

Nun zu **6a Die Tonskala - eine "mathematische" Erscheinung.** Könnten Sie sich auch etwas anderes vorstellen als unsere 7 weissen und 5 schwarzen Tasten?

In Vorlesung 9 habe ich erklärt, dass die pentatonische>diatonische>chromatische Skala im pythagoreischen Quintenturm herzuleiten ist. Dieser schliesst sich bei c-his fast, aber nicht ganz: Der Unterschied des pythagoreischen Kommas wird heute durch die temperierte Stimmung ausgeglichen.

Das **Quintenschlagen** ist eine rein mathematische Operation und findet sich in keinem Naturphänomen\*. Die Tonleitern sind also ein mathematisches Konstrukt, wobei man sich wundern kann, dass wir das Ergebnis als "natürlich" empfinden, und dass sich bereits in grauer Vorzeit solche Skalen gebildet haben ohne das Wissen über diesen theoretischen Hintergrund (ist dies ein Geheimwissen, welches weisen Lehrern schon lange vor Pythagoras bekannt war? Woher sonst kommt die Bedeutsamkeit der religiösen Zahlen 7 und 12 in Mythen, Astrologie etc?).

\* Die **Obertonreihe** hingegen ist hingegen ein experimentell nachvollziehbares Naturphänomen. Hier kommt die Quinte aber nur einmal vor! Teilweise kann sie zwar zur Begründung der Tonleitern herangezogen werden; man kommt jedoch bald an Grenzen: DO RE MI sind Obertöne... aber schon das durch Quintenschlagen gefundene FA differiert empfindlich vom Alphornfa. Oft wird ja der Fehler gemacht, die Obertonreihe zur Begründung der Tonleitern heranzuziehen - so ist z.B. der Durdreiklang zwar ein Naturphänomen, nicht aber der Molldreiklang\*\*, schon gar nicht die Molltonleiter! \*\* vgl. Riemanns Theorie der (als Naturphänomen nicht existierenden) Untertonreihe.

Bei Blasinstrumenten können allerdings durch **Überblasen** Skalen entstehen, die nicht in unser System passen (Alphörner etc.). Sogar die Untertonreihe ist bei primitiven Blasinstrumenten verifizierbar, nämlich wenn diese **äquidistante Löcher** haben (antiker Aulos und deren klarinetten- und oboenartigen Nachfahren in der Musik des Balkans, Sardinien und im Orient). Vgl. Script. S. 21.

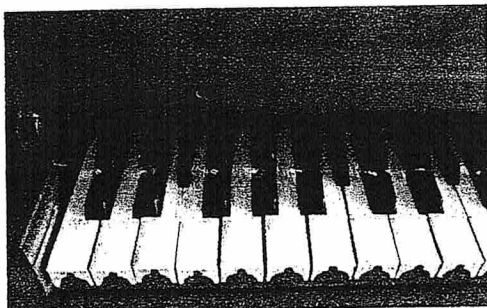
Wenn schon das "unnatürliche" Quintenschlagen nach Pythagoras die Grundlage unseres Tonsystems ist - **warum gerade die Quinte?** Wahrscheinlich darum, weil  $3/2$  das einfachste Mögliche ist, welches zu immer anderen Tönen führt (bei der Oktave bleibt man beim immer gleichen Ton stecken, "nur immer höher"). Warum aber nicht auch kompliziertere Verhältnisse ausprobieren? Es wurde schon darauf hingewiesen, dass das Schlagen von kleinen Terzen ( $6/5$ ) zu einem noch kleineren Komma führt als das pythagoreische: 19 kleine Terzen sind fast genau 5 Oktaven!

$(6/5)^{19}$  fast gleich  $(2/1)^5$

in Zahlen 31,9479 fast gleich 32.0

Der Bau von Instrumenten mit 19 Tasten wurde schon früh versucht.

Unter **Cembalo universale** finden Sie in Google verschiedene interessante Webseiten hierzu.



Eine Tastatur, die für C und His oder As und Gis gesonderte Tasten hat (hinter/über)einander, konnte sich aus spieltechnischen Gründen nicht durchsetzen.

Im "Syntagma Musici" des Michael Praetorius findet sich eine detaillierte Schilderung des Cembalo universale:

Das XL. Capitel.

Clavicymbalum Vniversale, seu perfectum.



Zerweil die Clavicymbel, Symphonien, vnd dergleichen Art / Welche sonsten Instrumenta (doch / wie vorgedacht / minus re-  
 ctè) genennet werden / etwas imperfect seyn / nach demmal das  
 Genus Chromaticum vff denselben nicht also / wie vff den Lau-  
 ten vnd Violen de Gamba zuwege gebracht werden kan: So  
 sind bishier vff angeben verständiger Organisten etliche Clavi-  
 cymbel vnd Symphonien herfür kommen / darinnen der Clavi-  
 vis  $\delta$  vnterschieden vnd doppelt gemacht worden / darmit man in M o d o A E o l i o,  
 (wenn derselbe in quartam inferiorem transponiret wird) die tertiam zwischen  
 dem  $h$  vnd  $f$  rein vnd just haben könne.

Es wehre aber / meines wenigen erachtens / sehr nützlich vnd nötig / daß so wol  
 in Positiffen vnd Orgeln / als in Clavicymbeln, &c. (do man zur noth die Saitten  
 vff denselben Clavibus leicht vmbstimmen / vmb etwas nachlassen vnd zu rechte ein-  
 ziehen kan) nicht allein der Clavis  $\delta$  / sondern auch  $\gamma$  vnterschieden vnd doppelt  
 gemacht würden / so köndte man in Hypodorio. Wenn derselbe per secundam in-  
 feriolem auffm  $f$  sol tractirt werden / die tertiam minorem zum  $f$  in dem zugeset-  
 ztem neben  $\gamma$  fein rein / vnd dergleichen Variationes in genere Chromatico, als  
 dann vielmehr haben.

Ich habe aber zu Prag bey dem Her. Carl dem Röm. Käyserl. Majestät  
 vornehmen Componisten vnd Organisten / ein Clavicymbel mit equal Saitten be-  
 zogen / so vor 30. Jahren zu Wien gar sauber / vnd sehr fleißig gemacht worden / gese-  
 hen / in welchem nicht allein alle Semitonia als  $b$   $\alpha$   $\beta$   $\gamma$   $\delta$  durch vnd durch dup-  
 plirt / sondern auch zwischen dem  $e$  vnd  $f$  noch ein sonderlich Semi- oder semitoni-  
 um (wie es etliche nennen) gewesen / welches bey dem genere Enharmonico. noth-  
 wendig seyn muß / daß es also in den vier Octaven vom  $C$  bis ins  $\bar{c}$  / in alles 77.  
 Claves gehabt hat.

Welche ich / weil solcher Clavicymbel gar sehr selten gefunden vnd gesehen wer-  
 den / allhier vffzeichnen / vor nicht so gar vn nötig erachtet.

$\delta$	$D$	$E$	$F$	$G$	$A$	$H$	$c$	$d$	$e$
$C_2$	$D_2$		$F_2$	$G_2$	$B$		$a$	$b$	
$C$	$D$	$E$	$F$	$G$	$A$	$H$	$c$	$d$	$e$
$f$	$g$	$a$	$b$		$c$	$d$	$e$	$f$	$g$
$f$	$g$	$a$	$b$		$c$	$d$	$e$	$f$	$g$

Dieweil aber in dieser Vorzeichniß die Claves vnd Semitonia eins vom andern  
 zu vnterscheiden / mehr vff die alte Signatur der Clavium, als vff den Gesang ( wie  
 derselbe in Notten gesetzt / vnd es die natürliche Harmonia mit sich bringet ) gesehen  
 worden: So habe ich nach meinem wenigem Gutachten / ein ander Verzeichniß des  
 Clavirs hierbey setzen / vnd ein andern den Sachen weiter nachzudencken / anleitung  
 geben wollen.

	3	5	8	11	14	16	19
	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\delta$	$\epsilon$	$\zeta$	$\eta$
	2	6		10	13	17	
	$\alpha$	$\beta$		$\gamma$	$\delta$	$\epsilon$	
1	4	7	9	12	15	18	20/10.
$c$	$d$	$e$	$f$	$g$	$a$	$b$	$c$

Und darmit sich ein jeder desto leichter doraus finden / aus den Notten / (wie dann der sehr vorthefftliche vnd fleißige Componist, H. Lucas Margentius erste Madrigalia in genere Chromatico sehr wol vnd schön gesezet) in die Tabulatur bringen / vnd sich dorein richten könne; Habe ichs auch in Notten hierbey zeichnen vnd vffsetzen sollen.

The image shows two staves of lute tablature. The first staff is numbered 1 to 14. Below the staff, notes are grouped into four intervals: Semitonium (Gis) for frets 1-4, Dis for frets 5-7, Fis for frets 8-11, and Gis for frets 12-14. The second staff is numbered 15 to 20. Below it, notes are grouped into an interval labeled bfa for frets 15-18.

Es kan aber dasselbige Clavicymbel oder Instrument sieben mal / als nemlich durch das c  $\epsilon$   $\delta$   $\rho$   $\sigma$  bis ins e / vnd also vmb drey volle Tonos fortgerücker werden / daß einem fast kein ander Instrument kan vorkommen / do man nicht mit diesem einstimmen köndte: Vnd dergestalt alle drey genera Modulandi, als Diatonicum, Chromaticum vnd Enharmonicum, darauff observirt werden. Vnd were also dieses billich ein Instrumentum perfectum, si non perfectissimum zu nennen / weil dergleichen Variation durch alle Super- & Semitonia vff andern Instrumenten nicht zu finden.

Es bleibt noch, auf aussereuropäische Skalen hinzuweisen, wie etwa auf das 53-teilige arabische Maqamat; in Indonesien gibt es auch pentatonische Temperierungen. Mein persönlicher Eindruck ist jedoch, dass die dabei entstehenden "schrägen" Intervalle als *\*emotionale Verfärbung* meist eben doch auf das global erfolgreichste Prinzip der reinen Quinte zurückzuführen sind.

\* Auch das absichtliche "Detonieren" im Jazz und im Belcanto wäre also als emotionales Mittel zu werten. - -

**Fazit: Man muss streng unter der 1) mathematischen Erscheinung des Quintenschlagens und 2) der physikalischen Erscheinung der Ober(Unter)tonreihe unterscheiden, wenn man von Tonleiterbildung spricht. Beides vermischt sich jedoch oft. Bei Saiteninstrumenten steht wohl 1) im Vordergrund - bei Blasinstrumenten 2).**

Es gibt viele Spezialisten auf diesem Gebiet (Musikhistoriker, Ethnologen, Mathematiker, Physiker...). Allgemein muss man aber sehr vorsichtig sein und nicht allen "Aposteln letzter Weisheiten" Glauben schenken! Oft liegt nämlich das Problem darin, dass ein guter Mathematiker kein guter Musiker ist und umgekehrt. Sie sehen oft nur einen Teilaspekt der Frage... (und sind meistens in ihre eigene Ansicht verliebt). So müsste natürlich begründet werden, WARUM man "eis" gerade so berechnen soll und nicht anders: Ein Unkrautgarten!

# Nachtrag zu 6a (Skalen, Tastatur etc.)

Zu dieser Frage bekam ich beim Korrigieren Ihrer Lösungen noch eine ganze Palette weiterer Ideen. Diese seien hier noch in lockerer Form aufgezählt:

## Tastatur

Sie ist auf C-Dur ausgelegt - warum?

Die Anordnung von Schwarz-Weiss ist sehr dienlich für die Orientierung auf der Tastatur (Experiment: Nur weiße Tasten > man verirrt sich!). Ein Spassvogel schlug blaue und rote Tasten vor! Auf Cembali/Orgeln trifft man manchmal auch Schwarz-Weiss vertauscht an. Die Tasten sind auch anatomisch gut angeordnet (Fingeruntersatz: C-Dur schwierig, Fis-Dur leicht > Chopin mit viel Vorzeichen...).

## Gleittöne (Glissando)

Stufenlose Ausnützung der Tonhöhen. Bundlose Instrumente (Violine, Cello). Auch Gesang. Vorschlag auf elektronischen Instrumenten: Touchscreen.

## Natur- /mathematisches Gesetz kontra Gewöhnung

Warum eigentlich "harmonisch"? "Alles ist möglich" (Computer): Theoretisch ja, aber sinnvoll?

WICHTIG. Gegensatz natürliche Skalen: Ober(Unter)tonreihen z.B. bei Blasinstrumenten *kontra* "mathematische" Skalen (Quintenschlagen etc.) - Vermischung von beiden?

## Frequenzbereich

Die Skalen sind vom Gehör her oben und unten begrenzt. Können wir wissen, wie der andere "fühlt"? Vergleich mit den Vorstellungen eines Blinden von der sichtbaren Welt.

## "X-tel"-Tonreihen

Suchen Sie unter Google:

- Xenotonal
- Archicembalo (z.B. Luzzasco Luzzaschi)
- Viertel(Drittel)töne bei Alois Haba, beim Mexikaner Julian Carrillo.
- Sechsteltonsystem als Vorschlag L. Busonis - Beispiel aus: "Entwurf einer neuen Ästhetik der Tonkunst":

The image shows two musical staves. The top staff is in treble clef and contains a sequence of notes: C, cis, des, d, dis, es, e, eis, fes, f, fis, ges, g, gis, as, a, ais, ces. The bottom staff is also in treble clef and contains a sequence of notes: C, Cis, Des, D, Dis, Es, E, Eis, Fes, F, Fis, Ges, G, Gis, As, A, Ais, Ces. The notes are written as whole notes on a five-line staff.