

Musikalische Wahrnehmung und Bewusstsein



Abb. 1: Das Gehirn nimmt mehr als die Hälfte des Kopfes ein. Zugleich befinden sich im Kopf die wichtigsten Sinnesorgane: Sehen, Hören, Riechen, Schmecken, Fühlen, Tasten (Zunge). Sehr gut sind die hirnvorsorgenden Gefäße zu erkennen.

Bewusstsein und Materie

Über die Wahrnehmung von Musik sind in den letzten 2 Jahrhunderten mindestens ebenso viele Bücher geschrieben worden als Jahre vergangen sind. Am Anfang waren es nur Mutmaßungen; später konnten wissenschaftliche Erkenntnisse manche bereits gemachten Erfahrungen belegen und neue Untersuchungsmethoden eröffneten neue Betrachtungsweisen, die von verschiedensten Fachgebieten in ihre Arbeit einbezogen wurden – in der Musik-Psychologie, in der Gehörs-Physiologie, in der Gehirnforschung und in der neuronalen Gehirnforschung, in Bereichen der Medizin und in Bereichen der Naturwissenschaften.

Was ist aber Bewusstsein? Hier gibt es heute noch wenige Antworten, lange blieben sie den Religionswissenschaften, der Philosophie, der Psychologie und den Esoterikern vorbehalten, bis die Bewusstseinsforschung sich ernsthaft dieser Sache annahm.

Auch die Physiker beschäftigen sich mit Bewusstsein. So konnte ich im Februar dieses Jahres beim Stöbern im Internet eine Stellungnahme lesen, in der Prof. Sean M. Carroll, Astro-Physiker und Mitglied der American Physical Society, sich folgendermaßen ausdrückte:

„Von den Gesetzen der Physik und der Quantenphysik her könnte das Bewusstsein, Geist oder Seele – wie immer wir es nennen wollen – den Tod nicht überleben.“

Und er fährt fort:

„Unser Bewusstsein müsste eine eigene immaterielle Entität aus „Geisterteilchen“ sein, die völlig losgelöst von unserem materiellen Körper existiert.“

Diese „immaterielle Entität“ ist mit den Gesetzen der Physik und derzeitigen Kenntnissen nicht nachweisbar. Demnach müssen wir zunächst davon ausgehen, dass Bewusstsein an lebende Materie gebunden ist. Man müsste nun genau definieren, was lebende Materie ist.

Man kann nur mit Sicherheit sagen, dass Leben an Materie gebunden ist. Es bedarf bestimmter Konstellationen, damit Materie „Lebensfunktionen“ hat. Bestehen solche Konstellationen nicht oder nicht mehr, dann erlöschen die Lebensfunktionen – die Materie aber bleibt bestehen. Was geschieht dann mit dem „Leben“? Ist es eine Kraft, die unabhängig von Materie existieren kann? – Dann müssten ihm quantenphysikalisch Teilchen zugeordnet werden, sogenannte „Geisterteilchen“. Diese aber sind mit unseren technischen Möglichkeiten nicht nachweisbar.

So gesehen ist auch Bewusstsein, losgelöst von Lebensfunktionen der Materie, ebenfalls nicht nachweisbar. Wir müssen uns damit begnügen, Bewusstsein nur im Zusammenhang mit „belebter“ Materie erfassen zu können. Was jenseits davon sein mag, eine von „Geisterteilchen“ erfüllte Eigenwelt, ist vorläufig Sache der Spekulation.

Was ist Bewusstsein? – Wenn wir von Bewusstsein oder gar von Unterbewusstsein sprechen, so meinen wir etwas, was mit unseren Denkvorgängen in Zusammenhang steht. Das Denken produziert Gedachtes, vielleicht auch Geist – etwas, das, wenn es kommuniziert wird, sich verselbständigen kann. Und dieser Vorgang findet im Gehirn statt. Wenn wir aber über Bewusstsein nachdenken, und dazu benutzen wir unser Ich-Bewusstsein, mit dem wir unsere Gedankenwerkstatt in Betrieb setzen, dann denkt unser Bewusstsein über sich selber nach und über das Organ, das es produziert.

Das ist ein Dilemma, wir drehen uns im Kreis. Wir können ihm nur dadurch zu entgehen versuchen, indem wir uns so objektiv wie möglich das Organ betrachten, das die Fähigkeit hat, über sich selber nachzudenken – unser Gehirn.

Wunderwerk Gehirn

Ein totes, entnommenes Gehirn sagt noch nicht allzu viel aus. Von oben gesehen ist es deutlich in zwei Teile geteilt, in eine rechte und eine linke Gehirnhälfte. Der Vergleich mit einer geöffneten Walnuss mit ihren beiden gefurchten Keimblättern drängt sich unwillkürlich auf. (Bild 2)

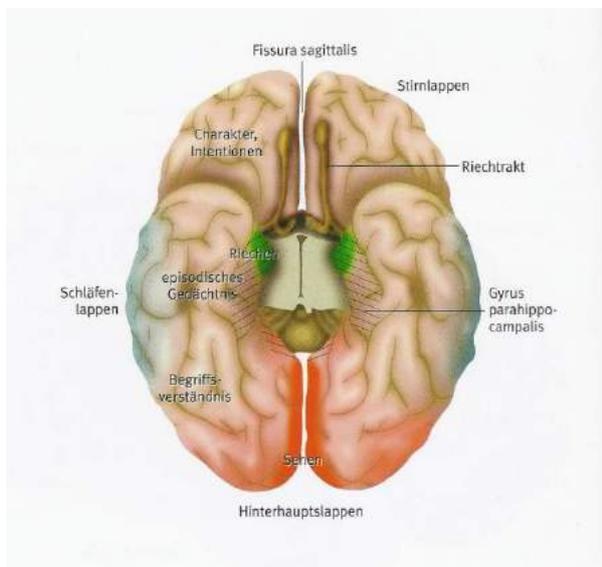


Abb. 2: Gehirn von unten her gesehen

Über die Fähigkeiten und Funktionen der beiden Gehirnhälften ist sehr viel geschrieben worden, und eine bestimmte Einteilung scheint sich zu bestätigen: die linke Hälfte bevorzugt das analytisch-logische Denken, die rechte Hälfte reagiert besser auf emotionelle Wahrnehmung. Das entspricht auch dem menschlichen Typus: halten Sie das Handy ans rechte Ohr? – Dann sind Sie eher ein kühl analytisch-logisch denkender Mensch. Bevorzugen Sie das linke Ohr zum Hinhören, dann sind Sie empathischer und auch eher emotionell reagierender Mensch. Denn der Input in das Gehirn geht über Kreuz: rechtes Ohr – linke Gehirnhälfte, linkes Ohr – rechte Hälfte. Mit den Augen ist es genau so: die Sehnerven kreuzen im Mittelhirn. Doch, wie sich zeigen wird, sind die Zuordnungen keineswegs absolut.

Ein Schnitt von oben nach unten durch den sogenannten „Balken“ oder „Brücke“ trennt die beiden Hälften, die beinahe spiegelsymmetrisch einander gegenüberstehen. Das Stammhirn bildet die eigentliche Mitte: von ihm geht das Rückenmark aus, das die Nervenleitungen in alle Bereiche des Körpers in sich zentriert. Diese Leitungen sind große Nervenzellen, deren Ausläufer (Axone) bis zu 1m lang werden können, also tatsächlich den elektrischen Leitungen ähnlich sind, indem sie an ihren Enden, den Schaltstellen (Synapsen) elektrische Spannungen über chemische Umwandlung weitergeben.

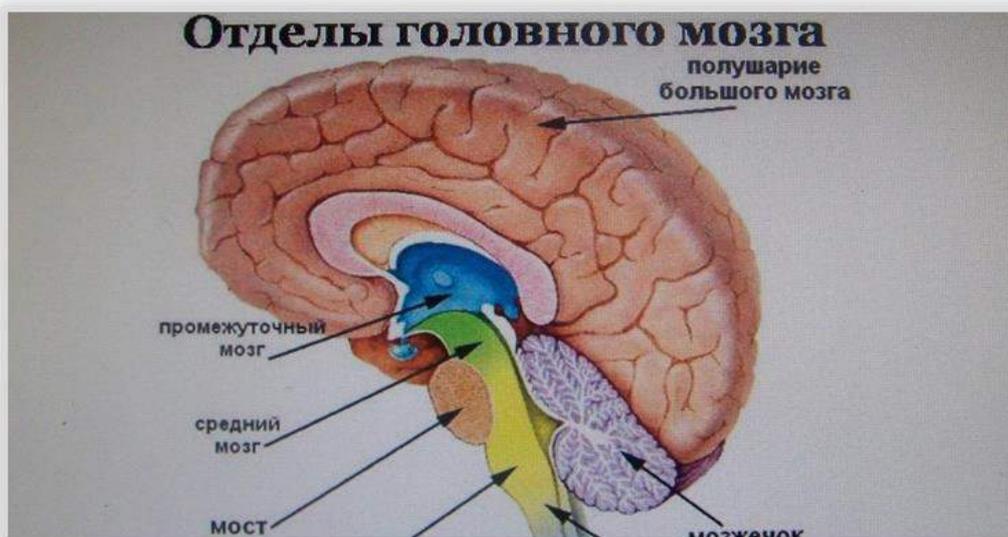


Abb. 3: Querschnitt durch das Gehirn: blau: Zwischenhirn mit Thalamus, darüber rosa: Balken, grün: Mittelhirn, darunter orange: Brücke, gelb: Stammhirn, lila: Kleinhirn (МОЗЖЕЧОК = „Gehirnchen“) und Großhirn.

An das Stammhirn ist das Kleinhirn (Cerebellum) angeschlossen, es ist zweiteilig und liegt hinten unter dem „Großhirn“. So klein es ist, hat es doch eine große Oberfläche, weil es sich im Inneren wie die Sprossen eines Blumenkohls verzweigt und nach außen geschlossen wirkt. Seine beiden Teile sind, um beim Blumenkohl-Beispiel zu bleiben, über „Stiele“ mit dem Hirnstamm verbunden. Im Grunde ist das Kleinhirn eine verkleinerte Abbildung des Großhirns. In ihm spielen sich schon die wesentlichsten Bewegungsabläufe ab, auch das Gleichgewicht wird hier geregelt – seine Informationen erhält es aus dem Vestibular-Organ aus dem Innenohr, das direkt an die Gehörknöchelchen angeschlossen ist. Alles, was wir tun, geschieht über das Kleinhirn. Es steht mit dem Großhirn ständig in Verbindung, alle Informationen, die von dort kommen, werden über die „Olive“, einem kleinen Organ am Hirnstamm koordiniert. So können wir unsere im Großhirn verarbeiteten Prozesse über das Kleinhirn sofort in die erforderlichen Bewegungen überführen, wie beispielsweise beim

Sprechen wie auch beim Essen, besonders beim Spielen eines Instruments oder bei der Eingabe von Daten und Befehlen am PC oder am Smartphone.

Am Stammhirn befinden sich auch die Organe des Zwischenhirns wie Thalamus und Hypothalamus. Der Thalamus - er umschließt das Stammhirn beidseitig wie ein Kragen - arbeitet wie eine Schaltzentrale: er gibt die von außen kommenden Informationen der Sinnesorgane weiter, er verbindet das limbische System mit Großhirn und Kleinhirn, andererseits ist das limbische System, das den gesamten Zwischenhirnbereich umgibt, über den inneren Teil der Großhirnrinde, dem Assoziations-Cortex, direkt mit ihm verbunden. Das limbische System, unter dessen Organen die Amygdala zu erwähnen ist, ist allgemein für die Gefühlssteuerung verantwortlich. Es arbeitet sehr viel schneller als das Großhirn und gibt, z.B. in lebensbedrohenden Situationen, seine Informationen direkt an das Kleinhirn weiter. Man sagt, dass bei Entscheidungsfindungen das limbische System schon längst reagiert hat, bis das Großhirn seine Denkarbeit überhaupt aufnimmt: Entscheidungen „aus dem Gefühl heraus“ werden vom Großhirn deshalb meistens nur nachvollzogen.

Das Großhirn selbst wölbt sich über Zwischenhirn und Kleinhirn und nimmt den größten Teil des Schädelinnenraums ein. Die seitlich liegenden Teile heißen Schläfenlappen, der mittlere Teil wird aufgeteilt in Stirnlappen, Scheitellappen und Hinterhauptslappen. (Bild 4)

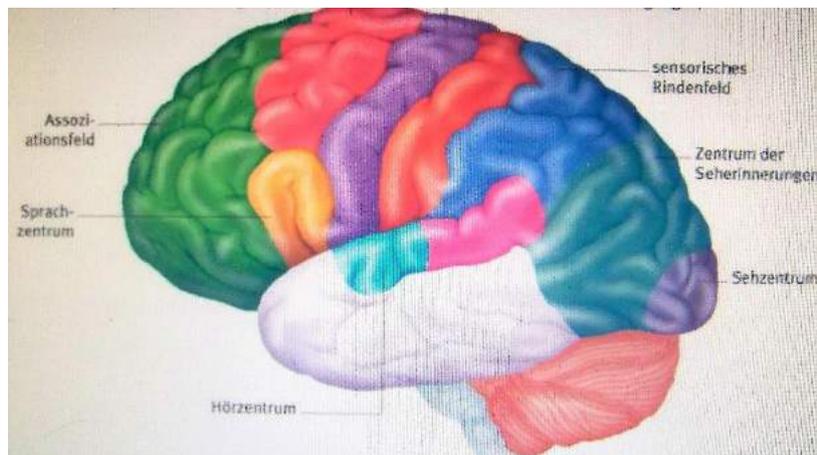


Abb. 4: linke Gehirnhälfte mit Stirnlappen (links), Scheitel- und Hinterhauptslappen, darunter Schläfenlappen

Schon früh konnten Aussagen gemacht werden, was sich in Teilbereichen der Hirnlappen abspielen könnte. So ist das Sprachzentrum im linken Stirnlappen zu finden (Broca-Areal), das auditive Zentrum im oberen Bereich der Stirnlappen, das Sehzentrum im hinteren Bereich der Hinterhauptslappen, und Körperempfindung im vorderen Bereich des Scheitellappens. Wie aber war das möglich? – Anatomische Untersuchungen konnten nur am toten Gehirn vorgenommen werden, doch Ausfallerscheinungen beim lebenden Menschen gaben Hinweise darauf, dass Teilbereiche des Gehirns gestört waren. Diese konnte man dann nach dem Tod beim Sezieren feststellen. So war bei einem Ausfall der Sprache meist das Broca-Areal im Bereich des linken Stirnlappens betroffen, bei einem Ausfall des Hörverständnisses (Amusie) wurden Schäden am rechten Schläfenlappen verantwortlich gemacht. Das war so, weil man glaubte, dass Sprache mit ihrer Logik in der linken Hälfte, Musik aber mit ihrer Emotionalität in der rechten Hälfte beheimatet sein sollten. Und als man schließlich herausfand, dass Gehirnaktivitäten mit auf Grund unterschiedlicher elektrischer Potentiale im Millionstel-Voltbereich messbar waren, konnte man mit Hilfe von Elektroden im Kopfbereich (Elektroenzephalogramm) gezielte Untersuchungen vornehmen. Dazu musste der Schädel nicht geöffnet werden, und die Ergebnisse waren aussagekräftig,

aber nicht präzise. Wollte man zu präzisen Ergebnissen gelangen, so mussten die Elektroden am frei gelegten Cortex angelegt werden. Dies wurde auch benutzt, um bei Operationen bestimmte Zentren nicht zu gefährden, dazu blieb der Patient bei Bewusstsein und konnte reagieren – man darf dabei nicht vergessen, dass das Gehirn selbst keinen Schmerz empfindet. (Bild 5)

Ergebnislose Haussuchung bei Hitler



Zu Abb.5: Th. Th. Heine, im *Simplicissimus* 1930 (!): Ergebnislose Haussuchung bei Hitler: „Merkwürdig, mit wie geringen Mitteln sich so viel Unheil anrichten lässt!“

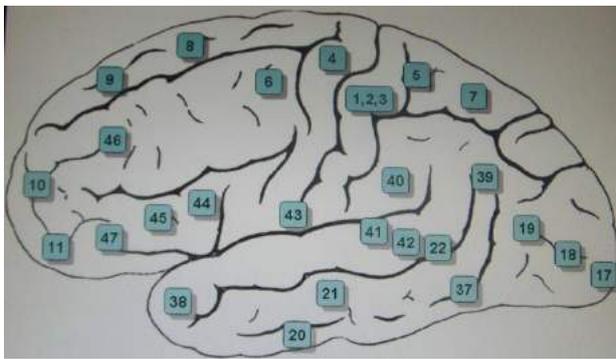
Dabei kam man zu der Erkenntnis, dass sich Gehirnaktivitäten nicht auf rechte oder linke Gehirnhälfte verteilen lassen, sondern dass verschiedene Areale rechts und links bei einer bestimmten Funktion tätig sind. Auch können rechte Areale die Aufgaben von linksseitigen Arealen übernehmen: Das zeigt sich bei Ausfällen nach einem Schlaganfall. Allerdings braucht es einige Zeit, bis die gegenüberliegende Gehirnhälfte diese Aufgaben übernehmen kann - sie muss Schritt für Schritt neu lernen und sich umstellen. Es ist kaum glaublich, was das Gehirn alles kann! – Bei einem Vortrag von Prof. Manfred Spitzer wurde eine CT-Aufnahme eines Querschnitts durch einen Kopf gezeigt – die Hirnschale war bis auf ein paar Ränder völlig leer! Und doch lebte der Besitzer dieses Gehirns völlig beschwerdefrei und führte ein normales Leben und wusste nichts von der ungewöhnlichen Größe seines Gehirns.

Oder ein anderes Beispiel: Einem kleinen Mädchen in Holland musste eine Gehirnhälfte entfernt werden. Es wuchs also nur mit einem halben Gehirn auf, spricht jedoch fließend seine Muttersprache Türkisch und ebenso Niederländisch und ist sogar überdurchschnittlich intelligent!

Das ist heute nicht mehr als Wunder zu betrachten. Denn die Nervenzellen im Gehirn, die Neuronen, haben die Fähigkeit, sich neu zu vernetzen, wenn die Situation es erfordert und neue Lernprozesse notwendig werden. Es können sogar neue Nervenzellen entstehen, und, wie es sich gezeigt hat, ist das Gehirn in einem ständigen Umbauprozess, weil ständig neue Informationen, neue „Inputs“ hereinkommen. Unser Gehirn ist also recht beweglich, es verkalkt nicht. Man nennt diesen Prozess „Neuroplastizität“.

Sehen wir uns dieses Wunderwerk Großhirn näher an. Die Oberfläche seiner beiden Teile ist etwa 1800 cm groß, das entspricht etwa der Fläche eines Taschentuchs mit 43 cm Kantenlänge. Da die Oberfläche gefurcht ist, passt sie mit dem darunterliegenden Cortex gut in den Kopf hinein.

Mit Hilfe der Positronen-Emissions-Tomographie (PET) können auf einfache Weise die aktiven Bereiche an der Großhirnrinde sichtbar gemacht werden. Dazu werden mit Positronen angereicherte Substanzen in die das Hirn versorgenden Blutgefäße gebracht und verteilen sich am Cortex. An Stellen mit erhöhter Aktivität verstrahlen die Positronen mit freien Elektronen und machen sich dadurch bemerkbar. So hat man ganze Landkarten von der Cortex-Oberfläche erstellen können, um festzuhalten, an welchen Stellen bestimmte Tätigkeiten des Gehirns abgebildet werden. (Bild 6a,b)



Areale links, von außen: 41 und 42: Hörrinde I u. II

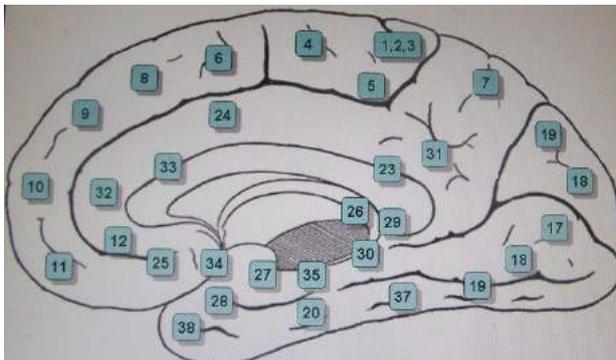


Abb. 6b: Areale links, mittig, 17: Sehrinde

Auf diese Weise konnte man den Cortex in 47 Areale einteilen*). 40 von ihnen, also der größte Teil, gehören dem Isocortex an. Das heißt, dass die meisten Areale völlig gleichartig (isos = gleich) aufgebaut sind: Sie bestehen aus 5 Schichten Nervenzellen und einer Schicht „weißer Substanz“.

Die anderen übrigen 7 Areale werden dem Allocortex zugerechnet. (allos = anders). Der Allocortex besteht ebenso aus komplexen Schichten mit Nervenzellen, die jedoch auch mehrschichtig als 5 sein können und mit dem limbischen System in Verbindung stehen.

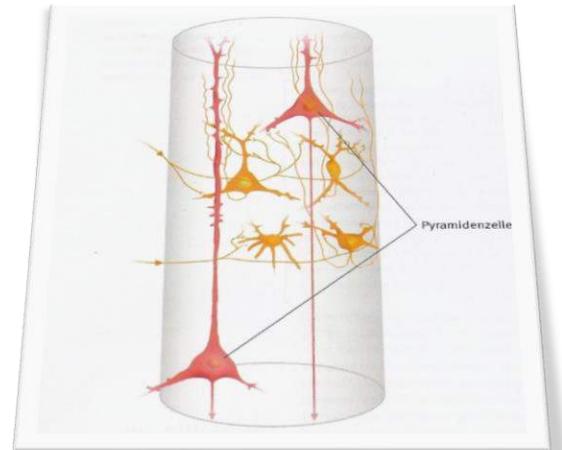
*) Der Münchner Neuro-Anatom Korbinian Brodmann hatte eine ähnliche Karte bereits 1909 erstellt, damals noch mit 52 Arealen, von denen einige symmetrisch auftraten, z.B. 23a und b. So wurden dann die Areale auf 47 reduziert.

Auf der unteren Seite gehen die Schichten des Cortex in den Assoziationscortex über, wo der Austausch von Informationen, auch in Verbindung mit dem limbischen System stattfindet. Man kann sich das vorstellen wie einen Strauß von Blumen (die Cortex-Areale), die mit ihren Stängeln (dem Assoziationscortex) in das Wasser (limbisches System) der Vase (Schädelbasis) tauchen.

Jeder einzelne Stängel enthält dazu eine Vielzahl an auf- und absteigenden Gefäßen. So müssen wir uns das innere der Iso- und Allocortex-Areale vorstellen: in ihnen befinden sich 0,25 mm dicke Säulen aus Nerven- und Gliazellen, die sich durch alle Schichten hindurchziehen (Bild 6).

Auf die bekannte Cortex-Oberfläche von 1800 qcm umgerechnet wären das über 700.000 solcher Nervensäulen (Columnae, cortical columns), die alle miteinander in Verbindung stehen:

- über die Assoziationsfasern im Assoziationscortex
- über das limbische System
- über den Balken mit der anderen Hemisphäre.



Man kann sich vorstellen, dass hier nicht nur einzelne Areale tätig sind, sondern durch den Austausch viele von ihnen. Die Neuronen, die Nervenzellen (Pyramidenzellen) im Inneren der Säulen, werden immer wieder aktiviert und feuern. Sie produzieren Informationen und tauschen sie miteinander aus, sie nehmen Reize von außen auf und verarbeiten sie, und das zu jeder Sekunde, Tag und Nacht. Sie produzieren ihre eigene Welt.

So kommen manche Philosophen zu dem Schluss, dass unser Bild von der Welt keine Repräsentation der Wirklichkeit ist, sondern eine vom Gehirn produzierte Illusion.

Auditive Wahrnehmung

Und doch! – Nachweislich gibt es Areale, die auf bestimmte Eingaben und Reize immer auf gleiche oder zumindest ähnliche Weise reagieren. Denn sonst wären unsere Sinnesorgane überflüssig. Wir nehmen die Welt auf, wie wir sie sehen, hören, riechen, ertasten und empfinden. Und so gibt es für alles dies auch Zentren im Gehirn. Wir beschäftigen uns mit dem auditiven Zentrum, und wie wir Töne wahrnehmen. Und das bietet Überraschendes.

Schon auf dem Weg dorthin. Die Schallwellen kommen durch das Trommelfell in die Paukenhöhle und treten durch das sogenannte „runde Fenster“ in die Gehörschnecke, die Cochlea ein, die in der Mitte durch die Basiliar-Membran geteilt wird. Früher hatte man geglaubt, dass bereits hier die Trennung und Analyse der hereinkommenden Töne stattfindet, doch in Wirklichkeit werden nur die Tonhöhen aufgeteilt: im Anfangsbereich die hohen Töne, im Endbereich der Cochlea die tiefen Töne. Die Auftrennung erfolgt nicht linear den Frequenzen entsprechend, sondern logarithmisch nach Oktaven. Würde man die Basiliarmembran als eine Strecke betrachten, dann würden die linearen Abschnitte nach Frequenzen geordnet etwa so aussehen:

10.000 – 5.000 – 2.500 – 1.250 – 625 – 313 – 156 – 78 – 39 – 19,5 Hz.

Damit lässt sich keine annähernde Intervallerkennung ermöglichen. Da die herein-kommenden Schallwellen meist gemischt und Kombinationen von Obertönen sind, registrieren die Haarzellen im Cortischen Organ (Teilbereich der Basilarmembran) die Impulse, die die Grundwellenlänge in Abhängigkeit von der Zeit ergibt, nämlich die Dauer ihrer Schwingungsperiode T , dem reziproken Wert der Frequenz. $[f = 1/T]$

Das sind sehr kleine Zeiteinheiten. Unser Kammerton 440 Hz zum Beispiel hat eine Periodendauer von 0,002273 Sek., das sind 2,273 Millisekunden. Sie wiederholt sich in der Sekunde 440 mal. Eine solche Präzision können die Haarzellen natürlich nicht erreichen. Sie geben nur die ungefähre Impulsfolge an den Hörnerv weiter. Und der transportiert diese Information zum Mittelhirn, genauer zum Colliculus inferior. Das hört sich schlimmer an als es ist: der Colliculus inferior ist der untere (ital. Inferiore) von vier Hügeln (ital. colle), die aus dem hinteren oberen Ende des Stammhirns leicht hervorwölben wie ein Sixpack – in diesem Fall ein „Fourpack“.

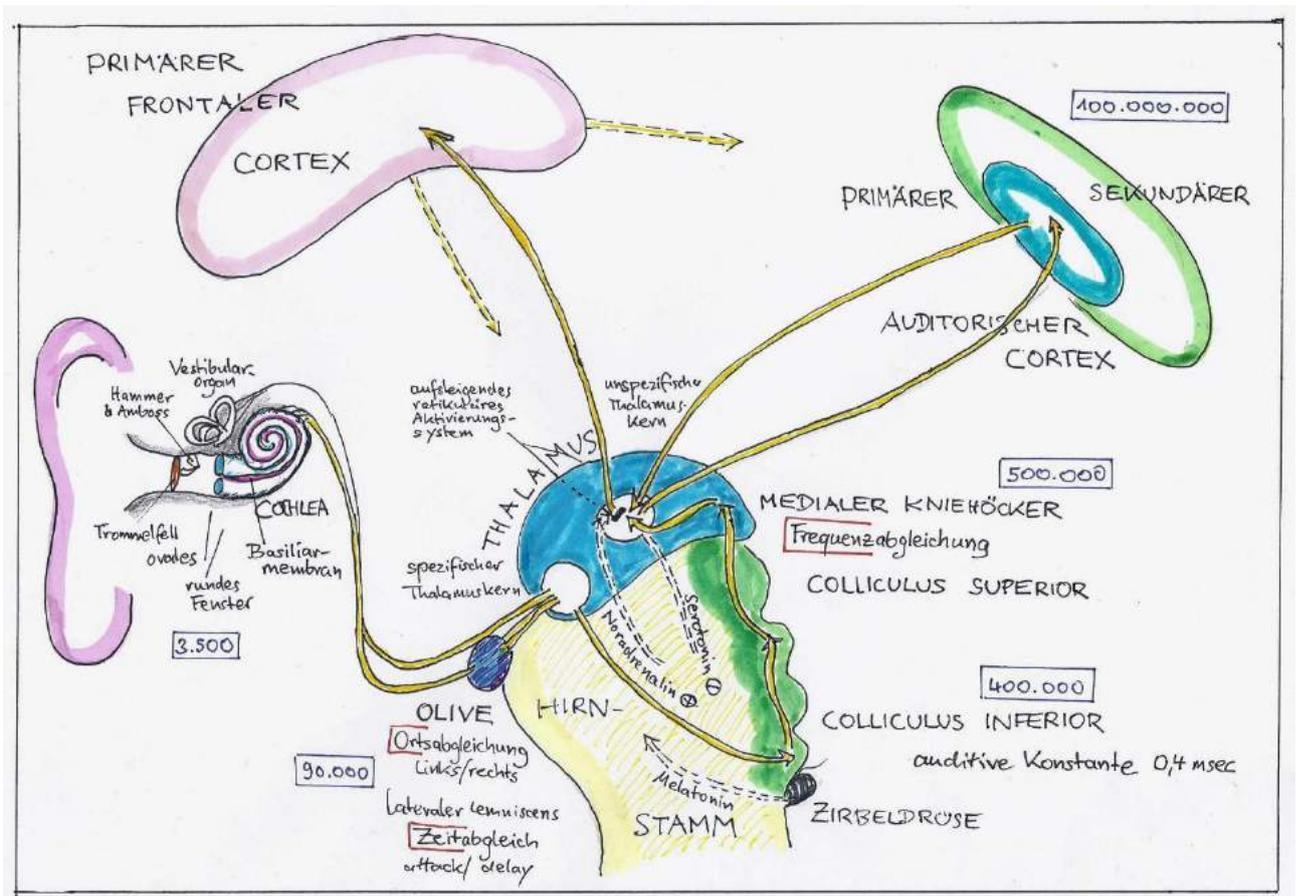


Abb.8: Die Hörbahn (Nervus vestibulocochlearis) führt die Impulse über die Olive zum spezifischen Kern des Thalamus, von dem sie zum Colliculus Inferior geleitet und mit der auditiven Konstante verglichen werden. Die Abgleichung der Frequenzverhältnisse (eigentlich der Periodenverhältnisse) erfolgt im medialen Kniehöcker des Thalamus, von dort werden die erhaltenen Informationen über einen unspezifischen Thalamuskern an den auditorischen Cortex weitergeleitet. Ob und welche Informationen schließlich zur Speicherung im PFC gelangen sollen, entscheidet das aufsteigende retikuläre Aktivierungssystem ARAS im unspezifischen Thalamuskern.

Anmerkung zur Zirbeldrüse: In dieser oberhalb der vier Hügel am Hirnstamm gelegenen Drüse wird Melatonin ausgeschüttet, das wie Serotonin zu den Tryptamin-Derivaten zählt. Die Melatonin-Produktion ist bei Dunkelheit am größten und steuert so den inneren Tag-Nacht-Rhythmus mit Schlaf und Traum. Darüber hinaus wurden der Zirbeldrüse auch Verbindungen zum Magnetfeld der Erde zugeordnet.- Dimethyltryptamin ist ein Hypnoticum, das Halluzinationen hervorruft. Es ist möglich, dass auch dieses Derivat von der Zirbeldrüse produziert wird.

Thalamus (gr. thalamos) heißt übersetzt Kammer oder Schlafgemach, doch das Gegenteil ist hier der Fall – es ist eine ungeheuer aktive Schaltzentrale unterhalb am Ende des Hirnstamms: Hier werden die eingehenden Signale der Sinnesorgane und der Körperorgane geprüft und an das Großhirn weitergeleitet oder abgelehnt. Das geschieht durch das sogenannte „aufsteigende retikuläre Aktivierungssystem“ ARAS. Das aus der Epiphyse (Hirnstamm) eingeleitete Noradrenalin leitet weiter, Serotonin schließt aus. Die aus dem Großhirn zurückkommenden überarbeiteten Informationen werden ebenso geprüft wie die ständig neu eingehenden Signale der Sinnesorgane und der Körperzellen.

Es herrscht also im Thalamus geschäftiges Treiben, und entsprechend mehr Gehirnzellen sind dann notwendig, die Arbeit zu bewältigen. Vom Antreffen eines akustischen Signals am Trommelfell bis zur Verarbeitung im auditorischen Cortex nimmt die Zahl der beteiligten Zellen und Nervenzellen in einem gewaltigen Ausmaß zu:

- Innenohr (Basiliarmembran): 3.500
- Hörnerv: 30.000
- Hirnstamm 90.000
- Colliculus inferior 400.000
- Thalamus 500.000
- Auditorischer Cortex: 100.000.000
- Gehirnzellen, gesamt: 100.000.000.000

Annemarie Seither-Preisler vom Institut für Psychologie an der Universität in Graz zieht daraus den Schluss:

„...Dieses rapide Ansteigen der informationsverarbeitenden Zellen zeigt, dass Wahrnehmung nicht ein bloßes Abbilden akustischer Reize bedeutet, sondern das aktive Extrahieren von informationstragenden Mustern und deren bewusste Interpretation. Erst dies ermöglicht das Verstehen von Sprache und Musik.“ (Annemarie Seither-Preisler, 2006)

Bevor die hereingekommenen Informationsmuster vom Thalamus an den entsprechenden Platz in der Großhirnrinde, dem auditorischen Cortex weitergegeben werden, werden sie zuvor in dem bereits erwähnten „colliculus inferior“, dem unteren der 4 Hügel am Stammhirn, abgeglichen. Diese Informationsmuster sind bekanntlich zeitliche Impulsfolgen im Bereich von Millisekunden (zur Erinnerung: der Kammerton hat eine Periodenlänge von 2,73 Millisekunden). Und dieser Abgleich erfolgt über eine ständig gleichbleibende Impulsfolge mit einer Periodenlänge von 0,4 Millisekunden, die von bestimmten, sogenannten Oszillator-Neuronen unablässig produziert wird.

Für diese Oszillationen, die einen Ton mit einer Frequenz von 2.500 Hz ergeben, gibt es noch keine deutsche Bezeichnung. Entsprechend der Beschreibung von Prof. Gerald Langner in dessen 2015 erschienenen Buch „The Neuronal Code of Pitch and Harmony“ möchte ich diesen Ton „innere auditive Konstante“ nennen. Es ist ein Rätsel, weshalb dieser Ton bisher kaum Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen geworden ist, denn er ist allgegenwärtig und Ihnen allen sicher bekannt.

Lediglich ein Blog dazu ist im Internet zu finden (Eggetsberger-Info): „Es ist eindeutig ein akustisches Signal. Deutlich hörbar, mal leise im Hintergrund, mal so laut, dass man es oft auch bei lauter Musik hören kann. Dieser Ton hat für den Verstand keine eigene Existenz. Er ist nicht mit einem Objekt verbunden... Dieses Geräusch ist „formlos“ – bis auf die Tatsache, dass es hörbar ist. Da der Verstand mit der Verarbeitung dieses Tones Schwierigkeiten haben kann, sortiert er das energetisch hohe Rauschen aus. Er hört es einfach normaler-

weise nicht. Viele Menschen, die den Ton spontan hören und nicht wissen, was es ist, glauben, dass es sich dabei um einen Tinnitus handelt...“

Die innere auditive Konstante

Nehmen Sie an, Sie befinden sich in einem stillen Raum, lesen oder beschäftigen sich geistig. Um sich besser konzentrieren zu können, schließen Sie die Augen (oder auch nicht, je nach Intensität des Denkens). - Was hören Sie?

Einen hohen Ton, der eindringlich werden kann, sich aber sofort zurückzieht, wenn Sie sich bewegen, etwas in den PC eingeben, schreiben oder irgendein Geräusch verursachen. Er ist immer da, und wenn Sie sich auf Stille konzentrieren, ist er meist sofort wahrnehmbar. Sehr deutlich dann, wenn ein sehr lautes Geräusch an Ihr Ohr gedrungen war. Dann kann dieser hohe Pfeifton minutenlang anhalten, vergeht aber wieder. Es drängt sich natürlich sofort der Vergleich mit Tinnitus auf, doch beim Tinnitus vergeht dieses Geräusch nicht: meist entsteht er durch den Ausfall eines bestimmten Hörbereichs, beispielsweise an der Basilarmembran oder in der Nervenbahn entlang des Gehörnervs, und der Cortex versucht nun, diesen Ausfall zu ergänzen. Beim Tinnitus sind deshalb die verschiedensten hohen Töne und Geräusche feststellbar, im Schnitt sind sie im Bereich von 3000 Hz am häufigsten. Doch es gibt Fälle, wo die Frequenz der auditiven Konstante so eindringlich wird, dass sie den Symptomen des Tinnitus gleichkommt. Der Komponist Bedřich Smetana, der Schöpfer der „Verkauften Braut“ oder der „Moldau“ war ein Opfer dieser besonderen Art von Tinnitus: in seinem Streichquartett „Aus meinem Leben“ tritt ganz plötzlich im vierten Satz ein hohes E auf, das dann die ganze Zeit beibehalten wird. Rechnen wir die Frequenz der auditiven Konstante von 2500 Hz auf einen Ton um, so kommen wir auf ein hohes „Es“, also einen halben Ton tiefer als es in Smetanas Streichquartett dargestellt wird. Aber wir müssen bedenken, dass unser heutiger Kammerton A mit 440 Hz wesentlich höher ist als zu Lebzeiten des Komponisten. Er hat deshalb diesen Ton als „E“ wahrnehmen müssen. Seine beginnende Ertaubung hat diesen Ton so gewaltig hervortreten lassen.

Einem Freund, dem ich das einmal erzählte, hat ausgerufen: „Das ist doch klar, das ist die Gehirnfrequenz!“ Und damit hatte er nicht so unrecht – man kann die auditive Konstante von 2500 Hz. ohne weiteres als die „Arbeitsfrequenz“ unseres Gehirns bezeichnen. Man kann sie jedoch nicht mit den Gehirnwellen vergleichen, die den niederen Frequenzbereichen zugeordnet sind. Ich habe trotzdem einen Vergleich gewagt und die Frequenz der auditiven Konstante nach unten oktaviert, bis sie im Bereich der Gehirnwellen angekommen waren - und dabei habe ich die überraschende Feststellung gemacht, dass die so ermittelten Frequenzen, eine Oktave voneinander getrennt, jeweils im Bereich der Alpha-, Beta-, Gamma-, Theta- und Deltawellen liegen. Es kann also durchaus einen Zusammenhang zwischen auditiver Konstante und den Gehirnwellen geben. (Bild 9)

- 39,1 Hz γ -Wellen (> 38 Hz)
- 19,5 Hz β -Wellen (13 – 38 Hz)
- 9,8 Hz α -Wellen (8 – 13 Hz)
- 4,9 Hz θ -Wellen (4 – 8 Hz)
- 2,4 Hz δ -Wellen (0,3 – 4 Hz)

Die „innere auditive Konstante“ bietet noch weitere Überraschungen - sie ist nicht den Menschen vorbehalten! Sie wurde zunächst bei Vögeln entdeckt, beim „Guinean Fowl“, einer fasanenähnlichen Hühnerart aus Neuguinea, dann aber auch bei Katzen, Meerschweinchen, Ratten und Mäusen. Kurz: sie dürfte bei allen Säugetieren und Vögeln gleich sein: eine Frequenz von 2500 Hz. 2500 Hz bedeutet: 2500 Schwingungen pro Sekunde, infolgedessen

beträgt die Dauer einer einzelnen vollendeten den 2500. Teil einer Sekunde, nämlich 4 Zehntausendstel einer Sekunde, gleich 0,4 Millisekunden.

Diese Zahl ist wichtig, um unser Hörsystem im Gehirn zu verstehen, denn es greift auf die ganzzahligen Vielfachen dieser Konstante zurück. Man könnte die Konstante auch als „Hörquantum“ bezeichnen, denn Prof. Gerald Langner führte an der TU Darmstadt Anfang der 80er Jahre Messungen durch, die ergaben, dass Probanden beim Hören eines gleitenden Tons in einem bestimmten Bereich diesen nicht mehr als kontinuierlich ansteigend wahrnahmen, sondern in Stufen im Bereich eines Dreivierteltons. Dieser Quanteneffekt des Hörens trat in gleicher Weise bei unterschiedlichen Basisfrequenzen auf. (Bild 8)

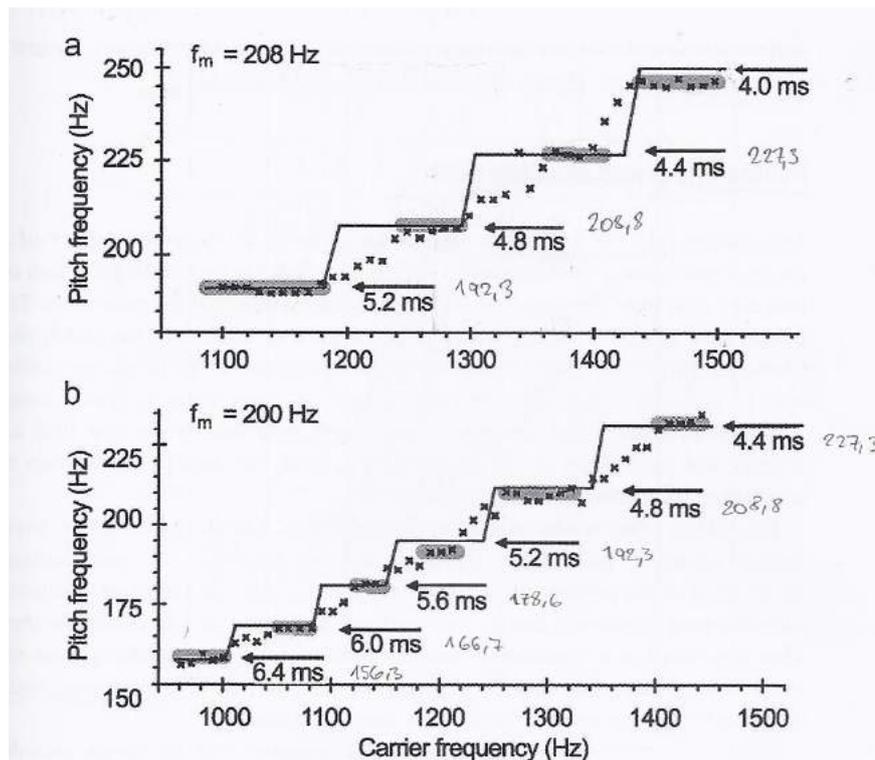


Abb. 9: Die Messergebnisse zeigen trotz gleichmäßig steigender Trägerfrequenz gleichbleibende Tonhöhen in den Wahrnehmungen der Probanden (treppenförmiger Anstieg). Diese Stufen entsprechen immer Vielfachen der auditiven Konstante 0,4 msec. In Beispiel a: $10 \times 0,4 = 4 \text{ msec}$, $11 \times 0,4 = 4,4 \text{ msec}$, $12 \times 0,4 = 4,8 \text{ msec}$ und $13 \times 0,4 = 5,2 \text{ msec}$. Ebenso in Beispiel b. $11 \times 0,4 = 4,4 \text{ msec}$ bis $16 \times 0,4 = 6,4 \text{ msec}$.

Die Messergebnisse zeigen in gleichmäßigen Abständen unveränderte Tonhöhen in der Wahrnehmungskurve auf, hier zu sehen an den grauen Feldern. Es ergibt sich ein Treppemuster, die im ersten Beispiel a) bei 4,0 msec beginnen, dem 10-fachen der auditiven Konstante 0,4. Dann folgen die Stufen mit dem Multiplikationsfaktor 11, 12 und 13. Der gleiche Effekt, diesmal mit den Multiplikationsfaktoren 11, 12, 13, 14, 15 und 16 ist in Beispiel b) zu sehen.

Als musikalische Töne dargestellt ergeben diese Stufen exakt Teile einer Untertonkala, deren Basiston das dreigestrichene Es ist, jener Ton, der die auditive Konstante kennzeichnet und seinerzeit den Komponisten Friedrich Smetana buchstäblich in den Wahnsinn getrieben hat. Weil die Untertonreihen von oben nach unten gelesen, von unten aber nach oben gehört werden, ergibt sich daraus die Tonart as-Moll. Wie bedeutsam das ist, wird sich noch zeigen.

Viele Säugetiere haben gegenüber den Menschen ein wesentlich empfindlicheres Gehör, weil es ihnen hilft, das Leben und ihre Art zu erhalten, sowohl als Jäger als auch Gejagte. Rudeltiere wie die Wölfe können die Tiere ihres Rudels an ihren Lauten erkennen. Manche Vögel wiederum haben ein ausgezeichnetes Gedächtnis für Klänge und Geräusche - ein Star kann einen Ton exakt auf der gleichen Tonhöhe wiedergeben. Es ist deshalb keine Überraschung, dass die meisten Vogelarten sich ebenfalls nach der inneren auditiven Konstante (Hörkonstante) orientieren.

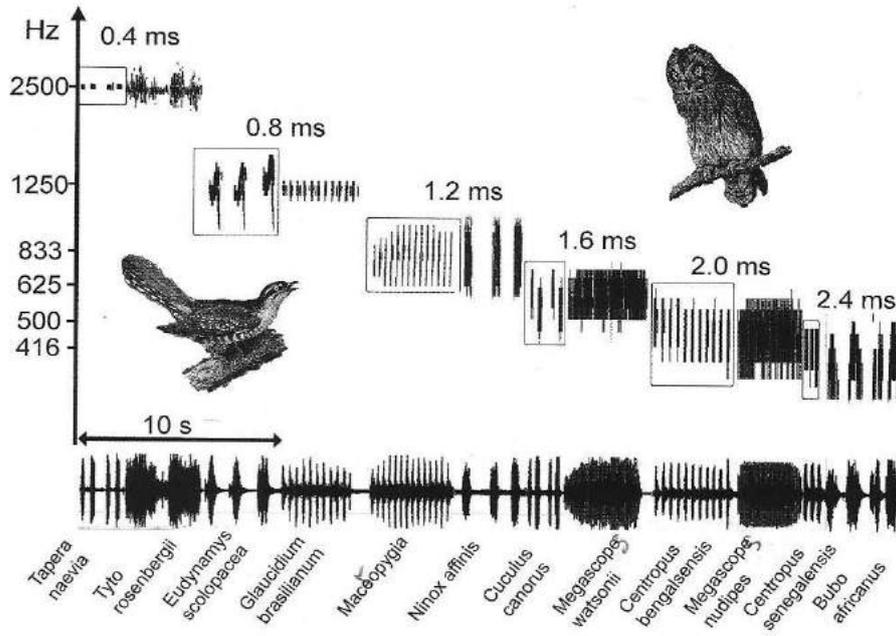


Abb. 10a: Tonhöhenbereiche verschiedener Kuckuck- und Eulenarten (aus G. Langner: „The Neural Code of Pitch and Harmony“, Cambridge University Press, 2015)

- | | |
|------------------------------------|--|
| 1. Streifenkuckuck (Mittelamerika) | 7. Europäischer Kuckuck |
| 2. Schleiereule (Sulawesi) | 8. Kreischeule (Südamerika) |
| 3. Koel – indischer Kuckuck | 9. Bengalischer Spornkuckuck (Indien, Nepal) |
| 4. Sperlingskauz (Brasilien) | 10. Kreischeule (Puerto Rico) |
| 5. Kuckuckstaube (Südostasien) | 11. Spornkuckuck (Senegal) |
| 6. Falkenkauz (Andamanen) | 12. Grauer Fleckenuhu (N-Afrika/ Arabien) |

Prof. Langner hat anhand von zwei Gattungen, die ähnliche Stimmlagen haben, untersucht, Kuckuck und Eule in allen Kontinenten. Es gibt dabei Kuckucks und auch Eulen mit sehr hohen Tönen wie der mittelamerikanische Streifenkuckuck und die sulawesische Schleiereule (ehem. Celebes) und ebensolche mit tiefen Tönen wie der Spornkuckuck aus Senegal und der graue Flecken-Uhu, der um das Horn von Afrika und auf der arabischen Halbinsel beheimatet ist. Die Frequenzabstände dieser Vogelstimmen stimmen nahezu vollkommen mit den Vielfachen der Hörkonstante überein: (Bild 10b)

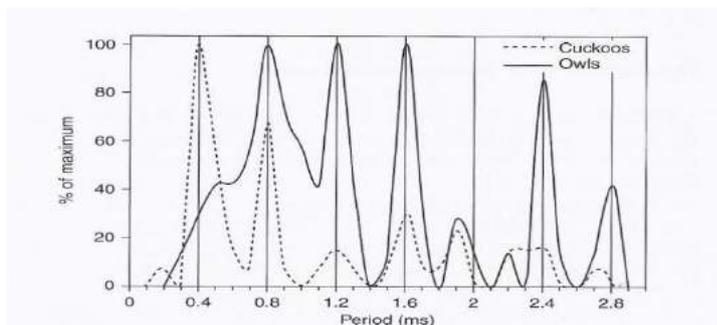
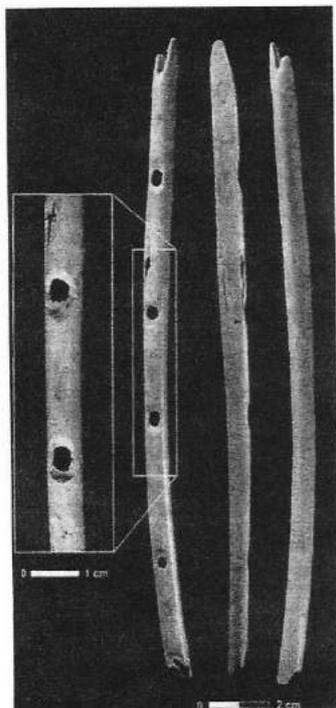


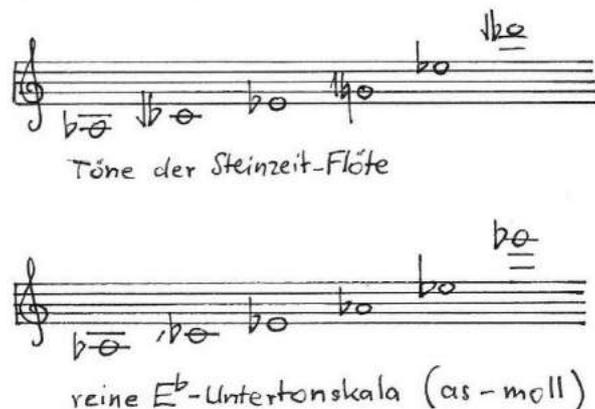
Abb.10 Übereinstimmung der Hörkonstanten

Und diese entsprechen damit ebenfalls den Tönen der Untertonskala in as-Moll. Aber es kommt noch besser:

Im Jahr 2008 hatte man in einer Höhle (Hohler Fels) im Achtal in Baden-Württemberg eine Flöte aus einem Gänsegeierknochen gefunden, deren 5 Grifflöcher so kunstvoll den Fingerkuppen angepasst waren, dass man ihr Alter nicht glauben wollte: 30.000 Jahre! Lediglich in Slowenien sind noch ältere Knochenflöten gefunden worden, deren Grifflöcher (2) waren allerdings nicht so kunstvoll gebohrt. Natürlich machte man sich daran, die vorzeitlichen Töne wieder hörbar zu machen, und die dem Fund nachgebauten Flöten lieferten ein erstaunliches Klangbild: Es würde genauso gut in unsere Zeit hineinpassen – nämlich mit den vertrauten Tonstufen einer Moll-Tonleiter*). (Bild 11)



Gänsegeier-Knochenflöte



Die Abstände der Grifflöcher bei dieser steinzeitlichen Flöte waren nicht gleich, das zeigt sich auch am Klangbild. Aber völlig rein klingen die Intervalle mit den Tönen Es und As, und die Terz dazwischen liegt sehr nahe an Ces. Womit sich wieder die gleiche Tonart herausstellt: as-Moll (!).

80 Jahre vor dieser Entdeckung hatten in Berlin die bekannten Musikethnologen Carl Stumpf und Erich v. Hornbostel bereits eine eigentümliche Gemeinsamkeit bei Flöteninstrumenten aus der Südsee und Instrumenten der javanischen Gamelan-Ensembles herausgefunden: Sie waren präzise auf den gleichen Ton gestimmt. Das gleiche Ergebnis fanden sie daraufhin auch bei antiken, bis zu 2000 Jahre alten Flöten aus Mexico, Bolivien, Peru und den Salomon-Inseln weitab in der Südsee. Für uns ist es jetzt wohl keine Überraschung mehr, dass auch diese Flöten in as-Moll gestimmt waren!

*) Das ist keineswegs verwunderlich. Denn Grifflöcher auf Blasinstrumenten mit gleichen Abständen produzieren immer eine Untertonskala, deren 3., 4. und 5. Ton einen moll-Dreiklang bilden. (Die Untertonskala ist absolut spiegelsymmetrisch zur Obertonskala - in dieser bilden der 3., 4. und 5. Ton einen Dur-Dreiklang. Die Obertonskala hat ihren Grundton unten = 1, die Untertonreihe ihren Grundton dagegen oben = -1.)

In welcher Molltonart solche Flöten erklingen, hängt von der Größe der Abstände ab. Man könnte annehmen, dass der Abstand willkürlich gewählt worden ist.

Carl Stumpf rang lange mit einer plausiblen Erklärung für dieses ungewöhnliche Phänomen, 1939 äußerte er schließlich die Vermutung,

„dass es eine allgemeine Notwendigkeit gegeben haben könnte, die das menschliche Gehör dazu veranlasst hat, in verschiedensten entlegenen Teilen der Welt Musikinstrumente in der gleichen Stimmung zu bauen.“ (Carl Stumpf, 1939)

Diese Notwendigkeit ist unsere Hörkonstante.

Nachdenken über Musik

Über den Thalamus, der Schaltstelle im Gehirn, gelangen die musikalischen Informationen zur Großhirnrinde. Hier gibt es ja bekanntlich verschiedene Bereiche, in denen diese Informationen verarbeitet werden, die wesentlich befinden sich im auditorischen Cortex: rechts die Tonfolgen und Melodien und deren emotioneller Charakter; links Takt, Rhythmus und Intervallbestimmung, also das mehr analytische System.

Und dieses arbeitet streng nach Zahlen, indem es die hereinkommenden Schwingungsperioden vergleicht. Und diese sind, wie wir bereits wissen, ganzzahlige Vielfache der auditiven Konstante 0,4 msec. Beim Vergleich dieser Zahlen fällt das Maßsystem, diese auditive Konstante weg, und übrig bleibt das reine Zahlenverhältnis ganzer Zahlen. Welche Größe diese Zahlen haben können, das festzulegen liegt noch außerhalb unserer Möglichkeiten. Mit Sicherheit kann gesagt werden, dass unser Gehirn fähig ist, alle Zahlenverhältnisse mit den Zahlen 1 bis 16 als musikalische Intervalle zu identifizieren. Und je kleiner diese Zahlen sind, desto leichter gelingt es, diesen ein Intervall zuzuordnen. Die einfachsten Kombinationen sind die Verhältnisse kleiner Zahlen wie 2:1, 3:2 und 4:3 - diese entsprechen den Intervallen Oktave, Quinte und Quarte. Für Musiker ist es kein Problem, die Zahlenverhältnisse 5:4 und 6:5 als große und kleine Terz zu erkennen, ebenso die große und kleine Sext mit 5:3 und 8:5. Die große Septime mit dem Zahlenverhältnis 15:8 orientiert sich zur Oktave hin, die große Sekund mit 9:8 zum Einklang. Die kleine Sekund 16:15 beinhaltet die größten vorerst zur Verfügung stehenden Zahlen, die kleine Septim lässt sich durch 9:5 ausdrücken, wie auch durch 16:9. Der Unterschied ist selbst für Musiker kaum hörbar, wenn diese Intervalle nicht unmittelbar nebeneinanderstehen (diatonisches Komma 21,5 C – 81/80).

1/1 - 2/1
 2/2 - 3/2 - 4/2
 3/3 - 4/3 - 5/3 - 6/3
 4/4 - 5/4 - 6/4 - 7/4 - 8/4
 5/5 - 6/5 - 7/5 - 8/5 - 9/5 - 10/5
 6/6 - 7/6 - 8/6 - 9/6 - 10/6 - 11/6 - 12/6
 7/7 - 8/7 - 9/7 - 10/7 - 11/7 - 12/7 - 13/7 - 14/7
 8/8 - 9/8 - 10/8 - 11/8 - 12/8 - 13/8 - 14/8 - 15/8 - 16/8
 9/9 - 11/9 - 13/9 - 14/9 - 16/9
 10/10 - 13/10, 13/11 - 14/11 - 15/11 - 16/11, 15/13 - 16/13 - (16/15)

1 (16/15) 9/8 8/7 7/6 6/5 11/9 5/4 9/7 4/3 11/8 7/5 13/9 3/2 11/7 8/5 13/8 5/3 12/7 7/4 9/5 11/6 13/7 15/8 2
 13/11 16/13 14/11 15/11 10/7 16/11 14/9 16/9
 16/15 16/14 16/12 → 16/10
 15/13 15/12 15/10 15/9

Besser hörbar ist die natürliche Septim 7:4, die im gewöhnlichen, gewohnten Tonsystem bislang überhört und übersehen wird wie auch alle anderen wohlklingenden Intervalle mit der Zahl 7. Und die Zahlen 11 und 13 würden wie die 7 das hör- und identifizierbare Tonmaterial der Musik erheblich bereichern. Im Grunde jedoch sind sie alle bereits vorhanden, auch in unserem Kopf – wir Europäer wie die westliche Welt haben uns nur noch nicht daran gewöhnt. Doch alle Musikkulturen der Welt zusammengenommen verfügen bereits über alle diese Töne und Intervalle, weil das Hörsystem der Menschen – wie auch der Tiere – das Gleiche ist. Wir Menschen mit unseren höchst entwickelten Gehirnen sind jedoch allein in der Lage, die Vielfalt an Intervallen, die sich aus den ersten 16 Zahlen ergeben, zu erkennen. Und es ist nicht gesagt, dass mit 16 eine Grenze gesetzt ist. Theoretisch gibt es keine Grenze.

Und damit ist die Fülle an Tonverhältnissen identisch mit den Zahlenverhältnissen im Lambdoma. Auch wenn die Möglichkeiten unseres auditorischen Cortex nur die Spitze des Lambdomas erreichen können, so ist das schon sehr viel. Unser westliches Tonsystem benutzt bis auf wenige Ausnahmen nur die Zahlenverhältnisse von 1 bis 6. Aber es steht uns frei, unseren Vorrat zu erweitern. Wir müssen nur ein offenes Ohr haben.

Die Kapazitäten des Großhirns reichen dazu völlig aus, sie sind im Grunde unbegrenzt.

Wo ist das Bewusstsein?

Die Informationen, die sich beim Hören in den beiden auditorischen Cortices herausbilden, bleiben nicht dort, weil sie immer wieder durch neu hereinkommende Informationen ersetzt werden. Sie werden zunächst an die Schaltzentrale, den Thalamus zurückgeleitet, der sie dann nach Wichtigkeit und Dringlichkeit an den präfrontalen Cortex, den rechten und den linken Stirnlappen weitergibt, wo sie neuronal - durch Herausbilden stabiler neuronaler Verbindungen - gespeichert werden. Jede hereinkommende gleichlautende Information verstärkt diese neuronalen Verbindungen, die dann jederzeit abgerufen werden können. Unsere Großhirnrinde im Schläfenbereich ist also unser zentraler Datenspeicher. Dennoch – nichts ist dort in Stein gemeißelt, dank der Neuroplastizität: Wir können also immer etwas Neues hinzulernen und das falsch Eingeprägte auch wieder vergessen.

Doch wir haben es nicht im Griff, uns genau das einzuprägen, was wir wollen. Wie oft ist es schon passiert, dass wir uns in manchem Augenblick gesagt haben: „Das ist so schön, das will auf ewig im Gedächtnis behalten!“ Und nach ein paar Wochen, oder schon nach wenigen Tagen ist alles wieder verflogen, und ganz andere Bilder, andere Klänge, andere Gerüche, die wir gar nicht bewusst, sondern nur nebenher wahrgenommen haben, sind ganz plötzlich deutlich in Erinnerung getreten.

Ähnliches geschieht beim Lernen von Vokabeln. Man mag sich noch so konzentrieren, beim nächsten Abfragen sind sie wieder vergessen. Die einzige Möglichkeit, sie sich aktiv einzuprägen, ist die Wiederholung. Aber es gibt auch eine Lernmöglichkeit im passiven Lernen, in einem niedrigeren Gehirnwellenbereich, jenem Bereich, in dem wir als Kind nicht nur die Muttersprache, sondern auch die Sprache unseres sozialen Umfelds erlernt haben. Aber auch bei einem solchen Lernvorgang ist die Wiederholung wichtig, um unseren Datenspeicher im präfrontalen Cortex im aktiven Modus zu erhalten. Ein Kind, das zweisprachig aufwächst, im Schulalter aber nur noch eine Sprache spricht und neue hinzulernt, wird die zweite Sprache rasch vergessen. Es bleibt ein vertrauter Klang übrig, und das Wieder-Erlernen wird einfacher, weil im Speicher noch einiges erhalten geblieben ist, das wieder zum Vorschein kommt.

Unser Gehirn kann uns mit vielem überraschen, was längst nicht mehr in unserem Arbeitsspeicher - dem Kurzzeitgedächtnis - vorhanden ist, aber nach wie vor in der Großhirnrinde auf Lager liegt – das Langzeitgedächtnis. Wir selbst haben nicht die Möglichkeit zu bestimmen, was und wieviel im Langzeitgedächtnis gelagert werden soll, denn das Gehirn arbeitet ständig und selbständig weiter, die Neuronen „feuern“ Tag und Nacht, ohne dass wir davon etwas ahnen. Nur manchmal, im Traum tauchen Teile aus dem Langzeitgedächtnis auf, Bilder aus dem Selbst-Erlebten mischen sich mit imaginären Bildern, die sich beim Lesen, beim Zuhören von Gesprächen, selbst beim Hören von Musik und in Tagträumen gebildet haben, sie vermischen sich zu vollkommen neuen Geschichten, die wir dann im Traum erleben und, wenn wir beim Wachsein über die Träume nachdenken, erneut in veränderter Form wieder abgespeichert werden, um in neuen Träumen wieder aufzutauchen.

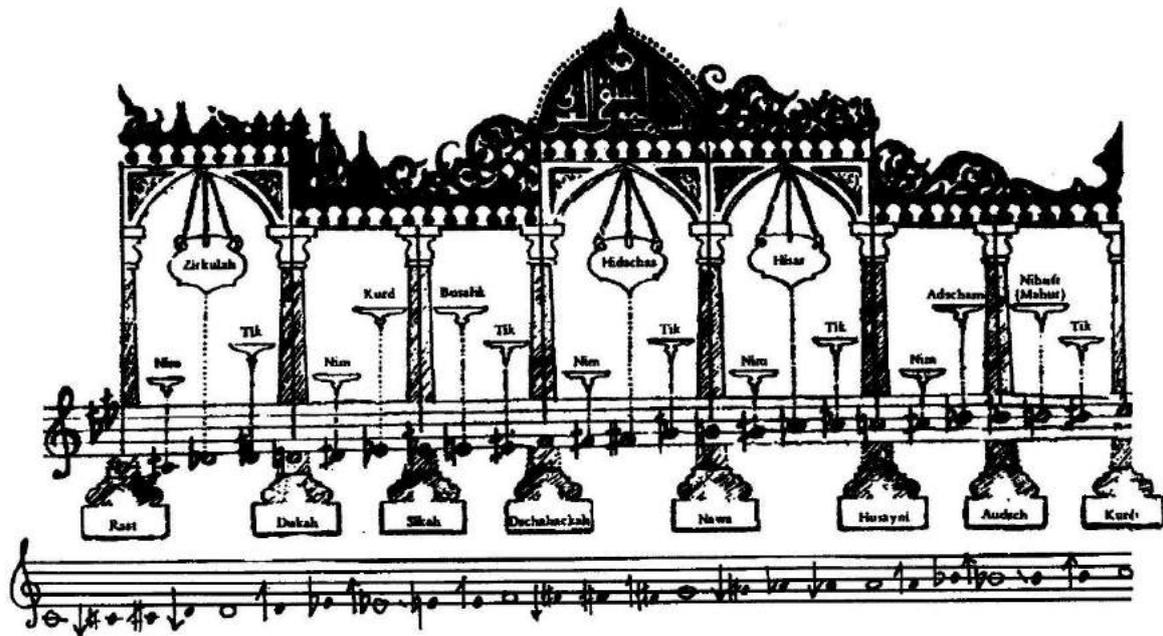
Das bedeutet: Träume kommen nicht als Fremdproduktionen wie ein neuer „Star-Wars“-Film in unser Denken – aber ist er einmal gesehen, nimmt auch dieser in unserem unerschöpflichen Speicher im Gehirn Platz, um davon, wenn wir nicht mehr an ihn denken oder uns ein neuer Film beeindruckt hat, auch Teile wieder abzugeben und teilweise zu verschwinden. Aber Reste bleiben mit Sicherheit bestehen und werden damit Teil unserer selbst, Teil unseres Bewusstseins.

Wenn wir von musikalischem Bewusstsein sprechen wollen – was ist damit gemeint? – Es gibt keine Gene, in denen Musikempfinden gespeichert ist. Wie anfangs schon festgestellt, ist das Bewusstsein an Körperlichkeit gebunden. Unser musikalisches Bewusstsein setzt sich auf die gleiche Weise zusammen wie die Bilder, die wir mit den äußeren Augen und den „inneren“ Augen, der Imagination gesehen haben. Und es ist gerade die Musik, die sich von Beginn an in unserem Bewusstsein festsetzt.

Von allen Sinnesorganen ist das Ohr als erstes ausgebildet, nach 20 Wochen ist die Gehörschnecke eines Embryos voll entwickelt, und mit der 28. Schwangerschaftswoche beginnt der werdende Mensch bereits zu hören. Und was das Baby im Mutterleib alles zu hören bekommt! Das strömende Blut in den Gefäßen, das Atemgeräusch und den Herzschlag der Mutter – aber ganz besonders das, was die Mutter hört. Und das darf nicht zu laut sein, denn dies kann bereits das Gehör des Kindes schädigen. Jede werdende Mutter tut also gut daran, nach dem 7. Monat nicht mehr in die Disco zu gehen! – Und das Kleine hört mit und registriert auch, wie die Mutter auf Musik reagiert, welche musikalischen Vorlieben sie hat, was sie rührt und was sie erregt.

So kommt das Kind bereits mit einer musikalischen Vorbildung auf die Welt. In seinem Gehirn ist bereits ein neuronales Netzwerk angelegt, das sich in den folgenden Monaten verstärken wird, wenn es Musik hört, ohne diese verstehen zu müssen. Es genügen Töne, Tonfolgen und Klänge. Und die schönsten Klänge für das heranwachsende Kind sind die Lieder, die es von seinen Eltern hört, wenn sie singen. Musikalische Begabungen sind meistens in Familien zu finden, in denen musiziert wird, ist landläufige Meinung. Das mag zutreffen, aber Schlaf- und Wiegenlieder, von Mutter oder Vater gesungen, haben mindestens genau so großen Einfluss auf die Entwicklung der Musikalität des Kindes.

So wachsen Kinder in den verschiedensten Musikkulturen der Welt auf. Das Hörsystem ist überall gleich – doch die Töne sind keineswegs überall dieselben. Unsere abendländische Musik beschränkt sich im Wesentlichen auf ein gleichstufig temperiertes System, das sich auf einfache Proportionen mit Zahlen bis zur 6 stützt, ein ähnliches System in rein pythagoräischer Stimmung wird in China, Korea und Japan benutzt, dies allerdings nur mit Proportionen bis zur 4. Ganz andere Intervallproportionen bestimmen dagegen die Musik der Länder des Orients: sie beziehen die höheren Zahlen bis zur 12 mit ein und verwenden deshalb weitaus mehr als unsere 12 Intervalle – nämlich bis zu 22 verschiedene in der arabischen und auch in der indischen Musik. (Bild 13)



RAST	DAKAH	SIKAH	JAHARKAH	NAWA	HUSSEINI	IRAK KIROLAN	
Zirkulah nim -tik	Kurd -nim	Busalik -tik	Hijaz -nim -tik	Hissar -nim -tik	Ajam -nim	Mahur -tik	
1 36 256 12	9 8 32	11 27	5 9 4 48 45 81	3 54 128 18 27	12 9 11 15 35 2		
1 35 243 11	8 7 27	9 22	4 7 3 35 32 56	2 35 81 11 16 7 5 6 8 18 1			
0 49 90 151 204 231 294 347/355 386 435 498 547 590 639 702 751 792 853 906 933 1018 1049 1088 1151 *							
1/1	9/8	5/4	4/3	45/32	3/2	27/16	15/8 2/1

*) Gemessen v. Alexis Chottin in „Außereuropäische Musik in Einzeldarstellungen“ (Bärenreiter, 1980)

Abb.13: Das arabische Tonsystem

Selbst dies sind nicht so viele Tonstufen, dass sie sich nicht einprägen ließen! Doch das Problem dieser Musik ist, dass Tonleitern nur aus 7 Tönen gebildet werden, weshalb eine Auswahl nötig wird. Auf eine Tonstufe kommen dadurch bis zu 4 Möglichkeiten, sie in ihrem Bereich zu verändern, und das führt dazu, dass die indische Musik beispielsweise 72 verschiedene Skalen (Ragas) kennt. Die Ausbildung indischer Sänger und Sängerinnen dauert deshalb 15 Jahre.

Eine solche Ausbildung brauchen indische Hörer und Hörerinnen nicht – sie verstehen ihre Musik, ohne über sie nachdenken zu müssen. Und das verbindet sie mit den Musikliebhabern in aller Welt. Musik ist in unser aller Bewusstsein vorhanden, von jenem Moment an, in dem im auditorischen Cortex und daraufhin im präfrontalen Cortex die ersten neuronalen Verbindungen geknüpft worden sind. Und die Musik der Umwelt mit ihren eigenen Stilmitteln und Tonsystemen prägt das musikalische Bewusstsein individuell.

Wie ist es dann möglich, dass Virtuosen und Künstler aus allen Teilen der Welt gerade die europäische Musik so hervorragend beherrschen? Die Erklärung ist einfach: fast alle sind in Häusern aufgewachsen, in denen europäische Musik bevorzugt wurde. Wenn ein Klavier im Haus steht und auch benutzt wird, dann wachsen die Kinder in zwei Musikkulturen auf. Wie Kinder, die in mehrsprachigen Familien aufwachsen, werden sie später die eine vorziehen

und die andere vergessen – doch völlig vergessen werden sie nie: im riesigen Gedächtnisspeicher des Cortex bleibt immer etwas zurück und wartet geduldig auf den Anknüpfungspunkt, um aus der Vergangenheit wieder hervorzutreten. Und genauso kommen immer wieder neue Höreindrücke hinzu, um im Unterbewussten zu verschwinden, bis auch sie wieder hervorgeholt werden.

Bildnachweise:

Internet: Abb. 1,3,4,6a und b; - Spektrum der Wissenschaft, „Gehirn und Geist - Basiswissen“, 2.Aufl.: Abb. 2,7; - Bilder aus dem Simplicissimus: Abb.5; - Gerald Langner: „The Neural Code of Pitch and Harmony: Abb 9, 10a und b; - Touma: „Die Musik der Araber“, tmw 37: Grafik Abb.13.