönigs* im Original mit über 30 Motiven (2,7 s, 6-8 kHz)
unten 8x verlangsamt (22 s, 375-1000 Hz)

Bei diesem Zaunkönig sind selbst in der 8-fachen Verlangsamung die vielfältigen Klangfiguren am Ende noch so schnell, daß wir sie mit den Ohren nicht verfolgen können. Bei Vögeln wie Amsel oder Lerche, muß man auf jeden Fall 32-fach verlangsamen, um überhaupt analysieren zu können, was sie singen.

In einer 8-fachen Verlangsamung wäre kein hochqualifizierter menschlicher Sänger in der Lage, in diesem für menschliches Vermögen immer noch schnellem Tempo, in dieser Flexibilität, in dieser Virtuosität und in dieser Präzision solche Musik zu singen, ganz abgesehen von der Gedächtnisleistung und der Improvisationskunst.

(Bei der Amsel sind es etwa 500 verschiedene Strophen, die sie in einem Morgengesang von 40 min Dauer singt, an jedem Morgen wieder andere in einer anderen Folge.)

Hier als anregendes Beispiel ein Video vom Gesang einer **Lerche** an, 2-4-8-16-fach verlangsamt mit Notation <https://youtu.be/1IWLVR1ZD-w?si=TPYbsqXfglddxnnA>

Am Ende des Videos, nach der 16-fachen Verlangsamung mit der Notation, wenn noch einmal der Originalgesang der **Lerche** zu hören ist, wird es ihnen vielleicht wie mir gehen: es ist einfach unbegreiflich, welche unfaßbare Vielfalt an musikalisch höchst kunstfertigen Motiven sich in diesem endlosen zwitschernden Gesang verbirgt.

Und hier noch ein besonderes Highlight des Vogelgesangs aus Australien:

"4-stimmiger Chorgesang der *Pied Butcherbirds* - synchronisiert und koordiniert, korrelierend und korrespondierend in Intonation, Harmonik, Tempo, Rhythmus, Phrasierung, Gestik".

In der Zusammenfassung der Analyse dieses "Chorgesangs" habe ich geschrieben:

"In ihrem Gesang gibt es schön gestaltete Klangfiguren, höchstes Können in der Variation, flexible Ornamentik, musikalische Vorstellungskraft, differenzierte Intonation, präzise Koordination sowie harmonische Ordnung und Variabilität in Klang und Rhythmus.

Die Verlangsamung in Oktaven offenbart, daß im Klangkosmos des Vogelgesangs dieselbe *harmonikale Ordnung der Natur der Klänge* wirkt, wie sie schon Pythagoras entdeckt hat und wie sie in gleicher Weise den unterschiedlichsten Ausprägungen und Kulturen der Musik zugrunde liegt, die von Menschen in dieser natürlichen harmonikalen Ordnung entdeckt, gefunden, erfunden wurde und gemäß dieser "schönen Ordnung" praktiziert und aufgeführt wurde und wird, im gemeinsamen Singen und Musizieren mit anderen menschlichen Wesen.

Millionen von Jahren vor Beginn der menschlichen Musikkultur entwickelten Singvögel über die biologische Funktionalität hinaus die Fähigkeit, einander zuzuhören und gemeinsam zu singen, im gleichen Puls, in einem vielfältigen und mehrdimensionalen harmonischen Klangspektrum. So können wir noch heute hören, wie jede Gattung und jede Art von Singvögeln ihre spezifische Art gefunden hat, *lebendig und kreativ zu singen, also Klänge und Musik schöpferisch zu gestalten und damit den Kosmos des Klangs zum Leben zu erwecken, ihn lebendig werden zu lassen in schwingendem und vibrierendem Gesang.*"

Hier die ganze Analyse mit Video und Notation:

https://www.entfaltungderstimme.de/pdfs/Klangkosmos/4_Pied_Butcherbirds_singen_im_Chor.pdf

siehe auch im Anhang S. 29 : "Harmonikale Resonanz in einem Planetensystem, im Klang des Klaviers, im Gesang einer Amsel und im menschlichen Gesang"

Der Philosoph Ludwig Wittgenstein war skeptisch: "Wenn ein Löwe sprechen könnte, wir könnten ihn nicht verstehen." Bei einem Löwen mag das mit der "Sprache der Natur" bzw. der "Sprache" der Tiere stimmen, aber wie wäre es, wenn er singen könnte. Von Alexander Kluge (deutscher Schriftsteller) stammt das Bonmot: "Wovon ich nicht sprechen kann, davon muß ich singen." Können wir dann Singvögel "verstehen" oder zumindest verstehen, was und wie sie singen? Der Philosoph Thomas Nagel erklärt in seinem bekannten Text *"Wie ist es, eine Fledermaus zu sein"*, daß kein Wissenschaftler oder generell kein Mensch je die Erlebnisperspektive einer Fledermaus einnehmen kann.

Meine Position: Durch meine dokumentierten Analysen kann ich begründen, daß wir natürlich nicht wissen können, wie es ist, eine Amsel zu *sein*, daß ich aber verstehen, beschreiben, erklären, selbst sinnlich erfahren und auch vegetativ erleben kann, *was* und *wie* eine Amsel ("er und sie") singt und wie all die andern Singvögel singen, und daß ich dementsprechend auch analysieren und verstehen kann, wie sie hören, und sogar wie sie sich wechselseitig hören, aufeinander reagieren und miteinander vokal kommunizieren.

(Apropos Fledermaus: Auch das menschliche Gehör kann man sich als eine Art Sonar vorstellen mit der Grunderregung der äußeren Haarzellen und den otoakustischen Emissionen, die mit den eingehenden Schallwellen Interferenzen und so spektrale Klang-Gestalten bilden.)

Kritik der Vogelgesangsforschung

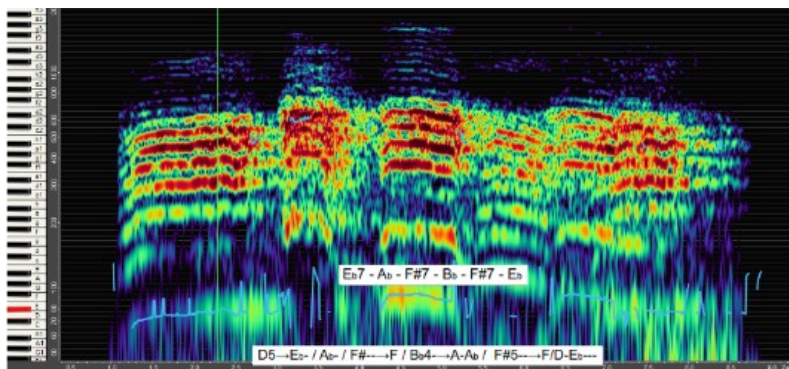
Die Forschung beschäftigt sich hauptsächlich mit dem Zebrafinken, einem Schwarmvogel, dessen Verhalten sie isoliert im Labor untersucht. Sie ist der Ansicht, der Zebrafink würde so einfache "Silben" singen, daß man an ihm im Labor das vokale Lernen studieren könnte, weshalb man ihn genetisch manipulieren (FOXP2-Gen), sezieren und Gehirnteile veröden könne, um die neurobiologischen Grundlagen der menschlichen Sprache (?!) zu ergründen. Und gleichzeitig, ich kann das

so klar sagen, haben alle diese Forscher schlicht keine Ahnung, was und wie die Vögel wirklich singen, also sie kennen den tatsächlichen Gesang nicht und verstehen die Physiologie, Funktion und Akustik der Vokalisation von Singvögeln nicht richtig.

Es ist einfach nicht zu begreifen:

Die gesamte Vogelgesangsforschung geht seit zig Jahren davon aus, daß die Muskeln im Kehlkopf bei Primaten und Menschen und die in der Syrinx bei Singvögeln vom motorischen XII. Hirnnerv (Hypoglossus) innerviert werden. Es heißt sogar, daß die Vokalisation vom Hörcortex und einem Bereich, der dem Broca-Areal (!) entsprechen soll über den Hypoglossus "motorisch kontrolliert" (!) würde. Und dann wollen sie die genetischen Grundlagen des vokalen Lernens bei Singvögeln finden. Was macht das für einen Sinn?!

Was und wie die Zebrafinken wirklich singen und hören



4 Zebrafinken in "Konversation" - 6 Spektralklänge mit virtuellem Grundton und 4.-7 Teilton in einer hoch interessanten und wunderbar klingenden Harmoniefolge:

Modulation Es7(a)-As(b)-Ges7(c)-B(d)-Ges7(c)-Es(a)

Was in dieser kurzen Klangfolge der 4 Zebrafinken zu hören und zu erleben ist, sind höchst lebendige Vokalisationen, die einen vegetativen Erregungszustand (Nervus Vagus→Syrinx) zum Ausdruck bringen und zugleich über das Gehör stimulierend auf die vegetative Grunderregung zurückwirken (Ohr→Syrinx→Nervus Vagus). Dieser Prozeß der Wechselwirkung gilt für das *System Ohr/Syrinx/Vagusnerv* in jedem einzelnen Vogel, für die Wirkung von Vogel zu Vogel und für das akustische Feld sowie das Erregungsniveau der ganzen Gruppe.

Die Wechselwirkung zwischen Hören, Stimme und Nervus Vagus kenne ich gut aus eigener Erfahrung beim eigenen Singen wie beim Hören von Gesangsstimmen und von Erfahrungen mit Vogelgesang. Es sind die hohen Schwingungsenergien im Klang meiner Stimme (die Brillanz-Formanten um 3000 Hz und höher), die Ausdruck der effizienten Regelung der Klangproduktion sind und in einem Regelkreis die Effizienz der Schwingung in den Stimmlippen erhöhen (ein *selbstorganisierter Prozeß*). Diese hohen Schwingungen höre ich nicht nur im Klang, sondern ich fühle sie in (!) den Ohren und ganz konkret spüre ich sie als Vibrationen in den Gehörgängen. Ein ähnliches Empfinden habe ich, wenn meine Ohren stimuliert werden durch die Brillanz in den Stimmen anderer Sänger. Nach dem Hören solcher Stimmen, hat mein Gesang einen höheren Energielevel. Und auch bei vielen Vogelgesängen ist es nicht anders. Bei intensivem Vogelgesang erlebe ich es oft so, daß die zwitschernden, hochenergetischen Klänge regelrecht in meine Gehörgänge eindringen und dort zu intensiven Turbulenzen führen. Solche Erfahrungen haben immer eine unmittelbare Wirkung auf die vegetative Stimmungslage meines Organismus, ein Gefühl von lebendiger Erregung. (In den Gehörgängen wird durch akustische Impedanz in Röhren der Brillanz-Formant um 3000 Hz verstärkt.)

Als ich nun diese erstaunliche harmonische Klangfolge in den 6 Spektralklängen entdeckt hatte, was auch heißt, daß ich sie mir immer wieder angehört hatte, war ich schon allein von dieser Entdeckung ganz bewegt und auch körperlich erregt (Atmung, Herzschlag). Doch als ich endlich herausgefunden hatte, was die Zebrafinken tatsächlich singen, was für eine unglaubliche Modulation das ist, und dann das pure Klangextrakt in der einfachen Akkordfolge auf dem Klavier zum Klingen brachte, überkam mich eine solche Erregung, daß ich nicht nur Herzklopfen bekam, sondern mein Puls extrem hochging.

Als ich meiner Partnerin diese Harmoniefolge auf dem Klavier vorgespielt habe, ohne daß sie wußte, was das ist, sagte sie spontan: "Das klingt wunderschön!" Diese Folge von 6 Akkorden hat offenbar durch die besondere Art der Modulation einen starken Reiz nicht nur auf ihre Ohren ausgeübt, sondern auch unmittelbar auf ihr sensorisches Fühlen und ihr vorbewußtes Lustempfinden, vor jeder ästhetischen Bewertung oder Einordnung.

Jede akustische Wahrnehmung wird im limbischen System gefiltert (angenehm / unangenehm), bevor sie in den Hörcortex gelangt. Soviel zum Zusammenspiel von Hören und Nervus Vagus.

Analogien zur Stimmungslage im Gruppengesang der Zebrafinken sind wohl naheliegend.

Unsere menschlichen Ohren orientieren sich in dem uns vertrauten Sing- und Hörbereich in erster Linie an dem gleichen Spektrumsbereich, in dem die Zebrafinken ihr Kernspektrum haben, zwischen dem 4. und 8. Teilton, in dem die Oktave, die Terz, die Quinte und die Septime als Teilfrequenzen schwingen.

Und auch Singvögel brauchen für ihr Gesangkünste, für das Lernen ihrer Gesänge und für die Kommunikation mit ihren Artgenossen die Stimulation durch die schnellen Schwingungen der hohen Frequenzen, vor allem in den Frequenzbereichen, die noch über ihrem Gesangsspektrum liegen, die auf jeden Fall schneller schwingen als das, was unser menschliches Hörvermögen zu erkennen vermag und was unsere Hörkonzepte als Tonhöhen und Tonfolgen "kartographiert" und definiert.

Die intensiven Schwingungen in komplexen Spektrumsmustern - das ist die entscheidende *Nervennahrung* zur energetischen Aufladung des vegetativen Nervensystems (Vagusnerv), des Hormonhaushalts und aller Gehirnfunktionen vom Stammhirn bis zum Cortex.

eine klangvolle "Konversation" unter Zebrafinken

Was oben im Spektrogramm zu sehen ist, ist ein Ausschnitt (0,9 s) aus einer Aufnahme (1 min) vom Gesang von 12 Zebrafinken (Männchen und Weibchen). Diesen Gesang habe ich 8-fach in Tonhöhe und Tempo verlangsamt (3 Oktaven tiefer und langsamer) und dann auf dem Overtone-Analyser im Spektrogramm mit logarithmischer Skala (!) analysiert. Es ist eine Folge von sechs Spektralklängen mit virtuellem Grundton gesungen von 4 Zebrafinken, deren Spektrum so miteinander korreliert, daß sich für unser Klangverständnis eine erstaunlich komplexe harmonikale Modulation ergibt. In dem YouTube Video "Zebra Finches (1) - What they really sing" (<https://youtu.be/0eK9--aq3fA>) habe ich mit Spektrogrammen und Notation sowie analytischen Beschreibungen und Erörterungen dokumentiert, was die Zebrafinken sich in ihrer Art von Kommunikation offenkundig "mitzuteilen" haben oder in welcher Art sie "Konversation" betreiben. Einfacher gesagt: In welcher Art jeder Fink seinen vegetativen Arousal über den Stimmklang zum Ausdruck bringt und wie alle wechselseitig aufeinander in ihrer jeweiligen "Stimmung" und mit ihrer "Gestimmtheit" reagieren.

Wie ich in dem Video dokumentiert habe, haben die Zebrafinken wie alle Singvögel kein "absolutes Gehör", sie brauchen keine Bezeichnungen von Tönen, keine Vorstellung von Tonhöhen und keine Harmonietheorie. Gleich ob in Rufen oder im Gesang und unabhängig vom Entwicklungsniveau ihres Gesang, sie orientieren sich alle an der *Spektrumsstruktur* ihrer Klänge. Sie wiederholen in unterschiedlichen Phasen ihrer Kommunikation exakt den gleichen Spektralklang; sie singen gleichzeitig mit einem anderen denselben Klang; sie nehmen ein Spektrum auf und führen es in einen anderen Klang hinein, der wiederum mit dem vorhergehenden Klang über bestimmte Teilfrequenzen in Beziehung steht; lassen auf einen D-Dur D7-Klang des einen Finken einen G-Dur-Klang eines anderen Finken folgen; bilden zu viert oder zu sechst zusammenhängende Sequenzen aus Spektralklängen, die so zusammengefügt und verwoben sind, daß alle Spektren aufeinander bezogen sind; reagieren modulierend während des Singens auf den Klang eines anderen (!); oder korrigieren sich sogar selbst im Singen, wenn die Koordination der beiden Membranen nicht funktioniert (!).

Einen besseren Beweis für das *wechselwirkende System Stimme-Ohr* kann es nicht geben.

5) Auditive Gestaltwahrnehmung bei Menschen und Singvögeln

Menschen und Singvögel wie die Amsel können eine Quinte hören und singen, weil es in ihrem System Gehör/Vokalisation einen entsprechenden Schaltkreis gibt, eine angeborene Gestaltauffassung für Klangstrukturen wie z.B. die Gestalt einer Quinte. Dieser angeborene Schaltkreis liegt in der Physiologie und Funktion des Gehörs begründet, die sich in der Evolution entwickelt hat zur Perzeption und Umwandlung von Schallereignissen gemäß der physikalischen Ordnung der Naturgesetze von Klang und Schwingung. Es ist der "nicht bewußte ratiomorphe Apparat" (Konrad Lorenz), der aus dem Klang das Schwingungsverhältnis 2:3 errechnet - das Muster oder die Gestalt "Quinte". Diese "Quinte" kann das gleichzeitige und das aufeinander folgende Erklingen von 2 Tönen (C und G) mit ihrem eigenen Spektrum repräsentieren und das Verhältnis zweier Teiltöne zueinander in einem Spektrum (2:3, 4:6:, 6:9, 8:12, 12:18 usw.). Und das gilt für eine Quinte der Amsel bei h3 und fis4 (2000:3000 Hz) in gleicher Weise wie für eine Quinte, die ich von 'H' nach 'fis' singe (125:187,5 Hz). Das Gehör der Singvögel und das Gehör der Menschen rechnet logarithmisch (Basiszahl 2). Deshalb erfolgt die Skalierung der Frequenzen ("Tonhöhe") im Spektrogramm nicht linear, sondern logarithmisch. Menschen und Singvögel hören logarithmisch. Spektrumsstrukturen, in denen es Reibungen und keine klaren Proportionen gibt, haben weniger Klangenergie und können nicht so eindeutig rezipiert werden. Wenn einer Amsel in ihrem Morgenbesang ein 2-stimmiges Motiv nicht exakt gelungen ist, z.B. eine der beiden Stimme in einer Sexte etwas zu hoch war (was auch meine Ohren hören können und was ich im Spektrogramm messen kann), dann korrigiert sie diese Verstimmung, wenn sie vielleicht 30 Strophen später dieses Motiv wiederholt. In dem Video "Einer Amsel beim Komponieren zuhören" habe ich dokumentiert, wie eine Amsel mit einer außerordentlichen Fähigkeit einzelne Motive in mehreren Versuchen entwickelt und dann in Strophen zusammenfügt.

https://youtu.be/ml0DJh8RGwY?si=PPG7tdHXt_jSXhQC

Auch bei Singvögeln gibt es eine aufsteigende und eine absteigende *zentrale Hörbahn* und also cochleäre Afferenzen und Efferenzen. Sie können nur so singen, weil auch in ihren Ohren das, was sie von ihrem eigenen Singen und von den Klängen ihrer Artgenossen hören, transformiert wird in ein spektrales Frequenzmuster, das in Zeit und Raum strukturiert ist - eine *Klang-Gestalt*.

Wie bei den Menschen gibt es auch bei Vögeln eine *angeborene auditive Gestaltauffassung*. Auch bei Vögeln ist das Gehör im Ei schon voll entwickelt. Selbst Embryos, die nicht darauf angewiesen sind, einen bestimmten Gesang zu lernen, nehmen schon im Ei die Lautäußerungen ihrer Artgenossen wahr (dann erhöht sich die Herzfrequenz).

Singvögel, die im Nest von der brütenden Mutter besungen werden, lernen diese Klänge und singen später genau die gleichen Klänge, die sie von der Mutter im Ei gehört haben.

Vogelembryos können die Warnrufe ihrer Eltern wahrnehmen und übermitteln diese Information per Vibration an andere Eier im Nest, die diese Warnrufe nicht gehört haben. (Die einen Eier wurden mit dem Warnruf beschallt, die anderen nicht.) Dadurch, daß die Vögel schon vor dem Schlüpfen miteinander kommunizieren, bilden auch die Küken, die nur von ihren Geschwistern gewarnt wurden, mehr Stresshormone aus und reagieren schneller auf Gefahr.

Wenn ein Kuckuck sein Ei zum falschen Zeitpunkt im fremden Nest abgelegt hat und dieser Embryo seine Hörfähigkeit später entwickelt, kann es passieren, daß der Kuckucksnestling andere Bettelrufe macht, so daß er nicht genauso wie die echten Nestlinge gefüttert wird.

Spektrale Frequenzmuster in der Cochlea

Beim Menschen ist es erforscht, daß sich diese spektralen Frequenzmuster schon in der Cochlea bilden. Die durch das Trommelfell und über die Knochenleitung übertragenen periodischen Druckwellen laufen als "Wanderwellen" durch die Cochlea an der Basilarmembran entlang. Dadurch werden die Sinneshaarzellen (Cilien) je nach Spektrumsmuster bewegt, so daß eine elektrische Spannungsänderung erzeugt wird, die umgewandelt wird in "Aktionspotenziale". (3500 Hörsinneszellen bilden die Reihe der inneren Haarzellen für afferente Reize und 12000 die 3 Reihen der äußeren Haarzellen für die efferenten "Aktionspotenziale" aus der absteigenden zentralen Hörbahn über die *Formatio reticularis*.)

Die äußeren Haarzellen, die sich im Rhythmus der Wanderwelle verlängern und verkürzen können, produzieren hochfrequente Schwingungen, durch die im eingehenden Klangspektrum Modulationen von Frequenzen und Amplituden bewirkt werden. Aus den Wechselwirkungen

der Einzelfrequenzen innerhalb einer spezifischen Spektrumsstruktur formt sich ein Gesamtmuster, eine Klanggestalt, die in ihrer Gesamtheit mehr ausmacht als die Summe ihrer Teile.

"Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile." Aristoteles

Die "Aktionspotenziale" dieser Klanggestalt werden umgewandelt in eine zeitlich korrelierte Folge von Nervenimpulsen und über den Hörnerv (VIII. Hirnnerv) zum Stammhirn geleitet, in das Nervenzellengebiet des *Nucleus cochlearis*. Über fünf bis sechs Umschaltstationen (u.a. die *Formatio reticularis*), zum Teil auf getrennten und sich kreuzenden Kanälen (rechtes und linkes Ohr) werden die Informationen aus den Ohren über die aufsteigende zentrale Hörbahn weitergeleitet bis zur "primären Hörrinde" im Großhirn. Das Spektrum und die Struktur der Klanggestalt, die in der Cochlea generiert wurde, bleibt in ihrer räumlichen Anordnung bis in die "primäre Hörrinde" bestehen und wird dort in einem räumlich fixierten Engramm niedergelegt.

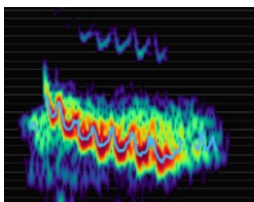
Erst die weitere Verarbeitung in der Großhirnrinde, führt dazu, daß wir das Gehörte als Töne, Klänge oder Musik wahrnehmen. Bevor wir aber überhaupt irgendetwas wahrnehmen, wird ein Klang nach ein paar Hundertstel Sekunden im Limbischen System bewertet, angenehm oder unangenehm und Gefahr oder Stimulation.

Der Audio-Psycho-Phonologe Alfred Tomatis hat ein Experiment durchgeführt, in dem er Sängern während des Singens ihren eigenen Klang über Kopfhörer zugeleitet hat. Zwischen Mikrophon und Kopfhörer hat er einen Filter geschaltet, der die hohen Frequenzen im Klang der Stimme (3000 Hz) verstärkt hat. Wenn dieser Frequenzbereich zuvor schwach ausgeprägt war, bewirkte die höhere Klangenergie in der Cochlea eine stärkere Ausprägung der Brillanz in der Stimme des Sängers, eine unmittelbare Verkoppelung von Cochlea, Stammhirn, Nervus Vagus und Schwingung der Stimmlippen. Das Modell hat auch die entsprechende Wirkung, wenn ich im Singen die gefilterten Klänge eines Vogelgesangs bei 5-8000 Hz über Kopfhörer höre.

In einem Video habe ich den Originalklang einer Blaumeise als Loop aufgenommen: "Grillen"-Gesang bei 7000 Hz - Stimulation für Ohren und Gehirn - <https://youtu.be/Olw7mN3oDww?si=6PbWasv7XQr8JH7U>

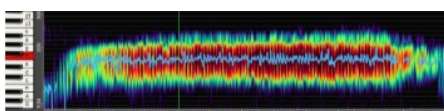
Reflexschaltung zwischen Ohr und Stimme: Wenn ich am Klavier "blind" einen Ton anschlage, kann ich den in 0,1 Sekunden nachsingen, ohne zu wissen welchen Ton ich singe. Wenn ich das tiefste C am Klavier spiele, höre ich einen stark vibrierenden Klang, aber ich kann keine bestimmte Tonhöhe hören. Und wenn ich dann zu diesem sehr tiefen C einen Ton in meiner Stimmlage singe, höre ich immer noch nicht, ob mein Ton das 2 Oktaven höhere C ist. Erst wenn ich meine Tonhöhe auf dem Klavier überprüfe, erkenne ich, daß meine Ohren meine Stimme auf die exakte Tonhöhe eingestellt haben. (siehe Anhang S. 29 "Harmonikale Resonanz")

Die Tonhöhenregulierung erfolgt sensorisch über einen Ast des Nervus Vagus, der die äußere Kehlkopfmuskulatur innerviert, den Stimmlippenspanner (*m. cricothyroideus* - Ring-Schildknorpelmuskel). Bei allmählicher kontinuierlicher Anspannung gleitet ein Klang aufwärts und bei Entspannung abwärts (Glissando). Gleichzeitig können über ein komplexes Zusammenspiel von Ohr, Stimmlippenschwingung und Tonhöhenregulierung große und kleine Intervalle, Tonleitern, Ganztöne, Halbtöne und sogar Vierteltöne gesungen werden. Das besondere Vermögen der menschlichen Stimmphysiologie ist, daß mit ihr Tonhöhe, Lautstärke und Klangqualität in wechselseitiger Unabhängigkeit reguliert werden können (was allerdings nicht immer gelingt).



Primaten können auch Glissandi singen, weil sie außerhalb ihres Kehlkopfs über den gleichen Stimmlippenspanner verfügen, der ebenfalls vom Nervus Vagus innerviert wird. Dagegen gibt es in der Syrinx der Singvögel keine gesonderte äußere Tonhöhenregulierung. Umso erstaunlicher ist, daß Singvögel auch längere gehaltene Töne auf einer bestimmten Tonhöhe singen können, auch Glissandi in jeder Form, und daß bei ihnen zugleich die Tonhöhenregulierung immer in flexibler und variabler Bewegung erfolgt, in Tonfolgen, bei Intervallen

und auch im 2-stimmigen Gesang. (Im Bild eine chromatische Tonfolge mit kleinen Glissandowellen, die in der Tonfolge exakt wiederholt wird, auch 10 Strophen später.)



Bei der Nachtigall gibt es einen besonderen Klang, einen sehr schnellen, schwirrenden Triller, in dem ich keine bestimmte Tonhöhe hören kann, auch wenn ich ihn 4 Oktaven in meine Lage verlangsame (Bild). Ich habe dann einfach mal versucht, diesen seltsamen Klang zu imitieren, ohne zu wissen, welche Tonhöhe ich treffen soll und was

die Nachtigall da überhaupt mit ihrer Stimme macht. Auf der Aufnahme war dann im Spektrogramm zu sehen, daß ich die gleiche Klangfigur auf derselben Tonhöhe produziert hatte, die im Spektrogramm angezeigt wurde. Aber selbst als sehr erfahrener Sänger wußte ich nicht, wie ich das mit meinen "Stimmwerkzeugen" gemacht hatte. Ich weiß es bis heute nicht genau und kann auch keinem andern erklären, wie er das machen sollte, aber ich kann den Klang spontan wiederholen. Als ich dann meinen Gesang um 4 Oktaven beschleunigt hatte, habe ich keinen Unterschied zum Klang der Nachtigall gehört.

noch ein Hinweis zu "Ton" - "Klang" - "Spektrum"

Der Philosoph Edmund Husserl beschäftigte sich intensiv mit dem Phänomen, wie in unserer Wahrnehmung aus einer Folge von Tönen die Sinneinheit einer Melodie gebildet wird. Einige Gehirnforscher versuchen immer noch zu ergründen, in welcher Topologie "Töne" im Hörcortex eingelagert werden und wie sich aus den einzelnen Tönen die Wahrnehmung einer zusammenhängenden Melodie ergeben kann. Und in vielen Darstellungen des Hörvorgangs wird die Anordnung der Sinneshaarzellen in der Cochlea verglichen mit der Tastatur eines Klaviers. Am Eingang würden die Haarzellen auf Töne mit hohen Frequenzen reagieren und am Ende der Cochlea auf solche mit tiefen Frequenzen ansprechen.

Dieses Bild ist schlicht und einfach Unsinn. Die Cochlea hat sich in der Evolution nicht entwickelt, um einzelne "Töne" unterscheiden zu können, und ebenso ist die elementarste Form der Vokalisation nicht die Produktion einzelner Töne mit einer bestimmten Tonhöhe, sondern eine gleitende Bewegung ohne Tonhöhenfixierung wie bei den singenden Gibbon-Affen mit ihren Oktav- und Quint-Glissandi. Selbst bei einem einzelnen Ton werden eben nicht nur hohe oder tiefe Haarzellen erregt, sondern tiefere *und* höhere Komplexe von Haarzellen, also ein Spektrum. Selbst bei Sinustönen gibt es nicht die einzelne "Taste" für diese Frequenz. Und wenn nun ein weiterer "Ton" nach dem ersten erklingt, wird natürlich nicht die Schwingung der Haarzellen mit dem ersten Klang gestoppt, vielmehr schwingen sie noch ein wenig weiter. Und dadurch entsteht eine wechselseitige Beziehung zwischen beiden Klängen und ihrem jeweiligen Spektrum, in der beide Klänge in einer spezifischen Art der Korrelation ein proportionales Verhältnis bilden können (z.B. C→A = 6:5 - die Klanggestalt "Kleine Terz", genannt "Rufterz"). Der obere Klang klingt in dem unteren noch mit. Die Schwingung des ersten "Tons" wird nicht wie beim Klavier vom Dämpfer gestoppt, wenn der nächste "Ton" angeschlagen wird. Auch beim Klavier schwingen bei jedem "Ton" drei Saiten, damit der Klang obertonreicher wird, und selbst nach dem Dämpfen vibriert der Klang noch weiter im Resonanzboden des Klaviers. Genauso wird auch der "Ton" mit seiner gesamten Resonanz vom Ohr verarbeitet.

Und wenn nach den ersten beiden "Tönen" noch ein weiterer "Ton" die Haarzellen in Schwingung versetzen würde, würde eine erweiterte Korrelation zu den vorangegangenen Klängen entstehen, so daß sich drei Klanggestalten, drei korrelierende Frequenzspektren zu einer akustischen Sinneinheit, zu einem korrespondierenden Muster vernetzen könnten, der Klanggestalt einer 3-Ton-Folge (wie oben in der modulierenden Folge der Spektralklänge bei den Zebrafinken). An dieser Korrelation und Korrespondenz in der Matrix oder im Netzwerk von Klangspektren orientiere ich mich im Singen und im Gesangsunterricht, beim Klavierspiel, in der Leitung eines Chors und natürlich auch im Hören und in der Analyse von Musik sowie in gleicher Weise im Hören und der Analyse von Vogelgesang.

"Zur **Gestalt** wird eine Gesamtheit in unserer Wahrnehmung ausschließlich durch Korrelationen, welche die stets vorhandenen statistischen Entladungen der Nervenzellen reproduzierbar modifizieren. Gestalt ist somit alles, was sich in unserer, der Wahrnehmung zugänglichen Raum-Zeit-Welt von einer statistisch unkorrelierten 'Rauschkulisse' abhebt."
(von der Rauschkulisse "da draußen" und vom Rauschen im Kopf und in den Ohren, den Erregungen aus der *Formatio reticularis* J.Q.)

"Das Wesen des Gestaltbegriffs drückt sich in seiner *Übersummenhaftigkeit* wie auch in seiner *Transponierbarkeit* aus." (M. Eigen, in: Das Spiel. Naturgesetze steuern den Zufall S. 89)

Klang-"Gestalt" ohne visuelle Metaphern

"Warum können Amseln und Menschen eine Quinte hören und singen, ohne daß sie es gelernt haben?" - Diesen Text, in dem es u.a. um die auditive Gestaltauffassung geht, erweitere ich gerade. Inspiriert haben mich dazu die Gedanken von C.F.v. Weizsäcker (Physiker und Philosoph) zur "angeborenen Gestaltauffassung" in seinem Text "Parmenides und die Graugans", in dem er die Philosophie von Parmenides in Beziehung setzt zu den Forschungen des Ethologen Konrad Lorenz mit seinen Graugänsen. Gleichzeitig versuche ich die Erkenntnisse von Konrad Lorenz aus seinem Buch "Die Rückseite des Spiegels. Versuch einer Naturgeschichte menschlichen Erkennens" für den Komplex Gesang-Gehör-Gehirn und die auditive Gestaltauffassung fruchtbar zu machen und weiter zu vertiefen.

C.F. v. Weizsäcker, aus: *Parmenides und die Graugans*

(Begriff - Gestalt - die Gestalt in den Dingen - Gestalt als Beispiel des Allgemeinen)

"Schon Tiere können Gestalten "erkennen", d.h. richtig auf sie reagieren, ja man kann sagen, daß sie auf nichts anderes reagieren. Dieses richtige Verhalten kann angeboren, uneinsichtig erlernt oder einsichtig sein. Vom einsichtigen Verhalten wird man das menschliche Reflektieren auf die Einsicht, das Ansprechen der Gestalt als Gestalt, noch unterscheiden. Bleiben wir beim einfachsten Beispiel, dem angeborenen Verhalten. Das nesthockende Vogeljunge sperrt den Schnabel auf angesichts der fütternden Mutter, aber auch angesichts einer geeigneten Attrappe. Es "erkennt" die Reizgestalt "Fütterung" nur in Beispielen, aber auch in jedem Beispiel, und in Bezug auf die Reaktion "Schnabelaufsperrn" unterscheidet es die Beispiele nicht.

Genau dieses Verhalten muß man kybernetisch erwarten, wenn der "angeborenen Gestaltauffassung" ein eindeutiges Schaltschema im Zentralnervensystem entspricht. Das Schaltschema reagiert auf einen Reiz, der begrifflich, also als Gestalt, bestimmt werden kann.

Wenn die Fähigkeit, auf einen definierten Reiz definiert zu reagieren, als der "praktische Begriff" des Tieres bezeichnet werden darf, so ist der praktische Begriff selbst eine Gestalt des Verhaltens, die gesetzmäßig einer begegnenden Gestalt zugeordnet ist. Das Allgemeine am Begriff ist hier die Gesetzmäßigkeit, die Möglichkeit des Wiederkehrens der Beispiele. Der praktische Begriff aber "begreift" nicht die Allgemeinheit, er begreift das Allgemeine nur in jedem wiederkehrenden Beispiel. Insofern ist für ihn die Gestalt ununterscheidbar vom Beispiel; sie "ist" das Beispiel."

C.F. v. Weizsäcker: Die Einheit der Natur. München 1971, S. 464

Im Folgenden ein kurzer Auszug aus meinem Text "Warum können Amseln und Menschen eine Quinte hören und singen, ohne daß sie es gelernt haben" :

In der Akustik und im "Kosmos Klang" verliert der *Begriff "Gestalt"* erst eigentlich das ihm allzu leicht anhaftende Bild von Figürlichkeit und äußerer Form oder Gestalt. Natürlich können wir Menschen in Klängen oder in Musik Klangfiguren und bildhafte Gestalten wahrnehmen, wie auch die Singvögel vermutlich auf irgendeine Art ein langgezogenes Glissando von einem Triller unterscheiden können und auf einen melodösen Gesang anders reagieren als auf ein heftiges schnelles Erregungsmotiv. Wenn ich aber den Gestaltbegriff von allen visuellen Konnotationen lösen möchte, um das spezifisch Akustische zu erfassen, kann er sich nur auf das "*Innenleben*" eines Klangs beziehen, die Art und Weise seiner Schwingung im Ganzen bzw. der Schwingungen im Klangspektrum (Teilfrequenzen und Formanten), der inneren Bewegungen in Raum und Zeit, die ihn ordnen und prägen, also sein Spektrum in seinem Umfang, seiner Ausdehnung, seiner Struktur, seiner Dynamik, seinen inneren und wechselseitigen Beziehungen, vor allem in seinen ganzzahligen proportionalen Verhältnissen.

Klanggestalt als "Innenleben" eines Klanges

In der oktavierenden Verlangsamung wird ein Klang über mehrere Oktaven in einen tieferen Frequenzbereich transponiert und zugleich auf der Zeitachse um die gleiche Oktave verlangsamt. Eine 16-fache Verlangsamung bedeutet, daß der Originalklang nun 4 Oktaven tiefer klingt und 4 Zeitoktaven langsamer, d.h. 16x langsamer. Er klingt im tieferen Spektrum anders und wegen der Verlangsamung können wir mehr und differenzierter im Klang unterscheiden, aber seine *Klanggestalt*, das was ich als das "Innenleben" des Klangs bezeichnet habe, ändert sich nicht. Das "System" und die Struktur jedes einzelnen Klangs und jeder Klangfigur bleibt gleich in Bezug auf Tonhöhen, Lautstärke, Intervalle, Klangfiguren, in der vertikalen Schichtung und Verteilung der Frequenzen sowie in den zeitlichen und dynamischen Proportionen, und das gerade auch

bei 2-stimmigen Klängen wie bei der Amsel. Auf dem Overtone-Analyzer wird das alles im Spektrogramm sichtbar und meßbar, bei der Tonhöhe auf Hundertstel Hz genau und bei der Lautstärke mit Zehntel Dezibel. Wie laut jede Teilfrequenz ist, wird in der Farbe sichtbar und in Dezibel angezeigt. Wie ausgedehnt und differenziert das Spektrum eines Klanges ist, kann auf einen Blick erkannt werden, genauer als über die Ohren. Das "Klangbild" gibt Auskunft darüber, ob eine Klangfigur wegen der hohen Geschwindigkeit in ihrem Verlauf auch in der Verlangsamung noch geräuschhaft wirkt. Klangfiguren wie Triller, Glissandi, 2-stimmige Spektralklänge hinterlassen in mir einen wahrnehmbaren und spürbaren Höreindruck (nicht als Bild!). Selbst ohne einen Klang zu hören, kann ich ihn über das Spektrogrammbild in seiner Gestalt mit meiner hörenden Vorstellungskraft auditiv erfassen, wenn nicht sogar begreifen, mir einen auditiven Begriff davon machen. Natürlich nicht in seiner konkreten Ausprägung, aber das kann durchaus ein Klangbewußtsein sein verbunden mit einer sinnlich akustischen Empfindung.

"Die Karte ist nicht das Territorium" und die "Landkarte" des Spektrogrammbildes ist nicht die Klanglandschaft ("sound scape"), doch mit den Augen im Bild des Spektrums und mit dem Klang in den Ohren bzw. mit den Ohren im Klang kann ich mich über die bildhaften Gestalten im Spektrogramm in einer Klanggestalt orientieren, in der lebendigen inneren Landschaft eines Klanges, einem in der Zeit erfahrenen, mehrdimensionalen, dynamischen und farbigen Raum, Innenraum des Klanges, Innenraum des Hörens und eben auch Innenraum des Singens. In einem solchen Klanginnenraum kann ich mich lösen von allen bildhaften, visuellen Elementen, die wir gewohnt sind den Klängen beizufügen. Gleich ob beim Singen/Hören eines Quint-Glissandos oder beim Hören des Gesangs der Amsel mit dem 2-stimmigen Glissandos aus der Quinte fis/cis in die Quinte cis/gis "reagiert ein Schaltschema im Zentralen Nervensystem auf einen Reiz, der begrifflich, also als Gestalt, bestimmt werden kann" - und das gilt offenkundig auch für das Singen/Hören einer Amsel (siehe Zitat C.F.v. Weizsäcker oben).

Wenn die Klangbalance in den inneren Resonanzräumen stimmt, d.h. effizient geregelt ist (wenig Atem- und Stimmdruck sowie günstige Formung des Resonanzraums), können sich "*stehende Wellen*" bilden mit einer rückkoppelnden Wirkung auf den Schwingungsvorgang, wodurch die Intensitäten im Klang und die Formantbildung noch verstärkt werden. Im 2-stimmigen Gesang der Amsel wirkt dieser Prozeß umso stärker, zumal die Luft-Röhre direkt über der Syrinx ein idealer Resonator ist. Im menschlichen Gesang ist es vor allem das Kehlkopf-Vestibül, der Vorhof des Kehlkopfs unmittelbar über den Stimmlippen und unterhalb des Kehldeckels, in dem die Bildung stehender Wellen effizient angeregt werden kann.

Die höhere verdichtete Klangenergie in den hohen, schneller schwingenden Frequenzbereichen wirkt wiederum in höherem Maße stimulierend und energetisierend auf das Gehör und über den Nervus Vagus wird rückkoppelnd wiederum eine entsprechend effiziente und energiereiche Klang-erzeugung in der Syrinx bzw. im Kehlkopf stimuliert – *ein wechselwirkender rückkoppelnder Regelkreis*. So gehört, könnte man die Formanten im Spektrumsbereich der hohen und höchsten Schwingungen als Wechselwirkungsfeld der Klangenergie sehen.

Die Bedingungen für die Bildung hoher Intensitäten im Klang sind bei den Singvögeln günstiger als beim Menschen, da Atmung und Nahrungsaufnahme getrennt sind, die Syrinx stabil am Ende der Luftröhre gelagert ist, der Mundraum klarer konturiert ist und die Zunge wenig flexibel agiert. (Der Kehlkopf schließt und schützt bei Vögeln und Menschen den oberen Eingang der Luftröhre beim Schlucken.)

Dieser Auszug stammt aus einem Text, der einige grundlegende Fragen erörtert, und zwar über ein ganz spezielles, hochkomplexes Motiv einer Amsel, ein 2-stimmiges gegenläufiges Glissando aus der Unterquinte in die Oberquinte (Oberstimme abwärts C→G, Unterstimme aufwärts F→C)

"Die klingende dreidimensionale Möbius-Schleife - eine Klangerkundung"

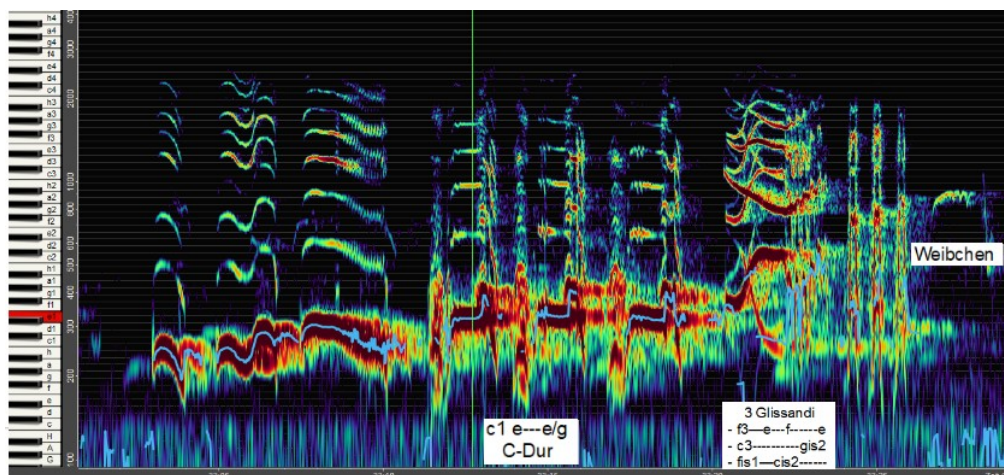
u.a. mit folgenden Themen:

- „Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile“ - Emergenzphänomene in einem 2-stimmigen Gesang
- "Kombinationstöne" - reale Klänge, keine Psychoakustik
- 5 Klangräume und ihre Dimensionen in *einem* Klang
- Selbstorganisation und Emergenz im „System“ Klang - Raum und Wechselwirkung
- Klang-"Gestalt" Quinte

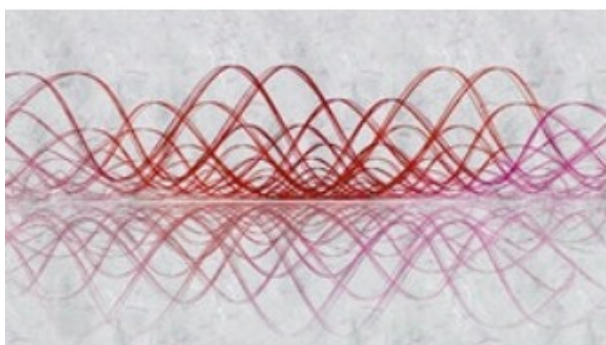
auf meiner Webseite dazu 2 Texte mit Video und der genauen Klanganalyse mit Spektrogrammen:

https://www.entfaltungderstimme.de/pdfs/Klangkosmos/Amselgesang-7.6_Kombinationsklaenge.pdf

https://www.entfaltungderstimme.de/pdfs/Klangkosmos/Amselgesang-7.6.2_klingende-Moebius-Schleife.pdf



1 Strophe aus dem Morgengesang einer Amsel mit einem dreimaligen "C-Dur-Dreiklang" und dem 2-stimmigen gegenläufigen Glissando mit Kombinationsklang ("3 Glissandi") (8x verlangsamt)

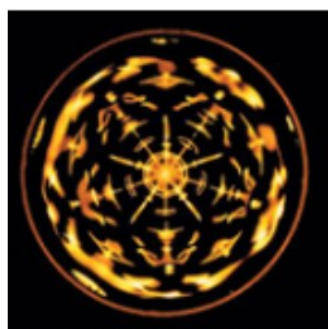


Schwingungswellen in einem Klangspektrum



stehende Wellen

In den sich konzentrisch ausbreitenden Wasserwellen gibt es korrespondierend zur sichtbaren Welle eine Schwingungswelle, die vom Rand zur Mitte zurückläuft.



stehende Welle in einem Wasserklangbild

Stehende Wellen

Ein rundes Wassergefäß wird von unten her durch Sinustöne in Vibration versetzt. Eine senkrecht über der Wasseroberfläche befindliche Lampe läßt die Verteilung der Wellenberge und Wellentäler erkennen, da nur von diesen das Licht wieder nach oben in die Kamera zurückreflektiert wird. Abhängig von der Temperatur, der Wassermenge und anderen Einflußgrößen können bei bestimmten Frequenzen aus der Durchdringung der Welle sogenannte "stehende Wellen" hervorgehen: die unterschiedlichen Wellenbewegungen stören sich nicht gegenseitig, sondern bilden ein einheitlich schwingendes Ganzes. Inmitten des überall vibrierenden Wassers entsteht auf einmal eine übergeordnete ruhende Struktur. Die Ordnungsprinzipien solcher Schwingungsfelder können als Bauplan, als Matrix für die verschiedensten Gestaltbildungen dienen.

„Wasser-Klang-Bilder“ – Webseite von Alexander Lauterwasser (Seine Bücher sind sehr empfehlenswert.)

http://wasserklangbilder.de/index.html?html/home_d.html

Literatur:

Konrad Lorenz: Die Rückseite des Spiegels. Versuch einer Naturgeschichte menschlichen Erkennens

Rupert Riedl: Biologie der Erkenntnis. Die stammesgeschichtlichen Grundlagen der Vernunft

Rupert Riedl: Die Strategie der Genesis

Manfred Eigen: Das Spiel. Naturgesetze steuern den Zufall

Anhang

- Singen mit einem "Schließmuskel" (*musculus vocalis*)
 - "Kontrolle" des Kehlkopfs (*nervus vagus*) (S. 21)
 - *Formatio reticularis* - der Klang im Kopf und in den Ohren (S.22)
 - 2-stimmiger "C-Dur"-Spektralklang einer Amsel - (S. 25)
2 Stimmen bilden *einen* einheitlichen und komplexen Gesamtklang - eine Klanggestalt
 - Evolutionäre Prägungen des menschlichen Gehörs und wie sie sich auf die Wahrnehmung von Gesangsstimmen auswirken (S. 27)
 - Harmonikale Resonanz in einem Planetensystem, im Klang des Klaviers, im Gesang einer Amsel und im menschlichen Gesang (S. 29)
-

Singen mit einem "Schließmuskel"?

Der Kehlkopf ist in seiner primären Funktion kein Organ zum Singen oder Sprechen. Die Stimmlippen sind ein **Schließmuskel**, der den Zugang zur Lunge öffnet oder schließt. Auf Gedeih oder Verderb muß Sauerstoff in die Lunge gelangen können, und auf Gedeih oder Verderb darf nichts Falsches in die Luftröhre gelangen. Wen wundert's also, daß die Muster und Gewohnheiten, die helfen, auf die eine oder die andere Art zu überleben, nicht unbedingt hilfreich sind, um aus voller Kehle ein Lied zu schmettern.

Ein Vogel, der Angst hat, singt nicht.

Und wenn Singen mit **Stress und Angst** verbunden ist, werden die **Schließ- und Schutzfunktionen** in der Kehle naturgemäß alarmiert und potenziert. In mancher Art und Weise des Singens werden diese Schutzfunktionen unwissentlich geradezu aktiviert und antrainiert und mit gleichem Eifer werden entsprechende Gegenmaßnahmen mobilisiert, die die Stimme wiederum "öffnen" sollen - ein Teufelskreis und sehr mühevoll.

Oder anders gesehen:

Gerade das Bewußt-Sein unserer **Verletzlichkeit** in diesem menschlichen Kernbereich des Lebens und Überlebens, in dem sich die Wege von Atmung, Ernährung und Kommunikation kreuzen, und der genau deshalb hinreichend ausgestattet ist mit wunderbar hilfreichen Schutzfunktionen, läßt uns möglicherweise erahnen, daß genau hier, an dieser Pforte zwischen Innen und Außen, Außen und Innen, und eben dann, wenn es *nicht* ums Überleben geht, die Stimmlippen gerade unter diesen Bedingungen frei schwingen können, und sich ein **Raum** öffnen kann, in dem nichts geschützt werden will und muss :

*Atmen und Singen im Modus des Parasympathikus, im Zustand der **Homöostase**¹⁾ und der **lebendigen Erregung**.*

Alle Welt kann und darf hören, dass ich nichts zu verbergen habe und von mir keine Gefahr ausgeht, und alle Welt kann und darf hören, wie sich ein Mensch fühlt, der den Mut hat, sich im Singen in all seiner Verletzlichkeit und Empfindsamkeit und in all seiner Kraft zu zeigen. Im Singen - im regelmäßigen Öffnen und Schließen der Stimmlippen (auf dem Ton a' - 440 mal in der Sekunde) - bildet der Klang eine schwingende Membran zwischen Innen- und Außenwelt, die zum einen verhindert, dass der Atem beim Singen seufzend und ächzend entgleitet, und durch die zum andern die Lunge sich geschützt fühlen darf. Im **membranigen Schwingen** der Stimmlippen und ihrer Schleimhäute wird dieser Schließmuskel aus seiner Schutzfunktion erlöst, und im Raum des Klanges verschmelzen Innen- und Außenraum in offener Weite.

Und gerade in solcher **Offenheit** ist die Membranhaftigkeit des Klanges ein **Signal** für den so innigen **Kontakt** der Stimmlippen und ihrer Schleimhäute, als dürfte im Öffnen und Schließen der "*silberne Faden*" im Klang nicht abreißen. Das Dilemma in der Schutzfunktion des Schließmuskels, entweder Druck in der Kompression der Stimmlippen aufzubauen (unflexibler Klang) oder genau diesen Druck vermeiden zu wollen (wenig Klang), löst sich in einem membranigen Klang in der Polarität von Offenheit und Kontakt, Durchlässigkeit und Verbindung, Nähe und Distanz, Bewegung und Ruhe auf. Das *Membranige* im Klang (der Sängermanant um 3000 Hz) kann sich zeigen als feine konzentrierte *Brillanz*, als ein silbernes glänzender "Faden", als Sirren, Schwirren, Gleisen, Insektengeräusch und ähnliche Phänomene aus Klang und Geräusch - verdichtete Schwingungen mit höchster Energie, mit stärkstem Erregungspotential für die Ohren und mit purer stimulierender Wirkung auf das vegetative Nervensystems.

Ein Vogel entfaltet sein ganzes sängerisches Potential im entspannten Vollgesang - *wenn es um nichts geht.*

Pragmatisch gesehen bedeutet Singen für uns Menschen - physiologisch und funktionell - die Neutralisierung und Überwindung des Schluck- und Würgereflexes.

Bei den Vögeln sind Nahrungsaufnahme und Vokalisation physiologisch getrennt. Ihr Kehlkopf schließt und schützt wie bei uns den oberen Eingang der Luftröhre (engl. "air pipe") beim Schlucken. Unabhängig davon können sich die Schwingungen beider Membranen in der Syrinx am Ende der Luftröhre, also am unteren Eingang einer stabilen (!) Röhre, in effizienter Funktionalität zu einem Schwingungsfeld von "stehenden Wellen" formen.

*) *vegetative Homöostase*: Alle Parameter, von denen das Leben und Überleben abhängt, werden im optimalen Bereich gehalten (u.a. Sauerstoffgehalt im Blut).

akustische Homöostase: Atemkraft und Schwingungskraft wirken wechselseitig aufeinander und sind so ausbalanciert, daß auch der subglottische Raum in Schwingung gerät. In der tiefen offenen Kehle bilden sich "*stehende Wellen*" durch Überlagerungen gegenläufiger Wanderwellen.

Alle Teilfrequenzen eines Klangs bilden ein einheitlich schwingendes Ganzes; es entsteht eine übergeordnete ruhende Struktur, ein nach physikalischen Prinzipien geordnetes, hocheffizientes Schwingungsfeld - *eine Klanggestalt.*

"Kontrolle" des Kehlkopfs?

Für uns alle, die wir allzu gerne die Kontrolle darüber hätten, was uns aus der Kehle dringt, ist es ein echtes Problem, dass der Kehlkopf in all seinen Funktionen nervlich nicht vom Großhirn gesteuert wird, sondern vom "Nervus Vagus", diesem Vagabunden des **vegetativen Nervensystems**, der als Gegenspieler des Sympathikus, dem Stressmanager, neben dem **Kehlkopf** auch die **Atmung**, den **Herzschlag**, die **Verdauung** und die **sexuelle Erregung** reguliert - in der Balance von Ruhe und lebendiger Erregung.

Also laufen alle Optimierungsstrategien für das "Stimmorgan" ins Leere und alles Wollen und Bemühen erschöpft sich in Manipulationen, Kompensationen und Ersatzhandlungen.

Im Singen können wir erfahren, dass hinter jedem Satz, der mit "Ich" anfängt, eine Falle lauert, vor allem hinter Sätzen wie "Ich will...", "Ich kann..." und "Ich weiß...".

Und vermutlich sind wir auch in anderen Lebensbereichen von solchen Fallen umstellt oder stecken darin fest, ohne es wirklich zu merken. Wir Menschen unterscheiden uns eben darin von den Tieren, die auch über ein vegetatives Nervensystem verfügen, dass wir für all unser Tun und unser Empfinden Rechtfertigungen und Geschichten erfinden können und dabei uns kaum bewußt sind, wie sehr wir in diesem Erfindungsreichtum den schönsten Selbsttäuschungen erliegen.

Und dieses "Kernproblem" ist deshalb genau *die* Chance, im Singen in die Grenzbereiche von Willkürlich und Unwillkürlich, Bewusst und Unbewusst, von Absicht und Reflex einzutauchen und darin ungeahnte Potentiale in unserm Singen (und in unserm Leben ?) zu erschließen. Wenn das **Ohr** (nicht das bewertende Gehör) und die **Stimme** in ihrer reflexartigen Schwingungsbewegung (ein "selbstorganisierter Prozeß") mit der körperlichen **Empfindung** und Wahrnehmung in einem **Regelkreis** mit Wechselwirkung verkoppelt werden kann, dann kann sich die Stimme **ent-falten**.

Anmerkung:

Der Nervus Vagus reguliert auch die Blasenentleerung (Miktion).

Mit "sexuelle Erregung" ist gemeint: die Erektion von Klitoris und Penis.

Bei Vögeln hat der Vagus Verbindungen zu Hoden und Eierstöcken.

Bei allen Wirbeltieren (Primaten, Vögeln, Fischen) wird die Vokalisation über den Nervus Vagus angesteuert. Für den wechselwirkenden Regelkreis Vokalisation-Vagusnerv-Hören, der über die *Formatio reticularis* im Stammhirn integriert wird, ist auch die Verbindung des Nervus Vagus zum Vestibularapparat (Gleichgewichtsorgan) und in den äußeren Gehörgang von Bedeutung (Kitzeln und Vibrieren im *Meatus acusticus*). Im Gehörgang werden die Frequenzen um 3000 Hz verstärkt (Sängerformant), eine akustische Impedanz in Röhren.

Formatio Reticularis - der Klang im Kopf und in den Ohren

(Auszug aus einer Publikation von Gisela Rohmert)

"Der Reflexbogen des *M. tensor tympani* (Trommelfellspanner) ist über die *Formatio reticularis* verschaltet. Der kleine Ohrmuskel ist damit an den allgemeinen propriozeptiven Impulsen des *N. trigeminus* beteiligt, die eine wesentliche Rolle für die tonische Aktivität der *Formatio reticularis* spielen. Eine eingeschränkte Funktion der vom *N. trigeminus* innervierten Schleimhäute und Muskeln (auch die Kaumuskeln) behindert die bedeutungsvolle Arbeit der *Formatio reticularis*. In diesem Hirnstammareal ist die Zentralstelle für eine optimierende Sinnesreizselektion. Das Aktivierungsniveau der *Formatio reticularis* beeinflusst außerdem wesentlich die Bewußtseinslage. Sie lenkt die Intensität von Empfindungen und Wahrnehmungen. Die eigentlichen, an das Bewußtsein geknüpften Entscheidungsprozesse, aus denen auch die Selbstbewegungen erfolgen, entspringen nicht im zerebralen Cortex, sondern im Hirnstamm. In jedem Fall erfolgt von hier aus die Basissteuerung für die Phonation bzw. den Gesang, welche Muskeltonus, Atmung und Vokalisation reflexmäßig zusammenschaltet, wiederum abhängig von dem Niveau des Nerventonus der *Formatio reticularis*.

Ein stimulierbarer Frequenzcode (Brillanz des Sängerformanten um 3000 Hz, im Bereich der höchsten Hörsensibilität J.Q.) - sein archetypischer Abdruck - erregt die vom *N. trigeminus* innervierten Areale (Schleimhaut, Muskeln) auf eine spezifische Weise, so daß sich normalerweise getrennte Räume koordinieren können. Erregerfrequenz (aus dem Kehlkopf bzw. Vokaltrakt) und Eigenfrequenz (Impedanzminima im Mittelohr) stimmen überein. So verstärkt und stabilisiert sich über Rückkoppelung ein hochkomplexer Klang. Nicht zuletzt beeinflussen *M. tensor tympani* und *M. tensor veli palatini* diesen Koordinationsvorgang. Gleichzeitig beeinflusst ihr Arbeitsqualität die Arbeitsqualität des Hirnstamms, der *Formatio reticularis*. So bedingen sich akustische und physiologische Optimierung im Gesang gegenseitig.

Der Klang im Kopf

Der Versuch, ein innerkörperliches Wahrnehmungsphänomen zu beschreiben, welches nicht jedem vertraut ist, kann in den Verdacht eines illusionären Exkurses geraten. Die Motivation allerdings, auf ein kaum diskutiertes akustisches Signal im Kopf zu verweisen, beruht auf einer langen phänomenologischen Auseinandersetzung mit dieser Klangwahrnehmung und dem Erkennen, was diese körperlich auszulösen vermag.

Die Voraussetzung für eine seriöse Interpretation solch eines Lautmerkmals - ähnlich einem hochfrequenten Zirpen - ist seine Verknüpfung mit gehirnphysiologischen Funktionen. Der Ursprung dieses Zirpens im Kopf ist empfindungsmäßig in der *Formatio reticularis* anzusiedeln.

Die FR gilt vor allem als Integrations- und Verarbeitungssystem für vegetative und sensorische Reizleistungen. Spezielle Funktionen dieses Hirnareals sind u.a.

- die Tonusregelung der Muskulatur mit Hilfe des Gamma-Nervensystems
- die Beeinflussung der Empfindsamkeit unserer Sinnesorgane
- die Steuerung des Wach- und Schlafrhythmus
- die Aufmerksamkeitssteuerung
- der reflexmäßige Ablauf der Atmung
- die reflexmäßige Steuerung der Kehlkopffunktionen

Die FR kann unabhängig von der eigentlichen Hörfähigkeit auf akustische Signale reagieren, d.h. sie hat ein spezifisches Hörvermögen. Das bestätigen Tierversuche, welche Hörleistungen trotz durchtrennter Hörnerven nachweisen.

Daß sich aus ihrer neuronalen Dichte selbst ein permanentes, weitgehend störfreies Lautsignal generiert, erinnert an die otoakustischen Emissionen der Ohren, die auf einer Eigenregung der Sinneshärchen in der Cochlea beruhen.

Der Dauertonus dieser Stammhirnregion transformiert sich offenbar in ein modulationsfähiges Klangphänomen unter Umgehung der klassischen Hörleitungswege."

(J.Q.: Meiner Einschätzung nach beruhen auch die otoakustischen Emissionen auf einer Erregung der äußeren Haarzellen durch cochleäre Efferenzen vom Stammhirn her, deren elektrisches Potential durch Messungen nachgewiesen werden kann. Der Nachweis dieser Emissionen bei Neugeborenen dient dem Test der Hörfähigkeit. Das Potential dieser cochleären Efferenzen in den

äußeren Haarzellen ermöglicht eine spektrale Analyse und Mustererkennung der eingehenden, auf die inneren Haarzellen einwirkenden Schallsignale und deren Umwandlung in spektrale Klangmuster und ihre Umformung in elektrische Signale, die vermittels einer zeitlich korrelierten Folge von Nervenimpulsen an das Gehirn weitergeleitet werden.)

"Der Klang im Kopf liegt für viele Menschen zunächst unterhalb der Wahrnehmungsschwelle. Alltagsverhalten verstellt und verstopft die hauchdünne Grenze zur Wahrnehmung des Subtilen (vgl. Hintergrundempfindungen, Damasio 1996). Aber selbst wenn eine gehirnakustische Emission das Bewußtsein berührt, kann der Verstand nicht gleich einen Sinnzusammenhang erkennen. Abwehrreaktionen oder Bagatellisierung stellen sich ein.

Erstaunen, Neugier, Vertrauen können stattdessen die Hinwendung an diese sirrende, sich sanft modulierende Schwingung begleiten. Eine behutsame Fokussierung der Aufmerksamkeit und eine kommunizierende Beziehung würden in einen intimen Zustand lebendiger Stille münden. Während man dem Klang der FR lauscht, kreiert sich ein Regelkreis zwischen empathischer Klangwahrnehmung und physiologischen Reaktionen.

Eine entwickelte Beziehung zu dieser akustischen Essenz läßt sie rückkoppelnd wie ein physiologischer Schlüsselreiz wirken:

- Wachheit wird zur beruhigten Wachheit
- Aufmerksamkeit wird zur faszinierten Aufmerksamkeit
- Tonusregulierung intensiviert sich durch Gewebelebendigkeit, die man als sensorische Wachheit erlebt
- Sinnesorgane reagieren vernetzt und beiläufig
- die Atmung besänftigt und vertieft sich

Die Ausgleichsfunktion dieser Wechselbeziehung zwischen akustischem Reiz und physiologischer Reaktion vermag in einen Zustand gedehnten Zeitempfindens und Gedankenstille zu führen.

Das Wissen um die Zusammenhänge zwischen einer inneren permanenten Schwingungsempfindung und äußerer Klanggebung geht auf frühe Zeiten zurück. Die Grille, im alten Griechenland Tettix genannt, avancierte in der Orpheus-Nachfolge zur Musenprophetin (Schutzgöttin). Sie gilt als Verursacherin der zirpend-grilligen Schwingungsessenz, die sich mit betörender Wirkkraft in den Künstler inkorporierte."

aus: Gisela Rohmert, Lichtenberger Dokumentationen Band 1 - Erkenntnisse aus Theorie und Praxis des physiologischen Singens, Sprechens und Instrumentalspiel (2015) <https://www.lichtenberger-institut.de/>

Ergänzungen aus eigener Erfahrung:

Ich selbst habe diesen sirrenden feinen Klang fast ständig im Kopf, meist im linken Ohr, ohne daß er mich sonderlich stört. Er ist eher ein treuer Begleiter meiner vegetativen Stimmung. Zeitweise höre ich in einem glitzernden Schwirren meinen Herzschlag pulsieren. In bestimmten Erregungsphasen ist es so, als würden sehr, sehr kleine Kristalle mit gläsernen Klicklauten aneinander schlagen. Wenn ich mit Analysen von Vogelgesang beschäftigt bin, wird das Sirren intensiver. Es kommt auch immer wieder vor, daß beim Klavierspielen mit jedem Klang dieses innere Ohrgeräusch angeregt wird. Im eigenen Singen gibt es immer einen Kontakt von innen durch die eustachischen Röhren zu der Erregung in den Ohren. Im Gesangsunterricht erlebe ich es so, daß ein hochfrequent angereicherter Klang einer Schülerin von innen in meine Ohren dringt, und mir dann die Sängerin bestätigt, daß sie ebenfalls in ihrem Klang den inneren Kontakt zu den Ohren erlebt hat. Beim Klavierspielen wird der innere Klang durch den Klavierklang angeregt und verstärkt, was ich als hörbaren und spürbaren Reiz in den äußeren Gehörgängen wahrnehme. Eine interessante Erfahrung ist, daß ich in bestimmten Situationen ein hoher Pfeifen im Kopf höre (bei 7000 Hz), meist für 10-20 Sekunden. Meist sind es Übergänge in einen andern Zustand vegetativer Erregung, sowohl in Richtung höherer Erregung als auch quasi wie ein Signal ausklingender Übererregung.

Der Schriftsteller Jean Paul (1763-1825) über das Ohrenrauschen

Das Ohrenrauschen galt Anfang des 19. Jahrhunderts, zu Zeiten des Schriftstellers Jean Paul, als Kennzeichen und Auszeichnung höchst sensibler Seelenmenschen.

"Das Ohr ist überhaupt die Tiefe der Seele und das Gesicht nur ihre Fläche; der Klang spricht die tief verborgene Ordnung unseres Innern an und verdichtet den Geist; das Sehen zerstreut und zerlegt ihn auf Flächen." (Jean Paul)

Im Folgenden ein verkürzter Text aus: Uwe C. Steiner - Ohrenrausch und Götterstimmen. Eine Kulturgeschichte des Tinnitus (2012) (alle Zitate von Jean Paul)

In einem Text von 1814, *Blicke in die Traumwelt*, beschreibt Jean Paul Formen des inneren Hörens und Hellhörens, die die Subjektivität aus dem Geiste des Ohrenklangs heraus begreifen. Es geht um ein Hören des Hörens, um ein Sich-im Hören-Hören, in dem das Ich sich selbst akustisch und zugleich die Gegenwart einer höheren Welt gewahrt. "Im vielhallenden Ohrgebäude" begegnen sich Traum, Welt und Ich. Die Empfindung, der Weltbezug durch die Sinne, so sein Argument, besitze den Vorrang vor der Vorstellung, dem Weltbezug durch das Denken. Das lehre uns der Traum. Dort im Traum sind wir nämlich selbsttätig, aber unwillkürlich selbsttätig und darum zugleich empfangend. Jean Paul meint, es müsse ein Drittes geben zwischen der sinnlichen Empfindung, die mir im Wachen die wirkliche Welt vergegenwärtigt, und der vom Intellekt besorgten Vorstellung - die von ihm so genannten "Empfindbilder". Diese Empfindbilder müsse man streng von den "Vorstellbildern" unterscheiden. Letztere liefern allenfalls ein "Schattengewimmel zerrinnender, farbloser, durchsichtiger, schwankender Gestalten", während die Empfindbilder des Traums plastische, detailreiche, sinnliche Präsenzen vermitteln. (Das kann ich aus meinen eigenen vielfältigen Traumerfahrungen nur allzu gut bestätigen. J.Q.) Marcel Proust macht analog eine Unterscheidung zwischen der willkürlichen und der unwillkürlichen Erinnerung.

Analoges gilt für akustische Vorstellungen. Die "stummen Vorstellbilder der Töne" fallen nämlich ungleich matter, weil abstrakter aus als die "leisen Empfindbilder derselben, welche dir aus einer langen Musikknacht bis auf das Kopfkissen, ja bis in den müden Morgen hinein, nachfliegen". (In meinen Träumen gibt es durchaus voll klingende und präzise (auch notierte) akustische Empfindungen von Musik im Hören wie auch im eigenen Singen und Klavierspielen. J.Q.) Jean Paul schreibt, man stelle sich einen leise in der Ferne verklingenden, hellen Ton vor, wie "wenn von einer sich entfernenden Musik immer leisere Töne zu uns zittern". Ab einem gewissen Punkt des Verklingens lassen sich "die leisesten, also die fernsten Töne nicht mehr von unsern inneren, also nächsten" unterscheiden.

Das Sehen ist diskret: Es gibt in aller Regel eine Zäsur zwischen Gesehenem und Eingebildeten. Vor allem eine zwischen Sehendem und Gesehenem! Das real Gehörte und das imaginär Gehörte sind dagegen, Jean Paul zufolge, in einem Kontinuum lokalisiert. Darum klingt das Hörbild als ein "Geschöpf des Gehirns" in die von außen empfangene "Hörempfindung (die Tochter der Nerven)" hinein.

Man kann die Konsequenzen dieser Beobachtung, die phänomenologisch erhellender kaum ausfallen könnte, gar nicht überschätzen. In ihr konzentriert sich Jean Pauls anthropologische Subjekt- und Welttheorie in nuce.

Es gibt einen Ort, in dem das Innerste des Subjekts, seine Selbsttätigkeit, und die äußere Welt ineins fallen. Und das ist ein akustischer Ort: ein fernhin leise verklingender Ton, in dem Ich und Welt integriert werden. Im Hören besitzen wir darum einen ungleich gehaltvolleren, profunderen Zugang zur Welt als durch den Gesichtssinn.

Das Ohr bezeichnet Jean Paul als das im wachen Leben eigentlich imaginative Organ. Dabei bringt die akustische Einbildungskraft deutlich öfter musikalische als andersgeartete Schallphänomene hervor: "Außerhalb des Traums kommen uns Empfindbilder öfter von Tönen als von Reden und Schällen vor; nach einer Musikknacht kann die bewegte Seele sich willkürlich die Melodien, aber nicht die Gespräche wiederklingen lassen".

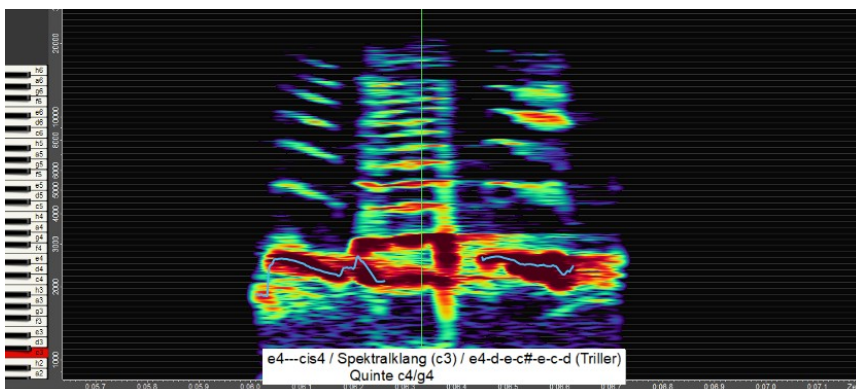
Die gestalthaften inneren Töne können nicht als mechanische Folge von Blut- und Nervenimpulsen verstanden werden. Die Innentöne müssen vielmehr als Selbstaffektion verstanden werden. Darum grenzt Jean Paul die akustischen Empfindbilder gegen einen gleichsam vulgären Tinnitus ab. Es gibt das "Ohrenbrausen" als physiologisches, nervöses Phänomen. Und es gibt die

auditiven Empfindbilder, in denen eine akustische Einbildungskraft, auch ein akustisch verfaßtes Gedächtnis, mit den fernen Schwebungen und leisen Schwingungen der Geisterwelt resonieren.

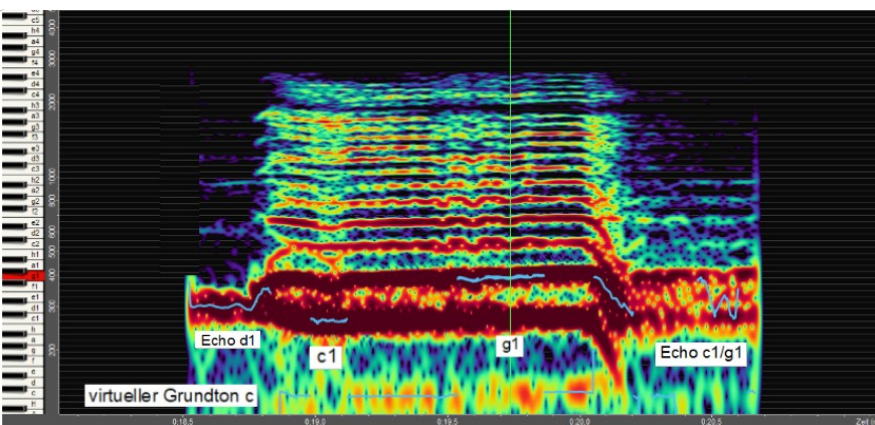
Der Indifferenzpunkt von Innen und Außen ist im Akustischen zu suchen. Im empfindsamen 'Tinnitus' vereint sich die Welt in uns mit der Welt um uns. Somit ist im Hören eigentlich nichts drinnen oder draußen.

2-Stimmiger "C-Dur"-Spektralklang einer Amsel - 2 Stimmen bilden *einen* einheitlichen und komplexen Gesamtklang - eine Klanggestalt

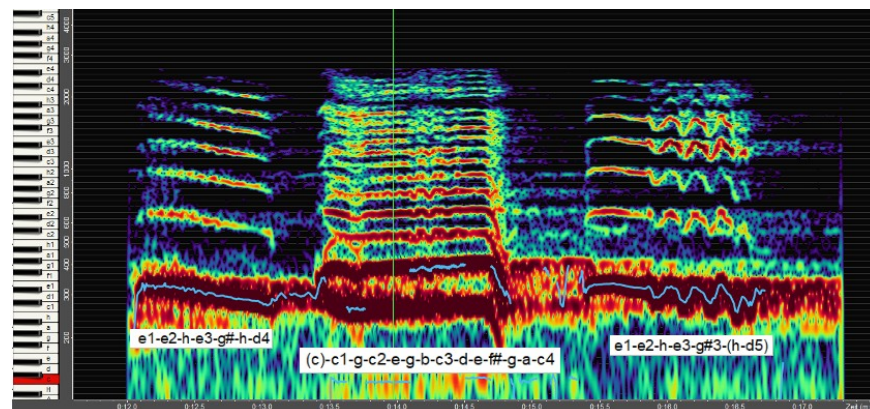
Video: "Amselgesang (7.3) - ein 2-stimmiger C-Dur-Spektralklang - eine Klangerkundung"
<https://youtu.be/FzA9abeKy34>



im Original: ein 2-stimmiger Spektralklang c4 (2094 Hz) / g4 (3141 Hz) - virtueller Grundton c3 (1047 Hz)
c3 - 1. Teilton / c4 - 2. Teilton / g4 - 3. Teilton
Umfang Frequenzspektrum: 2. (c4) bis 13. Teilton (a6 - 14 kHz), Formant: um c7 (16,8 kHz)



8x verlangsamt - klingende Quinte c1/g1 - gehört als "C-Dur"-Klang



e1 c1/g1 e1 Triller

e1 (1.-7. Teilton) : e1-e2-h-e3--g#-h-d4

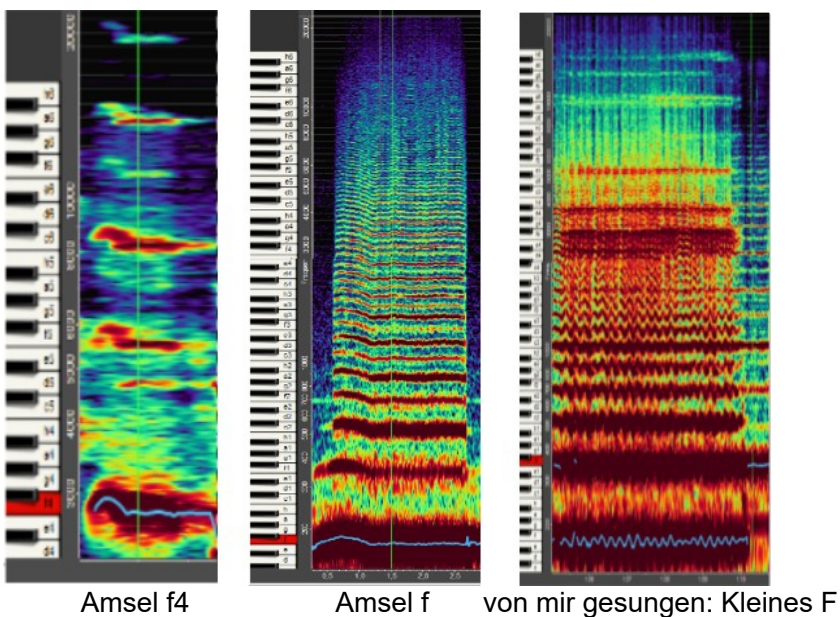
c1/g1 (2.-13. Teilton) : c1--g-c2-e-g-b-c3-d-e-ff-g-a, virtueller Grundton: (c), Formant: um c4

e1 mit Triller (1.-5. Teilton) : e1-e2-h-e3-g#

Der Overtone-Analyzer zeigt das Gesamtspektrum eines Klangs an mit allen Teilfrequenzen, die in diesem *einen* Klang enthalten sind bzw. in ihm mitschwingen und klingen. Ein Klang setzt sich aber nicht einfach zusammen aus der Summe seiner tieferen und höheren Teiltöne und er besteht auch nicht nur aus einer klingenden Tonhöhe als Grundton mit der ganzzahlig angeordneten Reihe der Obertöne darüber. Jeweils nach Anzahl und unterschiedlich ausgeprägter Dynamik der einzelnen Teilfrequenzen und je nach der Dominanz einer Frequenz, die nicht immer der Grundton eines Spektrums sein muß, sowie je nachdem, ob überhaupt ein Grundton (1. Teilton) im Gesamtspektrum mitschwingt, ergibt das *einen* Gesamtklang, einheitlich und komplex zugleich. Die Proportion der Teilfrequenzen untereinander und ihre Relation zueinander bestimmen Farbe, Charakter und Ausprägung eines Klangs in seinem Gesamtspektrum.

Auch ein 2-stimmiger Gesang setzt sich nicht einfach zusammen aus der Summe zweier Klänge mit ihrer klingenden Tonhöhe und ihrem jeweiligen Frequenzspektrum. Je nach Beziehung und Verhältnis der beiden Stimmen zueinander bildet sich *ein* einheitlicher, ganzer Klang mit einem ganz eigenen komplexen Spektrum und einer ganz bestimmten Klangfarbe und Klangstruktur. Das komplette Spektrum der beiden klingenden Stimmen kommt im Zusammenklang in wechselseitig rückkoppelnde Beziehung zueinander. So kann es zu einer Verstärkung oder auch zu einer Abschwächung einzelner Frequenzen im jeweiligen Spektrum kommen, was dem Gesamtklang eine andere Färbung und Ausprägung gibt; es kann sich ein eigener virtueller Grundton aus dem Zusammenklang der beiden Stimmen bilden, eine nicht-klingende Frequenz, die aber im Spektrogramm vom Tonhöhenmarker als Grundton dieses einen Gesamtspektrums angezeigt wird; und es können übereinstimmende Frequenzproportionen so kumulieren, daß eine bestimmte Frequenz wie eine eigene Stimme wirkt und klingt.

Amselklang und Menschenklang



Amselklang: ein f4 im Original - 2800 Hz (1.-6. Teilton) - 6. Teilton c7 (20,8 kHz)
 Amselklang 16x verlangsamt und neu aufgenommen: 'f' - 175 Hz - Spektrum bis 22 kHz,
 dem entsprechen im Originalklang 352 kHz (!) - abzählbares Spektrum bis zum 48. Teilton
 bei c6 (8400 Hz = 124,4 kHz im Original) - Alle ungeraden Teiltöne haben eine höhere Intensität
 (1.-3.-5.-7.-9.-11.-13.-15.-17. usw.) - eine Eigenart vieler Klänge der Singvögel !

Kleines F von mir gesungen: Spektrum bis 22 kHz - f6 (11,2 kHz) - abzählbar bis 32. Teilton
 bei f5 (5600 Hz) - gleichmäßige Abnahme der Intensität zu den höheren Frequenzen
 volles Spektrum bis zur 2. Terz (10. Teilton a3, 1750 Hz)
 Formanten: 3000 Hz / 3500 Hz / 5000 Hz / 10 kHz / (14 kHz / 16 kHz)

Transponierbarkeit von Klanggestalten: Die Wave-Aufnahme zeigt im Original nur bis 22 kHz an. Der neu aufgenommene transponierte Klang offenbart das komplette spezifische Spektrum, das tatsächlich im Original klingt - in gleicher Klanggestalt.

"Das Wesen des Gestaltbegriffs drückt sich in seiner *Übersummenhaftigkeit* wie auch in seiner *Transponierbarkeit* aus." (Manfred Eigen)

Evolutionäre Prägungen des menschlichen Gehörs - und wie sie sich auf die Wahrnehmung von Gesangsstimmen auswirken

Das menschliche Gehör, wie es sich in der Evolution mit der Entwicklung der Säugetiere herausgebildet hat, erfüllt von seiner Anlage her lebenswichtige Funktionen: Es dient der **Orientierung**, dem **Gleichgewicht**, der **Kommunikation** und der **Wahrnehmung von Gefahr und Beute**. Für die Frühmenschen hing das Überleben unter den ungeschützten Bedingungen in der Savanne ganz entscheidend vom Hörenkönnen ab. Besonders wichtig war es, **überraschende Geräusche** aus dem vertrauten Umgebungsgerauschen und -klängen herauszuhören, und ebenso auch auf eine überraschende Stille zu reagieren, wenn Tiere keine Laute mehr von sich gaben, weil sie Gefahr witterten. Das *Knacken* eines Astes, das *Rascheln* im Gras, das *Sirren* eines Insektes – alles konnte als **Warnung** verstanden werden. Wie die lautmalerischen Worte mit den geräuschhaften Konsonanten (k, s, sch, r) es schon anzeigen, reagiert das Gehör auf derartige Geräusche im Frequenzbereich von 3000 – 20.000 Herz hochgradig empfindlich schon bei kleinsten Dynamikpegeln. Auch im Schlaf waren die Ohren auf Wachsamkeit eingestellt; knistern, rauschen, prasseln - feine und starke Geräusche mit hohen Frequenzen, die eine Bedrohung oder Warnung vor Feuer, Unwetter und Regen signalisieren konnten. Diese hohe Sensibilität des Hörsinns war ebenso beim Aufspüren von Beute und beim Heranpirschen an Wild von großem Vorteil im Überlebenskampf.

Das Hören von Überraschendem und Ungewohntem, akustische Veränderungen in der näheren Umgebung und in der Weite der Savanne, die Orientierung im Dickicht des Waldes, die Atmosphäre im Dunkel einer Höhle – all diese Hörerfahrungen waren naturgemäß verbunden mit elementarer **vegetativer und psychischer Erregung**, mit Neugierde und Jagdfieber, mit gesteigerter Aufmerksamkeit und wacher Reaktionsbereitschaft, aber auch mit Angst und Furcht, mit Abwehr und Fluchtbereitschaft.

Auf der anderen Seite ermöglichte das Hören für die frühen Menschen auch eine **Entwarnung**, **Beruhigung** und **Entspannung** - wenn die Atmosphäre ruhiger wurde, wenn die Vögel wieder ihren Gesang anstimmten, wenn der Wind sachte durch das Gras strich, wenn die Sicherheit und Gefahrlosigkeit vermittelten. Auch diese gewohnten, normalen und **vertrauten Klänge und Geräusche**, gleich ob sie ganz nah waren oder aus der weiteren Umgebung kamen, wirkten unmittelbar auf das vegetative Nervensystem und auf das limbische System (Lust und Unlust). Und es sind, ebenso wie bei der Alarm- und Warnfunktion, die hohen Frequenzen und feinen Schwingungen in der menschlichen Stimme, dem Gezwitscher der Vögel, dem Summen der Insekten, den vertrauten Naturgeräuschen, die unser Nervensystem über das Gehör in den parasympathischen **Modus von Ruhe und lebendiger Erregung** überführen.

Auch in unserer modernen akustischen Erfahrungswelt reagiert das Gehör noch in seiner Urfunktion von Warnung und Entwarnung, Aktivierung und Deaktivierung. Das so charakteristisch ungleichmäßige *Plätschern* eines Baches wie auch das ganz gleichmäßig wogende *Rauschen* von Meereswellen: beide akustischen Phänomene mit hochfrequentem Geräuschcharakter haben über das Gehör eine sehr starke stimulierende Wirkung auf das Nervensystem – die einen kann es wunderbar beruhigen und sogar einschläfern, die anderen bringt es in eine nervöse Übererregung, und wieder andere geraten bei diesen anregenden Geräuschen in einen ausgeglichenen ruhigen und hellwachen Gemütszustand, die Balance von Aktivierung und Deaktivierung.

Und mit welcher vegetativen und psychischen Erregung reagieren wir aufgrund der Prägungen des menschlichen Gehörs auf bestimmte Qualitäten von **Gesangsstimmen**, auch auf die unserer eigenen Stimme?

Löst eine bestimmte Art von Lautstärke, Schärfe, Schrilheit oder Anstrengung in einer Stimme Alarm in mir aus? Oder erlebe ich das als Warnung vor einer Gefahr? Ruft da jemand mit größter Anstrengung um Hilfe? Oder droht mir eine Gefahr? Höre ich Angst oder Bedrohung, auf die ich mit Abwehr reagiere? Oder kommt mir die Stimme mit ihrer Kraft oder in ihrer Not zu nah und bedrängt sie mich?

Zumindest könnte es sein, daß manche Eigenschaften einer Gesangsstimme, die wir hören, und manche unterschweligen Eindrücke, die wir beim eigenen Singen haben, derartige archaische Reaktionen in unserm vegetativen Nervensystem auslösen. Und es kann ebenso sein, daß eine unbewußte Angst vor solchen Reaktionen das Gehör vor unliebsamen Überraschungen in erregenden Hörzuständen bewahren möchte und auf die dämpfende Entspannung von vertrauten Gewohnheitsklängen setzt.

Können wir andere Qualitäten einer Gesangsstimme vegetativ auch ganz anders erleben?

- Die anstrengungslose und unforcierte Kraft einer Stimme könnte in mir schlummernde eigene Kräfte wecken, während ich gleichzeitig dem kraftvollen Gesang entspannt lauschen kann, ohne daß ich das Gefühl habe, ich müßte jemand in seiner Not beispringen oder müßte im Kampf ums Überleben mitkämpfen.

- Höre ich an dem Gezwitscher in einer Gesangsstimme, den hohen brillanten Frequenzen, mit denen die Vögel zwitschern, daß da ein Vogel singt, der keine Angst hat, bzw. daß er singt, weil er keine Angst hat? Und signalisieren die sirrenden Grillengeräusche in der Stimme auch mir, daß keine Gefahr droht, daß ich vielmehr gefahrlos und angstfrei meine Ohren den Reizen und Stimulationen der hohen Schwingungen aussetzen kann?

- Hohe dynamische Intensitäten im Klang einer Stimme könnten mit ihren eindringlichen und durchdringenden Qualitäten in meinen Ohren auch die Abwehr-Schallmauer des Gewohnheitshörens durchbrechen, einem Hören, das auf Nummer sicher geht, das sich abschottet gegen zuviel positive, vom Sympathikus gesteuerte Erregung, gegen Überraschung, Herzklopfen, Gänsehaut, Überschwang, Lust.

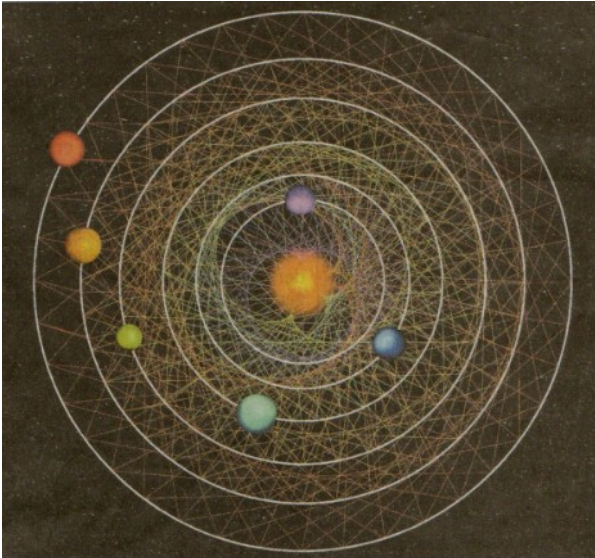
- Wenn unsere Ohren evolutionär dazu angelegt sind, in feinsten akustischen Ereignissen Gefahren zu „wittern“, dann können sie auch an feinsten Schwingungen einer Gesangsstimme spüren, wie offen und sensibel, wie angst- und streßfrei dieser andere, fremde Mensch ist, wie sehr er mit sich in Kontakt ist und wie kontaktfreudig er mit anderen Menschen und mit der Welt ist. Naturgemäß öffnen sich meine schutzlosen Ohren weit für solche Klänge, und ich kann sie ebenso offen und sensibel, angst- und streßfrei nah an mich heranlassen und ihnen mich mit meiner ganzen Empfindungsfähigkeit öffnen.

- Kann ich in einer Gesangsstimme hören, daß der singende Mensch offene Ohren und eine offene Kehle hat, dann könnte ich auch „darüber-hinaus oder darüber-hinein“ einen Raum im Klang und einen Klang-Raum wahrnehmen, der in die Weite geht und der die Atmosphäre von Nähe birgt, einen Raum, in dem sich meine Ohren ausdehnen können in unbegrenzte Weiten und in dem sie ganz dicht und unmittelbar das innere Klanggeschehen erspüren können.

Aus dem Gehör als einem Organ des Gefahren-Hörens kann so ein **Empfindungsorgan** werden, das mit der unerhörten Differenziertheit und Komplexität, die es im frühen Überlebenskampf der Evolution entwickelt hat, auf die feinsten und die intensivsten Schwingungen reagieren und einen unermesslichen Reichtum an Frequenzspektrum aufnehmen und durchdringen kann. Jenseits des Alltagsstresses, der zur Genüge geprägt ist von den Überlebensstrategien der frühen Menschen, kann uns dieser erste Wahrnehmungssinn die Pforten zu Empfindungen höchster Erregung, umfassender Lebendigkeit und tiefster Freude und Lust öffnen.

Alle Welt kann und darf hören, dass ich nichts zu verbergen habe und von mir keine Gefahr ausgeht, und alle Welt kann und darf hören, wie sich ein Mensch fühlt, der den Mut hat, sich im Singen in all seiner Verletzlichkeit und Empfindsamkeit und in all seiner Kraft zu zeigen.

Harmonikale Resonanz in einem Planetensystem, im Klang des Klaviers, im Gesang einer Amsel und im menschlichen Gesang

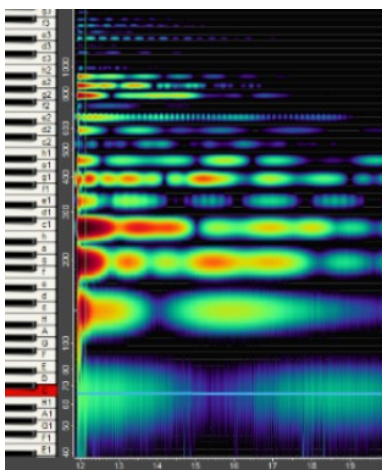


Etwa 100 Lichtjahre entfernt haben Astronomen ein Planetensystem um einen Stern entdeckt, der etwas kleiner als unsere Sonne ist, aber doppelt so alt. 6 Planeten umkreisen den Stern, und zwar "in Resonanz" - also im Gleichtakt. Das ist höchst ungewöhnlich, denn das bedeutet, daß die Umlaufbahnen seit 8 Milliarden Jahren stabil geblieben sind. (Man beachte die im Bild eingezeichneten Kraftlinien zwischen der Sonne und allen Planeten und zwischen den Planeten.) Wenn die Umlaufzeiten in Tagen errechnet werden, ergeben diese Perioden ganzzahlige Verhältnisse, d.h. ihre Beziehungen bilden Resonanzen zur Sonne und untereinander:

2:3 - 3:5 - 5:6 - 6:8 - 8:11 - das ist *harmonikale Resonanz*. Es gibt nicht nur eine Beziehung und ein bestimmtes proportionales Frequenzverhältnis

von den Planeten zur Sonne, sondern auch genaue Proportionen zwischen den Frequenzen der einzelnen Planeten. Die Kraft der Sonne hält die Planeten auf ihrer Bahn, die Kraft wie die periodische Umlaufbahn jedes Planeten stabilisiert ihn selbst und wirkt verstärkend auf die jeweilige Kraft der anderen Planeten.

Die Proportionen in den Frequenzverhältnissen der Planeten entsprechen den ganzzahligen Proportionen eines Klangspektrums. Wenn man die Sonne als den Grundton bestimmt oder,



wie man im Englischen sagt, als "fundamental", dann ergeben sich folgende Frequenzverhältnisse zwischen den Teiltönen von 1 bis 11:

11. Oktave (1:2) - Quinte (2:3) - Sexte (3:5) - Kleine Terz (5:6) -
8. Quarte (6:8) - ~ "Tritonus" (8:11).

In Tonhöhen ausgedrückt:

5. C(1.) - c(2.) - g(3.) - e1(5.) - g1(6.) - c2(8.) - ~ fis2(11.).

Der 11. Teilton liegt zwischen f2 und fis2 auf dem "temperiert" gestimmten Klavier.

2. Links im Bild der das Klangspektrum von 'C' auf dem Klavier:

Der Klang 'C' (die "Sonne") als Grundton (1. Teilton) mit 2. bis 14. Teilton. Der Grundton wird als Tonhöhe angezeigt, klingt aber 4,5 x so leise wie der lauteste Teilton, die 2. Oktave c1(4.). Die Quinte g(3.) ist fast genauso laut wie c1.

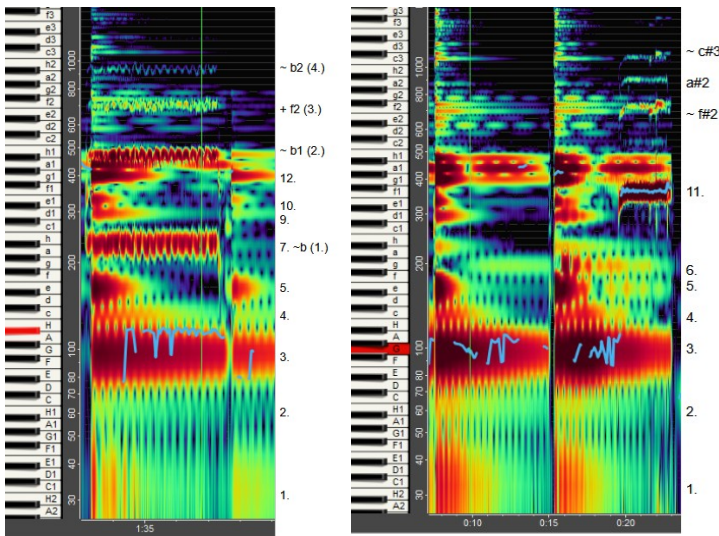
Wenn ich den Planetenklang zum Klang der "Sonne" auf dem Flügel spiele, ist deutlich zu hören, daß das fis2 mit den andern Planetenfrequenzen nicht in Resonanz ist, weil es nicht dem 11. Teilton des Grundtons entspricht. Im Resonanzraum des Klangs im Innenraum des Flügels ist aber deutlich zu hören, daß die Schwingungen der 7 Saiten wechselseitig miteinander reagieren, so daß sich das C-Spektrum verstärkt. Aus dem dissonant klingenden fis2 entwickelt sich durch die Resonanz der schwingenden Saiten hörbar die Modulation fis-g-e, vom nicht resonierenden fis2 ("11. Teilton") zum 12. und dann zum 10. Teilton. Nun sind alle Teilfrequenzen in einer Klanggestalt in Resonanz, so wie im Spektrogramm des Grundtons 'C' (Bild oben).

(Das 'C' ist der tiefste Ton des Cellos und der tiefste Ton eines Basses.)

Wenn ich den Grundton des Klavierklangs noch 1 Oktave tiefer transponiere (Kontrabaß C1), kann ich den 11. Teilton "rein" und in Resonanz zum Klavierklang des 'C1' singen, genauso wie den 7. Teilton, die Septime 'b', einen Ton zwischen 'a' und 'b', den es auf dem Klavier auch nicht gibt.

Das ist die "*verborgene arithmetische Tätigkeit*" (Leibniz) meiner Ohren, die aus dem Spektrum des Klavierklangs den 7. oder den 11. Teilton "errechnet".

Ich muß nur in der richtigen Lage singen und meine auditive Gestaltauffassung über das innere Hören mobilisieren, indem ich mir für die Septime zu dem tiefen C1 im Klavierklang die 2. Oktave (4. Teilton) vorstelle und dann, innerlich gehört, über den 4.-5.-6. Teilton direkt den frequenzgenauen 7. Teilton singen kann (s.u. linkes Bild).



Der Tonhöhenmarker des Overtone-Analyzers zeigt die Oktave unter meinem gesungenen Kleinen B an als virtuellen Grundton. Zu meinem Klang ist noch der 2. und 3. Teilton zu erkennen, wobei mein Quint-Teilton (~ f2) natürlich nicht übereinstimmt mit dem 11. Teilton von C1 bei ~f#2.

Mit dem Grundton meines gesungenen 'b' kann ich also in Resonanz sein mit der Septime von C1, während es in meinem Spektrum Divergenzen zum Spektrum von C1 gibt.

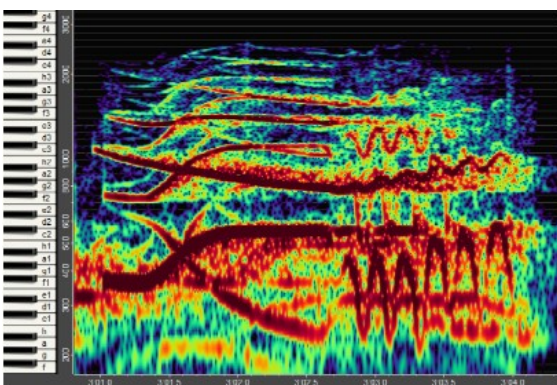
Im rechten Bild ist im linken Spektrogramm nur der Klavierklang von C1 zu sehen. Für meine Ohren klingt das C1

so tief und so verschwommen daß ich keine Tonhöhe erkennen kann, obwohl es ein sehr sonorer und markanter Klang ist. Interessanterweise "sucht" auch der Tonhöhenmarker nach der richtigen Tonhöhe, wie man an den blauen Linien im Bereich von G (3. Teilton) sehen kann, dem lautesten tiefen Ton im Spektrum. Der Grundton und die Oktave werden im Spektrogramm kaum angezeigt. Insofern entspricht das Spektrogramm meiner akustischen Wahrnehmung, da ich auch den Grundton nicht erkennen kann.

Nachdem ich mich grob am Klavier orientiert hatte, wo fis1 und f1 liegen, habe ich zum C1 im Klavierklang spontan den 11. Teilton gesungen (rechtes Spektrogramm) und erstaunlicherweise frequenzgenau getroffen, wie ich dann im Spektrogramm überprüfen konnte. Während des Singens hatte ich keine Ahnung, ob es der 11. Teilton ist, und habe kurz zur Überprüfung das f2 und das fis2 auf dem Klavier angeschlagen. Wie oben zu sehen ist, liegt mein 11. Teilton genau dazwischen.

Und noch ein interessantes Phänomen ist im Spektrogramm zu erkennen. Aus der Resonanz von Klavierklang und meinem Stimmklang hat sich ein Kombinationsklang ergeben, der in meinem Klang, allein gesungen, gar nicht auftauchen würde, nämlich das a#2 zwischen dem 2. und dem 3. Teilton. Das ist die Terz zu ~fis1, die im Spektrum eigentlich erst bei a#3 als 5. Teilton liegt.

Amselgesang: harmonikale Resonanz von (1) : 2 : 3 : (5) und von 7 : 9 : 11



In einem Amselgesang habe ich folgendes hochkomplexe Motiv entdeckt, einen 2-stimmigen Klang in der Quinte c2/g2 mit 2 Kombinationstönen, die durch sich selbst verstärkende Resonanz aus der Glissandobewegung der 2 Stimmen entstanden sind, c1 und e3. (Tonhöhe 8x verlangsamt)
Die obere Stimme gleitet von c3 nach g2 und die Unterstimme von f1 nach c2, also ein Gesang aus der Quinte f/c in die Quinte c/g. So bildet sich durch dynamische Resonanz das Spektrum c1(1.) : c2(2.) : g2(3.) : e3(5.).

Jede Stimme wird für sich in einer Membran der Doppelsyrinx erzeugt und beide Schwingungen bilden in der Luftröhre direkt über der Syrinx einen gemeinsamen 2-stimmigen Klang. Jede der 2 Stimmen hat ihr eigenes Spektrum mit einer spezifischen Frequenzstruktur und einem eigenen Resonanzraum. Die Oberstimme gleitet kontinuierlich eine Quarte abwärts, während die Unterstimme direkt aus einem Resonanzraum (Quinte f/c) in die höhere Quinte (c/g) gleitet. In der gegenläufigen Glissandobewegung wirken beide Spektren wechselseitig aufeinander,

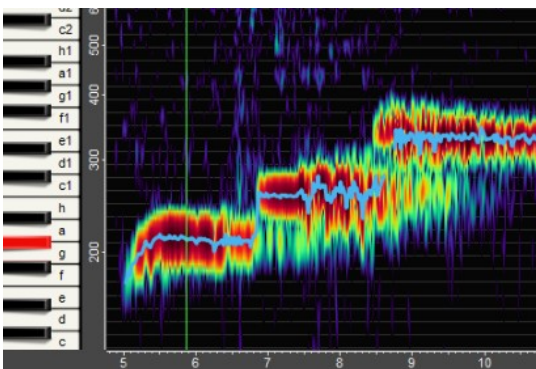
korrespondieren und korrelieren miteinander, durchdringen und durchkreuzen sich gegenseitig. Durch diese dynamische Wechselwirkung im Raum (Klanginnenraum im Raum einer Röhre = stehende Wellen) bilden sich 2 weitere Klänge mit einem eigenen Spektrum, 2 Kombinationsklänge - ein *Emergenzphänomen*.

Der eine ist ein Glissando von f2 nach c1 und der andere ein Glissando von f3 nach e3.

Im Zusammenklang am Ende des Motivs bildet der untere zur Quinte c/g (2:3) den Differenzton c1 (3-2=1), also den 1. Teilton, und der obere, die Quinte g2, den Summationston e3 (2+3=5), also die Terz als 5. Teilton. Alle 4 Spektrumsräume bilden in der Proportion 1:2:3:5 zusammen *einen* Raum, *eine Klanggestalt*, eine *klingende Möbius-Schleife*, wie ich sie genannt habe.

Das ist keine Psychoakustik, wie es in den Akustik-Lehrbüchern steht, sondern realer meßbarer physikalischer Klang, der von mir zum ersten Mal analysiert und dokumentiert wurde.

https://www.entfaltungderstimme.de/pdfs/Klangkosmos/Amselgesang-7.6.2_klingende-Moebius-Schleife.pdf



7 : 9 : 11 als eine Melodie

In einem Amselgesang aus England hörte ich (8x verlangsamt) in einer Strophe ein Melodiemotiv, einen eigenartigen, aber zauberhaft klingenden Dreiklang:

gis - c - e (c und e mit Triller).

Als ich die Frequenzen ausrechnete, stellte ich fest, das es kein Dur-Dreiklang (4:5:6) war, wie auch zu hören war. Es war aber auch kein übermäßiger Dreiklang mit 2 Großen Terzen, wie man von den drei Tonhöhen her annehmen könnte (auf dem

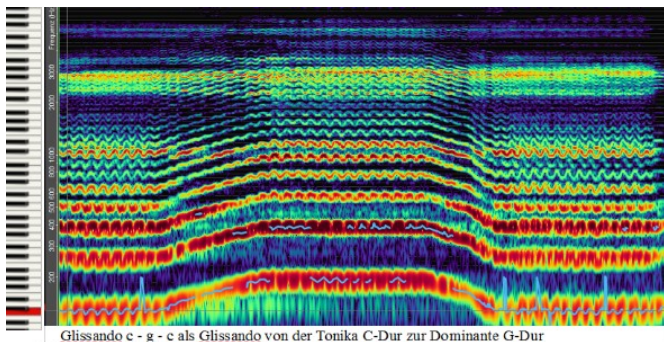
Klavier gespielt). Die drei Klänge bilden im Zusammenklang, wunderschön variabel gestaltet, die Proportion: 7 : 9 : 11.

Der übermäßige Dreiklang ist in der klassischen Musik einer der schärfsten und heftigsten Klänge, der mit 3 Tönen gebildet werden kann, weil er die physikalische Ordnung der Klänge aufbricht, den proportional strukturierten Raum einer Oktave (4:5:6:8). Die Oktave wird linear und nicht logarithmisch aufgeteilt in drei Große Terzen: c-e-gis/as-c, so daß dieser Dreiklang beliebig umkehrbar wird, was im Ohr eine große Spannung und Intensität auslösen kann. Diesen Dreiklang zu singen, ist sehr schwer. Man muß ihn regelrecht üben und jedesmal im Kopf (Großhirn) bewußt neu konstruieren. Dafür ist unser Ohr nicht gebaut, was allerdings auch seinen eigenen Reiz hat, und weshalb er in der Musik eine große Wirkung erzielt.

Was für ein Wunderwerk der Natur ist dagegen diese Dreiklangsmelodie der Amsel (Dauer 0,7 s)! Sie singt nicht einfach eine Folge von 3 Tönen mit einer bestimmten Tonhöhe, sondern jeder Klang ist in sich variabel gestaltet, auch mit Trillern und unterschiedlichem Vibrato. In der Proportion von 7:9:11 bewegen sich die Klänge in einer Matrix, korrelieren und korrespondieren miteinander, verstärken sich gegenseitig und erzeugen so mehr "freie" Energie, eine Energie, die in ihrer Effizienz das Nervensystem des Sängers stimuliert wie auch das der potentiellen Adressatin, des Weibchens (und ganz nebenbei sogar auch noch mein vegetatives Nervensystem und darüber hinaus auch mein wertendes Schönheitsempfinden).

nächste Seite: Harmonikale Resonanz im menschlichen Gesang

Harmonikale Resonanz im menschlichen Gesang - Quinte 2:3



Spektrogramm eines Glissandos c-g-c als Glissando aus der Tonika C-Dur in die Dominante G-Dur und wieder zurück

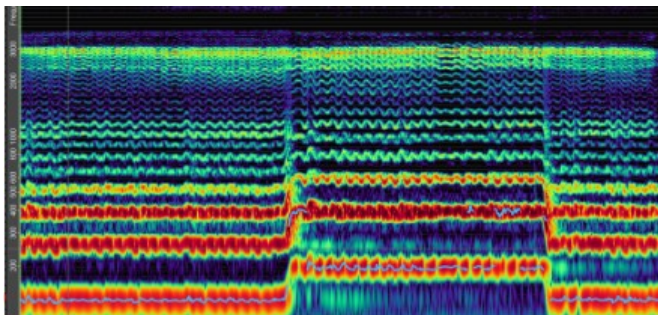
Grundton 'c' mit vollem Spektrum bis zum 10. Teilton e3 (intensiver 3. Teilton, Quinte g1)
 Grundton 'g' mit vollem Spektrum bis zum 9. Teilton a3 (2. Teilton lauter als Grundton und hohe Intensität bei 5. und 6. Teilton, Terz / Quinte)

Korrelationen im Spektrum von 'c' und 'g' - 2:3 = *Quinte*:

3. Teilton (Quinte g1) = 2. Teilton (Oktave) - 9. Teilton (None d3) = 6. Teilton (Quinte - 9:6 = 3:2)

Brillanz bei 2500-3000 Hz: der Effizienzregler im selbstorganisierten "System Klang" - energiereiche Verdichtungen (Formant) im hohen Frequenzspektrum unabhängig von Tonhöhenveränderungen und Vokalfarbe

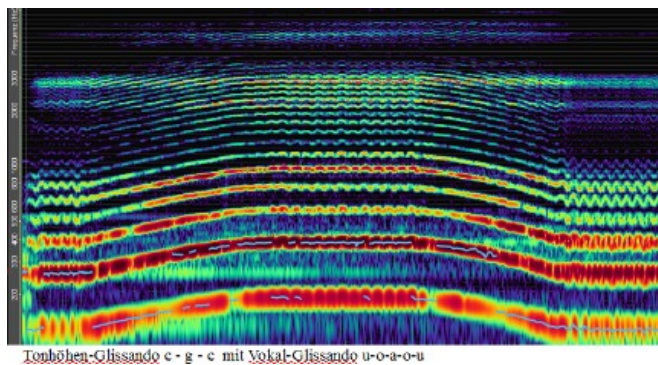
Effiziente Koordination und Korrelation bewirkt "freie" Energie (geringer Aufwand mit optimalem Kraffteinsatz), die wiederum als synergetischer "Ordner" im Klangprozeß eine wechselwirkende Ausbalancierung aller Kräfte befördert.



Quinte c / g / c als Intervall - gleiche Korrespondenzen in den Quint-Korrelationen -

3. Teilton (c) = 2. (g) und 9. Teilton (c) = 6. (g)

Modulation von "C-Dur" nach "G-Dur" mit der Orientierung an der durchgehend klingenden Quinte G (und der Doppelquinte, der None D - 2:3 = 6:9)



Tonhöhen-Glissando c-g-c in Kombination mit einem Vokal-Glissando u-o-a-o-u

Der Klang bleibt im Glissando im Spektrum von "C-Dur", in einer Matrix von Frequenzproportionen, von 'c' als Grundton in die Quinte ("C-Dur") und gleitet weiter in ein voller klingendes Spektrum mit 'c' als Grundton und dem markant klingenden "C-Dur-Dreiklang" bei c2 / e2 / g2 (4 : 5 : 6)

Quinte als Klanggestalt

Die Quinte ist zum Grundton der 2. "Oberton" nach der Oktave (Grundton „C“, Oktave „c“ und Quinte „g“). In Teiltönen dargestellt ist der Grundton „C“ der 1. Teilton, die Oktave „c“ der 2. Teilton (Verhältnis 1 : 2) und die Quinte „g“ der 3. Teilton (Verhältnis 2 : 3). Schwingt z.B. ein Grundton mit 100 Hertz, dann schwingt die Oktave doppelt so schnell, also mit 200 Hz und die Quinte mit 300 Hz. In dem klingenden Ton „C“ schwingt also immer die Quinte „g“ in der 1. Oktave (g1) mit, wie natürlich auch in den weiteren Oktaven darüber. Die Quinte als "Oberton" eröffnet also die *unendliche Reihe der "Obertöne"*. So könnte man die Quinte als Tor zum ganzen Spektrum der "Obertöne" bezeichnen, je höher umso dichter und gleichzeitig umso feiner bis ins Unhörbare hinein. In älteren Zeiten der Musik wurde sie nicht von ungefähr die „göttliche“ Quinte genannt.

Wenn schon in jedem Ton die Quinte als "Oberton" mitklingt, so wird sie noch deutlicher wahrnehmbar, wenn ich den entsprechenden Ton markanter als Grundton singe, so wie auch der gesungene Ton deutlicher als Grundton hörbar wird, wenn die Quinte im Grundton markanter als "Oberton" erscheint.

Singe ich die **Quinte als Intervall** („c - g“ oder „g - c“) oder als Intervallfolge („c – g – c“ oder „g – c – g“), so könnte ich sie natürlich als ein Intervall oder eine Intervallfolge von zwei *unterschiedlichen Tonhöhen* singen. Das wäre allerdings musikalisch und klanglich wenig sinnvoll, und für den Singenden ist es eher anstrengend, von einem tieferen zu einem höheren Ton zu singen, wie es für den Zuhörenden eher bemüht klingt.

Singe ich dagegen die Quinte „c-g“ als ein Intervall vom Grundton zur Quinte und nicht als ein Intervall von einem (Grund)ton zu einem anderen, höheren (Grund)ton, so kann ich in *einem* Klangspektrum bleiben, und für den Singenden wie für den Zuhörenden steht nicht die Tonhöhen-Veränderung im Vordergrund, sondern mehr die *Modulationen* und *Umschichtungen* im Klangspektrum, was viel interessanter und geheimnisvoller, einfacher und komplexer sein kann als die simple *Information* der Tonhöhenveränderung.

Vor allem für unser *Ohr bzw. Gehirn* ist es viel interessanter und erregender, wenn im gesungenen Quint-Intervall der Eindruck entsteht, daß ein *Klanggeschehen gleichzeitig gleich bleibt und sich verändert*, daß ein Klangereignis zugleich ganz präsent und ganz indirekt, hintergründig erscheint, daß es sich eben um einen *Prozeß* handelt und nicht um eine *lineare Folge von Informationen*.

In dem „*Klangprozeß*“ des Intervalls Grundton-Quinte entsteht eine *Polarität von Kontinuität und Entwicklung*, zwei Polaritäten, die wechselseitig aufeinander wirken, sowohl im Singen, also im Entstehungsprozeß des Klangs, als auch im Wahrnehmungsprozeß des Klangs, für den Singenden ebenso wie für den Zuhörenden.

Je mehr ich mich im Singen an der *Kontinuität im Klangspektrum* orientiere, umso leichter und komplexer kann sich der Klang im Intervall entwickeln, und je weniger ich nur eine schlichte Tonhöhenveränderung vollziehe, umso weniger Bemühen und Manipulation werden notwendig für den „*Wechsel*“ von einem Ton zum anderen.

Je mehr ich im Singen an der *Entwicklung und Entfaltung des Klangs* interessiert bin, umso einfacher zeigt sich im Intervall ein durchgehendes, *einheitliches Klanggebilde - eine Klanggestalt*, und je weniger ich die unterschiedlichen Töne des Intervalls angleiche und den „*Tonschritt*“ kaschiere, umso mehr durchdringen und ergänzen sich die beiden „*Stufen*“ des Intervalls, Grundton und Quinte.

Die Tonhöhenveränderung muß so weder „geschmiert“ klingen (man könnte es dann auch als Portamento durchgehen lassen), noch muß der höhere Ton neu „angesetzt“ werden.

Ganz im Gegenteil sind in diesem Klangprozeß zum einen die Tonhöhen hinreichend voneinander unterschieden, und zum andern klingt das Intervall selbstverständlich und als sinnvoll zusammenhängend.

Für den *Wahrnehmungsprozeß* während des Singens bedeutet das:

Im Grundton „c“ ist schon die Quinte „g“ vorzuhören, in der Quinte klingt der Grundton noch nach und im Grundton „c“ dann wiederum die Quinte „g“. Als gäbe es im Grundton einen Widerhall der Quinte und in der Quinte ein Nachhallen des Grundtons, vielfältige *Echos im Klangraum* des Intervalls.

Oder anders gehört: In der Folge Grundton-Quinte-Grundton kann die Quint-Klangschicht im Frequenzspektrum kontinuierlich wahrgenommen werden. Als gäbe es im Gesamtklang ein feines, *helles Klangband*, das im Klanggeschehen durchgängig aufscheint.

Der Grundton mit seinen unzähligen Obertönen erklingt in seinem vollen, farbigen Spektrum und die Quinte erscheint weniger als höherer Ton, sondern eher als ein helleres spezifisches Teilspektrum des Grundtons. Als würden die Quint-Teiltöne des Grundtons *fokussiert* hervorgehoben, so daß die Quinte in *silbernem Glanz* zu erstrahlen scheint.

So wird die Quinte zum *Tor für die Brillanz* im Klang der Stimme.