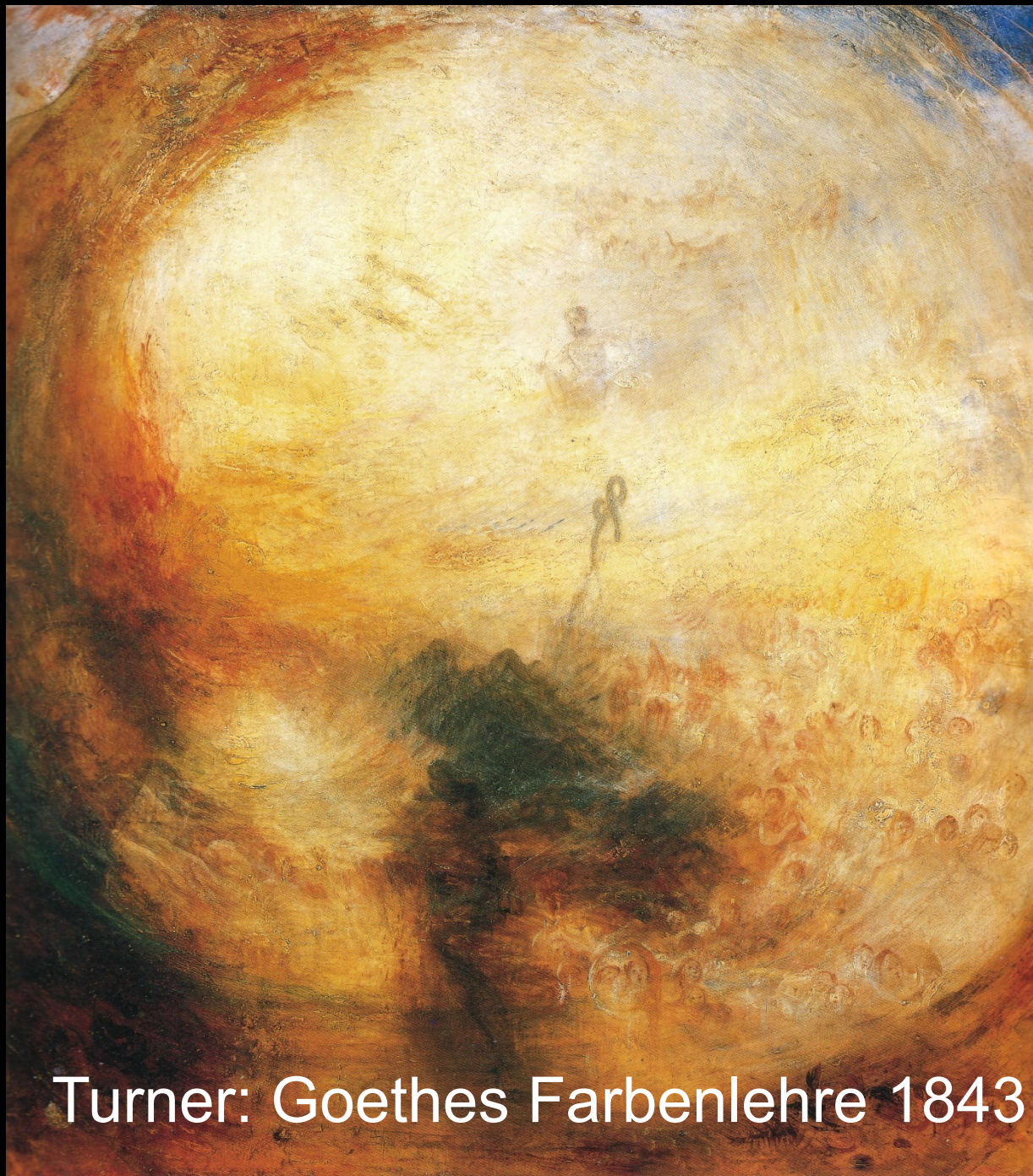


Farbe, Ton und Klangfarbe

Ringvorlesung Musik Natur Wissenschaft
Institut für Musikwissenschaft Universität Wien

Daniel Muzzolini
26. November 2012





Turner: Goethes Farbenlehre 1843



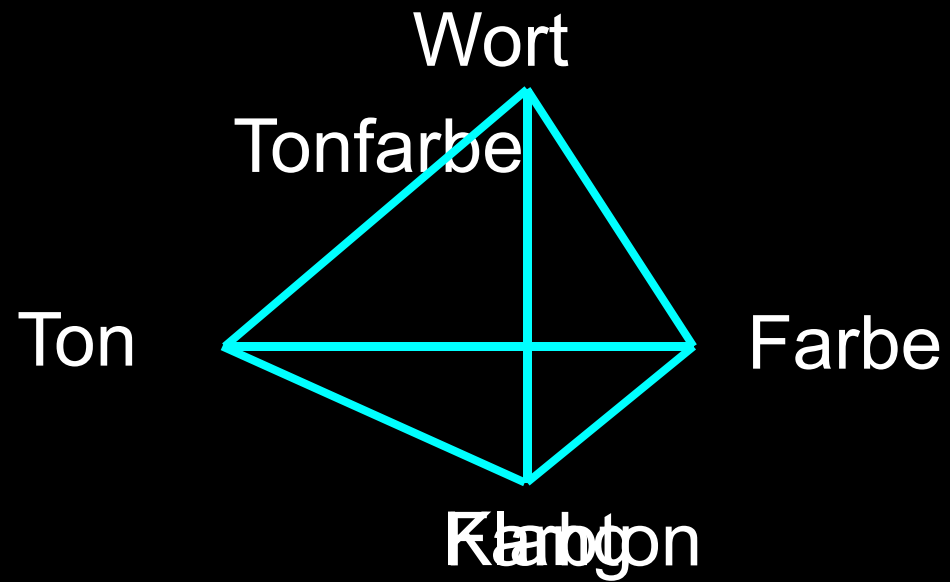
DEO CAUSA PHENIS ORARI FITIO



LAURET EV IN CORPIS ET ORGANO

Van Eyck 1432
Genter Altar

Wortspiele



klingen → Klang

Farbe

Klangfarbe

Farbe eines Klangs

tönen → Ton

Farbe

Tonfarbe

Farbe eines Tons

färben ← Farbe

Ton

Farbton

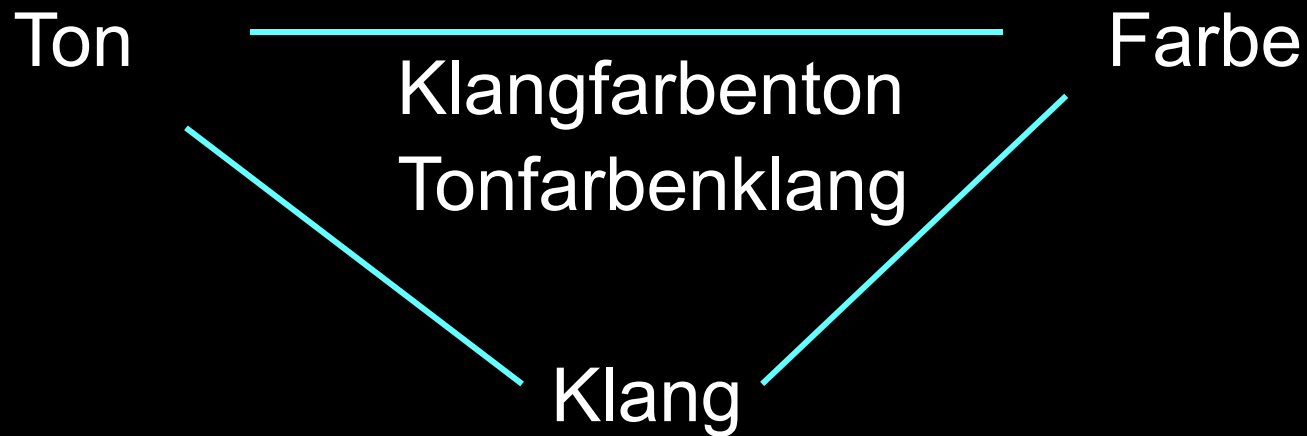
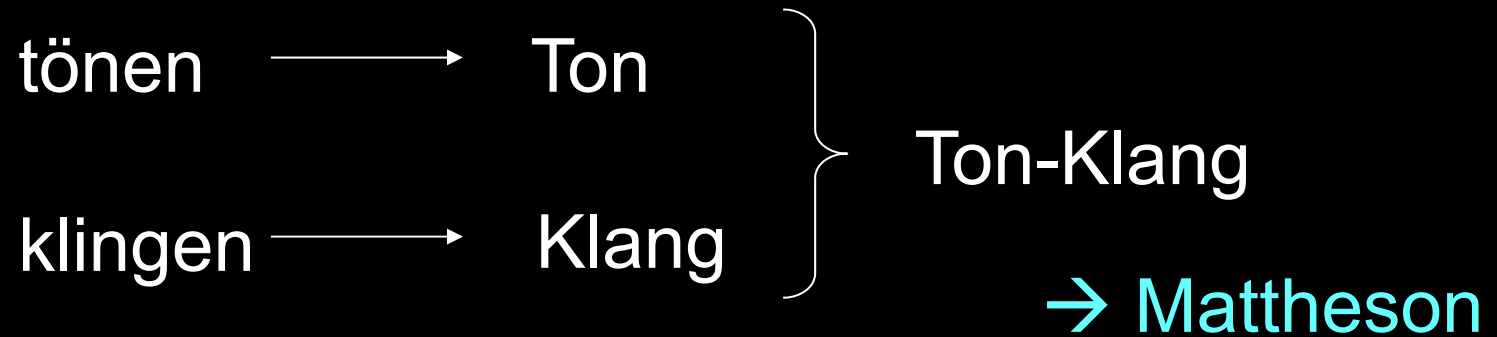
Ton einer Farbe

Farbe

Klang

Farbklang

Klang aus Farben



Petit Robert (1990)

Glocke, mit
Hammer
geschlagen

Spezifische
Qualität der Töne
eines Instruments,
unabhängig von
Höhe, Intensität
und Dauer

Phonetik: spezifische Tonqualität, die es
erlaubt, zum Beispiel ein a von einem o,
ein ä von einem e zu unterscheiden.

Schnarrsaite

TIMBRE [tɛ̃br(ə)]. *n. m.* (XIV^e; « sorte de tambour », XII^e; gr. byzantin *tumbanon*, gr. class. *tumpanon*. V. Tympan).

I. ♦ 1^o Cloche immobile frappée par un marteau. *Timbres d'un carillon*. — Calotte de métal qui, frappée par un petit marteau ou un vibreur, joue le rôle d'une sonnette. *Timbre d'appartement*. « J'entends un timbre; c'est un bruit net, sec, mécanique qui dit qu'on sonne et non qui sonne » (GONCOURT). *Timbre d'une machine à écrire*, qui tinte lorsque la frappe est sur le point d'atteindre la fin de la ligne. *Timbre de bicyclette*. *Timbre électrique*. V. **Sonnerie, sonnette**. ♦ (1608) *Fig. et fam.* (Vieilli) *Avoir le timbre brouillé, un peu fêlé*, être un peu fou, un peu dérangé. V. **Timbré**. ♦ 2^o (XVII^e).

Qualité spécifique des sons produits par un instrument, indépendante de leur hauteur, de leur intensité et de leur durée. V. **Sonorité**. *Le timbre de la flûte*. *Le timbre d'un son est caractérisé par l'intensité relative de ses harmoniques*.

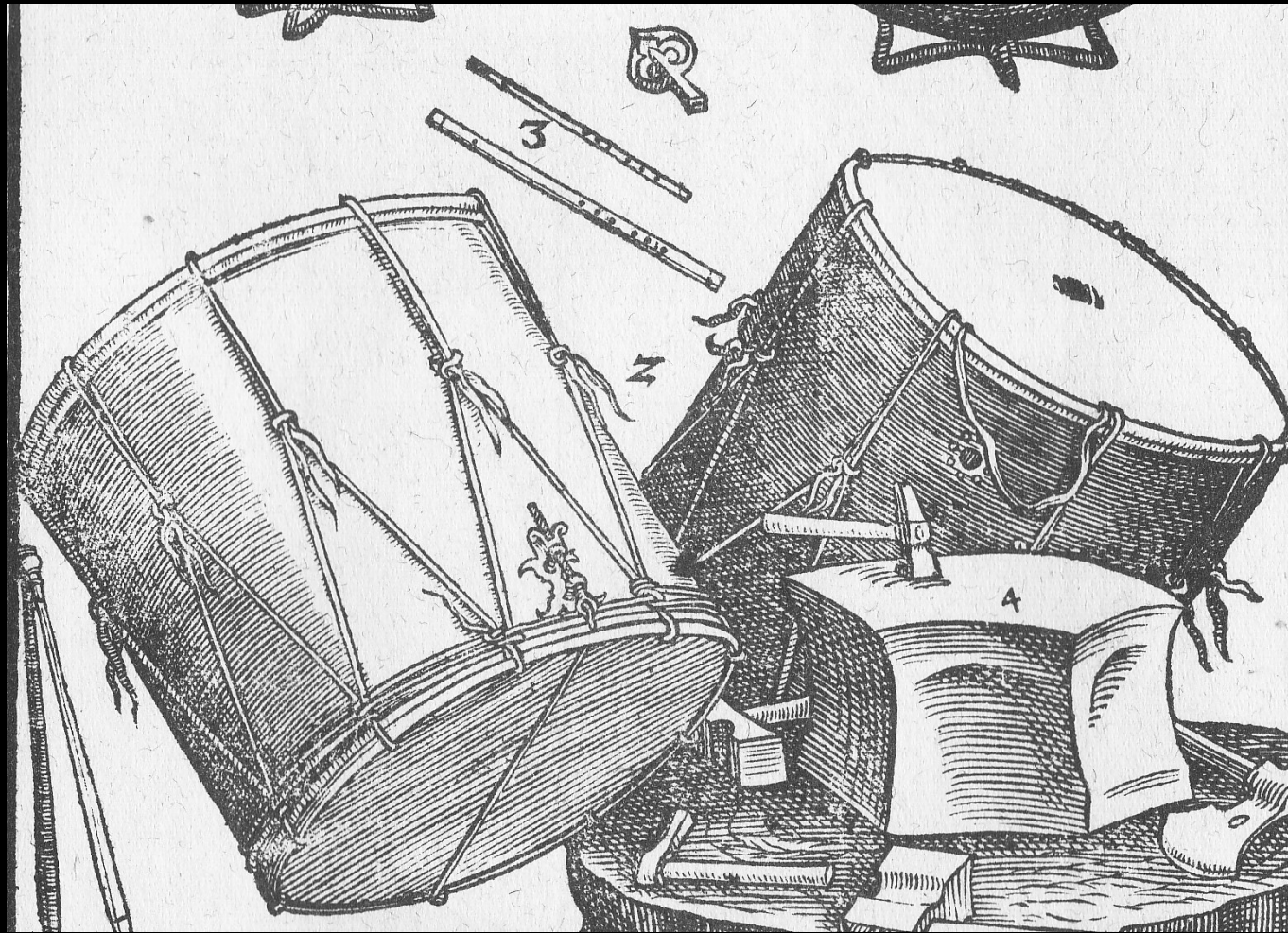
— **Par anal.** *Le timbre de la voix*. V. **Son**. « Enfin sa voix avait un timbre qui lui fit à son chant d'irrésistibles séductions »

Voix qui a du timbre : dont la sonorité est (voix cuivrée, bien timbrée). — **Phonét.**

du son, qui nous permet... de distinguer par exemple... un a d'un o, un e ouvert [ɛ] d'un e fermé [e] »

(MAROUZEAU). ♦ 3^o (1680). *Timbre ou corde de timbre*, corde à boyau tendue en double contre la peau inférieure d'un tambour (*peau de timbre*) pour augmenter sa résonance.

Praetorius 1619



Timbre = Schnarresaite

[→]

Suono [...] On confond souvent le mot **Suono** avec les mots **Voce**, **Corda**, **Tuono**, **Potenze** ou **Note**, [...] On distingue ordinairement trois autres **sortes de Sons**, sçavoir, **suoni gravi**, les Sons **graves** ou **bas**; **suoni acuti**, les Sons **aigu** ou **hauts** & **suoni mezzani** les sons qui tiennent le milieu entre le **grave** & l'**aigu** [...] Outre ces **différences des Sons**, on pourroit encore parler de ceux qu'on nomme **Soavi**, **Chiari**, **Sottili**, **Grossi**, **Duri**, **Aspri**, &c. Mais comme ce ne sont-là que des **différences accidentelle**, & que ces termes, d'ailleurs faciles à entendre, se trouvent dans tous les Dictionnaire, nous n'en parlerons pas davantage.

Tuono. [...] Car il signifie souvent un **Simple Son**, comme lorsqu'on dit qu'une Cloche, qu'un Instrument a un **bon Ton**, un Ton **mélodieux**, **harmonieux**, &c. Il signifie aussi souvent une certaine **Inflexion de la Voix** de l'homme propre à marquer diverses **passions de l'âme**. Ainsi on dit un Ton **doux & agréable**, un Ton **aigre**, & **menaçant**, un Ton **fier & imperieux**, un Ton de **maître**, un Ton **moqueur & ironique** un Ton **plaintif & dolent** &c. Mais comme toutes ces significations regardent plutôt la **Physique & la Grammaire** que la Musique, nous les passerons.

[◀13] Rousseau: Son / Tymbre

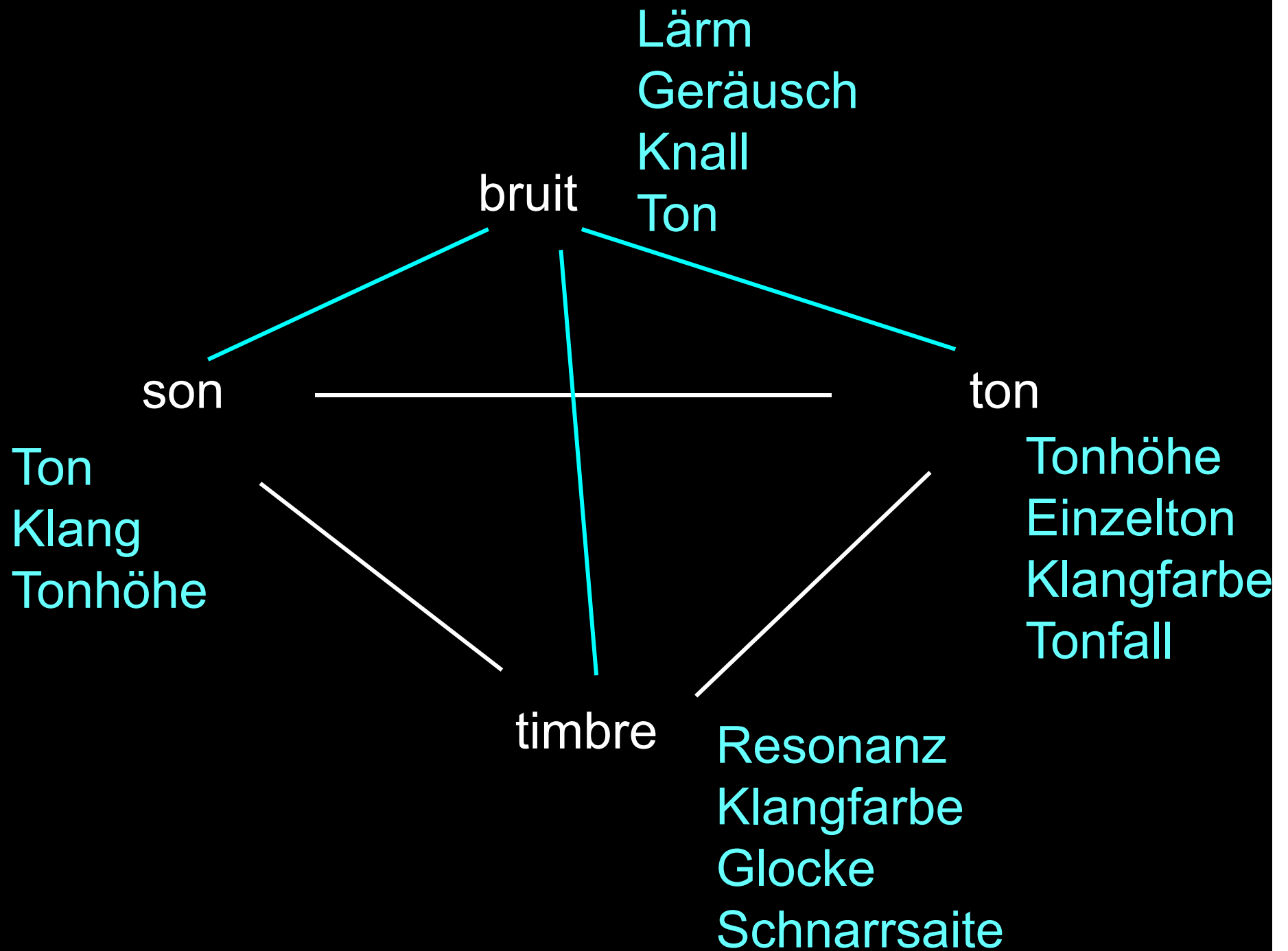
- Il y a **trois objets** principaux à considérer **dans le Son** ; le **Ton**, la **force** & le **tymbre**: Sous chacun de ces rapports le Son se conçoit comme modifiable: 1°. du grave à l'aigu: 2°. du fort au foible: 3°. de l'aigre au doux: ou du sourd à l'éclatant, & réciproquement. [Rousseau: Son 1767 [▶]]
- TYMBRE. On appelle ainsi, **par métaphore**, cette **qualité du son** par laquelle il est aigre ou doux, sourd ou éclatant, **sec ou moëlleux**. [Rousseau: Encyclopédie 1765 / Dictionnaire 1767] [▶]
- TIMBRE [...] ce sont deux **cordes de boyau**, posées sur la dernière peau d'un tambour, & et qui lorsqu'on bat la peau de dessus, **servent à faire resonner la caisse**. [▶]
- On dit en **un sens assez voisin**, le **timbre** d'une **cloche**, pour sa **résonnance**; le timbre de la **voix**; le timbre d'un **instrument musical**, d'airain ou de métal. [Jaucourt, Encyclopédie 1765][▶]

Bruit & Son

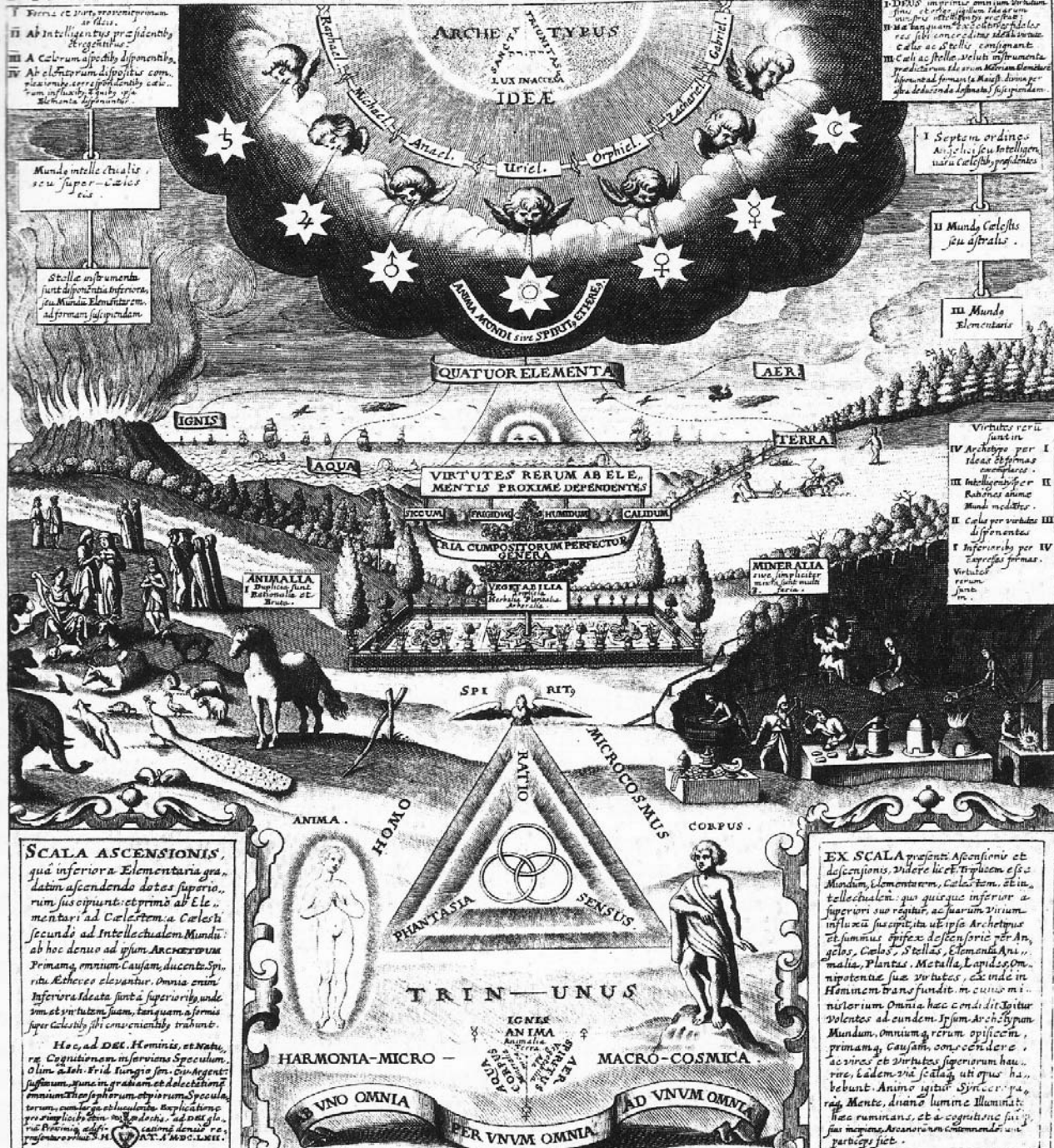
- **Le bruit est un; le son** au contraire **est composé**: un son ne frappe jamais seul nos oreilles; on entend avec lui d'autres sons concomitants; qu'on appelle ses **harmoniques**. [Diderot 1748] [▶]
- Ne pourroit-on pas conjecturer que le **bruit** n'est point d'une autre nature que le Son, qu'il n'est lui-même que **la somme d'une multitude confuse de Sons divers**, qui se font entendre à la fois & contrarient, en quelque sorte, mutuellement leurs ondulations? [Rousseau 1767] [▶]

Bruit & Son (2)

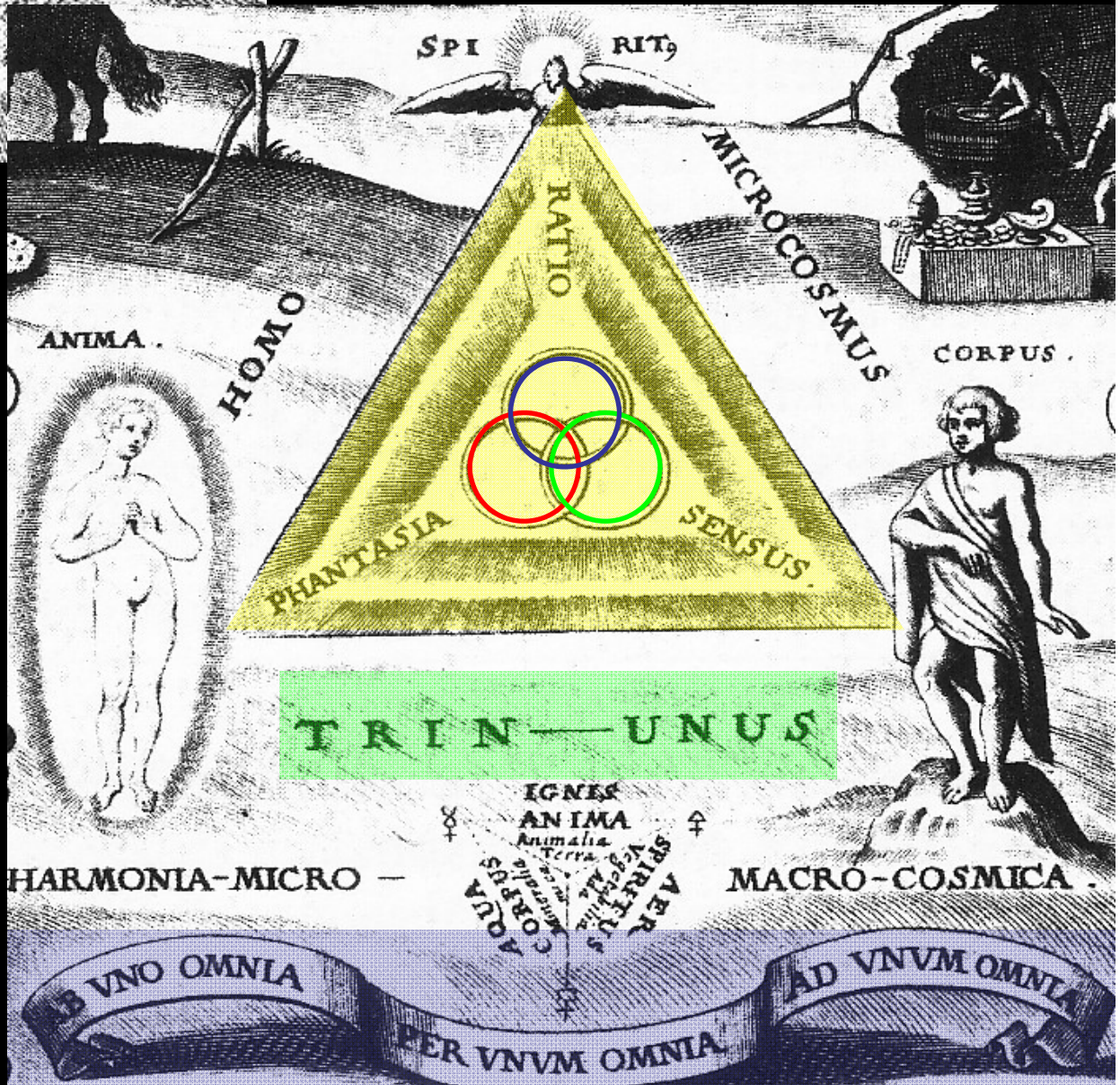
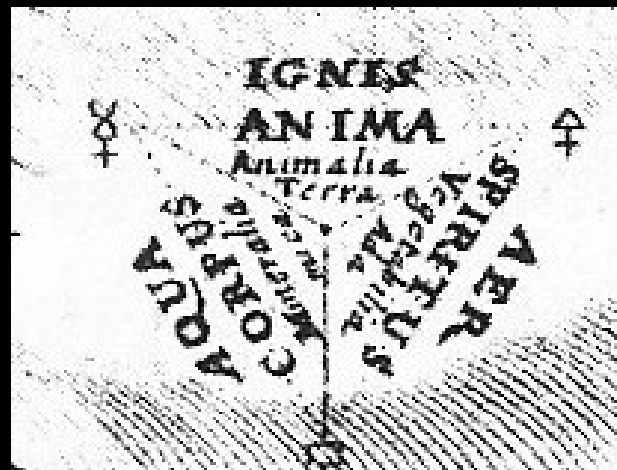
- Pour le **Bruit**, qui est **l'assemblage & le mélange de tous les tons**, comme la **Lumière** l'est de **toutes les couleurs** [de Mairan 1720] [▶]
- Quand l'agitation communiquée à l'air par la collision d'un corps frappé par un autre, parvient jusqu' à l'organe auditif, elle y produit **une sensation qu'on appelle *Bruit*** (Voyez BRUIT.) Mais il y a **un Bruit résonnant et appréciable qu'on appelle *son***. Les recherches sur le ***son absolu*** appartiennent au **Physicien**. Le **Musicien** n'examine que le ***son relatif***; il l'examine seulement par ses **modifications sensibles** [Rousseau 1767] [▶]



SCALA DESCENSIONIS VIRTUTUM OCCULTARUM IN INFERIORA.

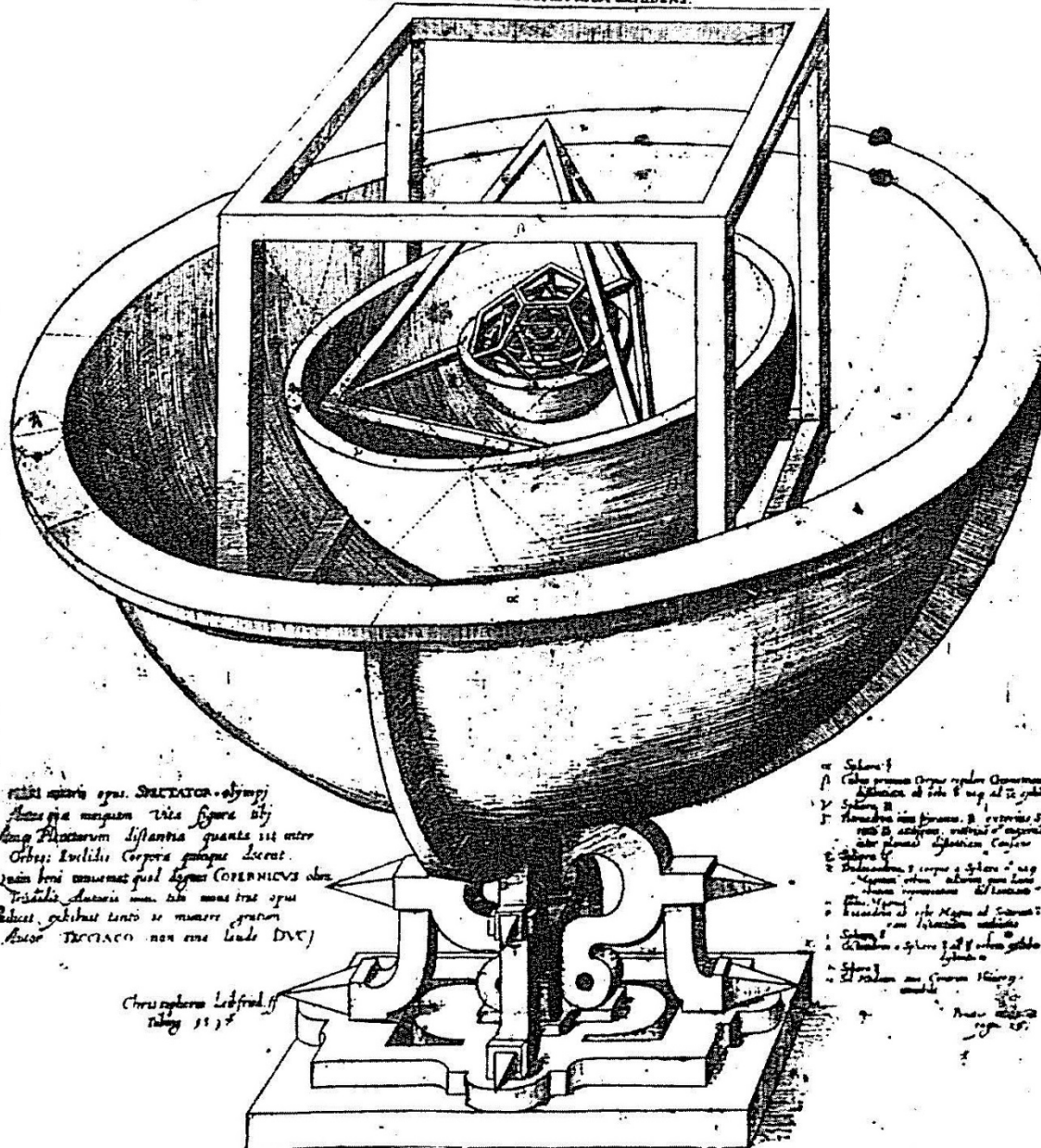


Jungius
1662



Jungius 1662
Details

TABVLA MIOBIVM PLANETARVM DIMENSIONES ET DISTANTIAS PER QVINQVE
REGVLARIA CORPORA GEOMETRICA EXHIBENS.

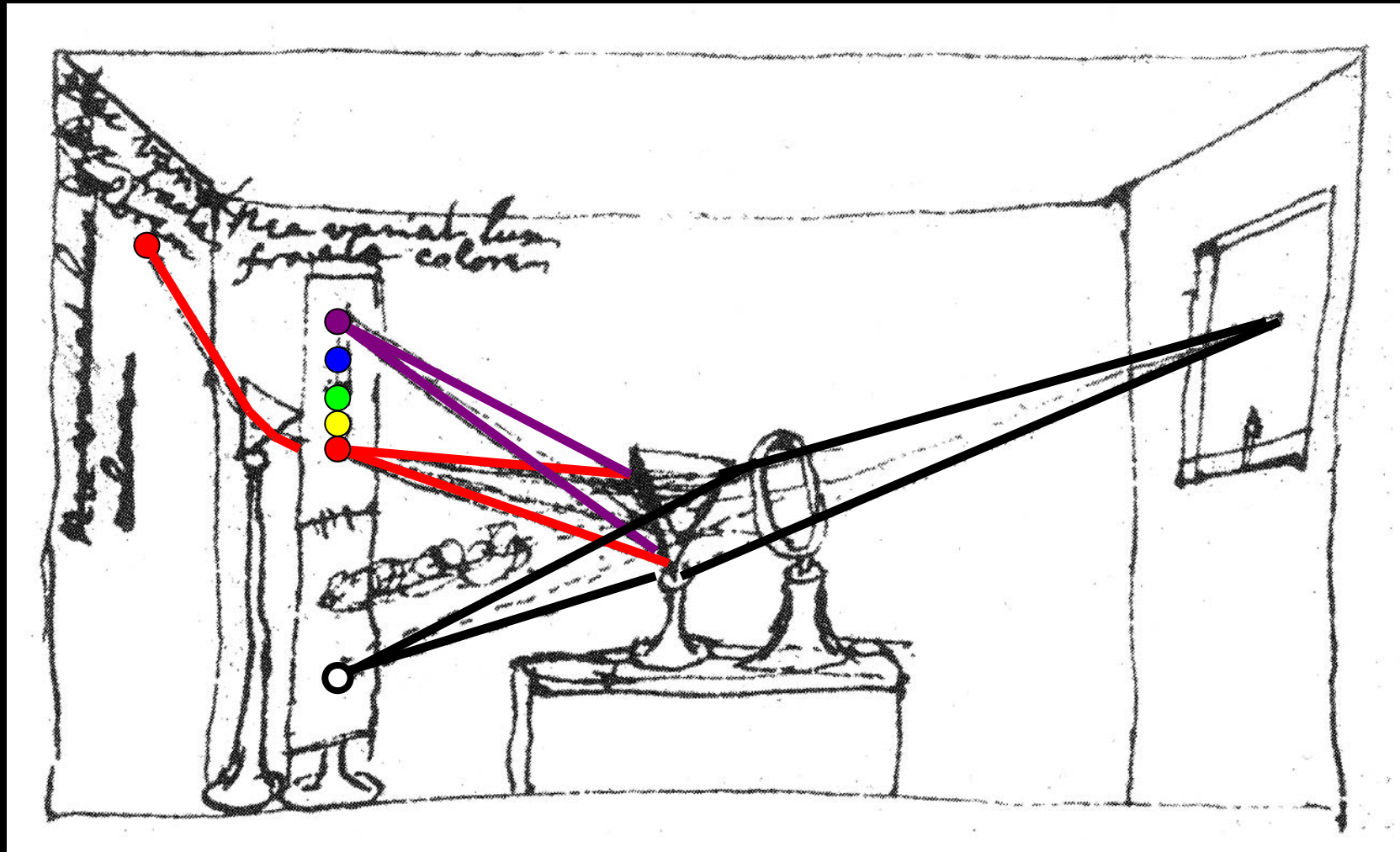


*Tabulae huius operis. SPECTATOR. obijci
 Attende quia nunquam ultra figura ubi
 longi Planetarum distantia quante sit inter
 Orbis: Invidiosi Corpora quaque Locat.
 Quam bene conveniat quod legitur COPERNICUS abire
 Invidiosi Auctoris non. tunc non tunc opus
 Cuiusmodi habitus tanto se mutare gratum
 Auctore TITICACO non esse laude DUCI*

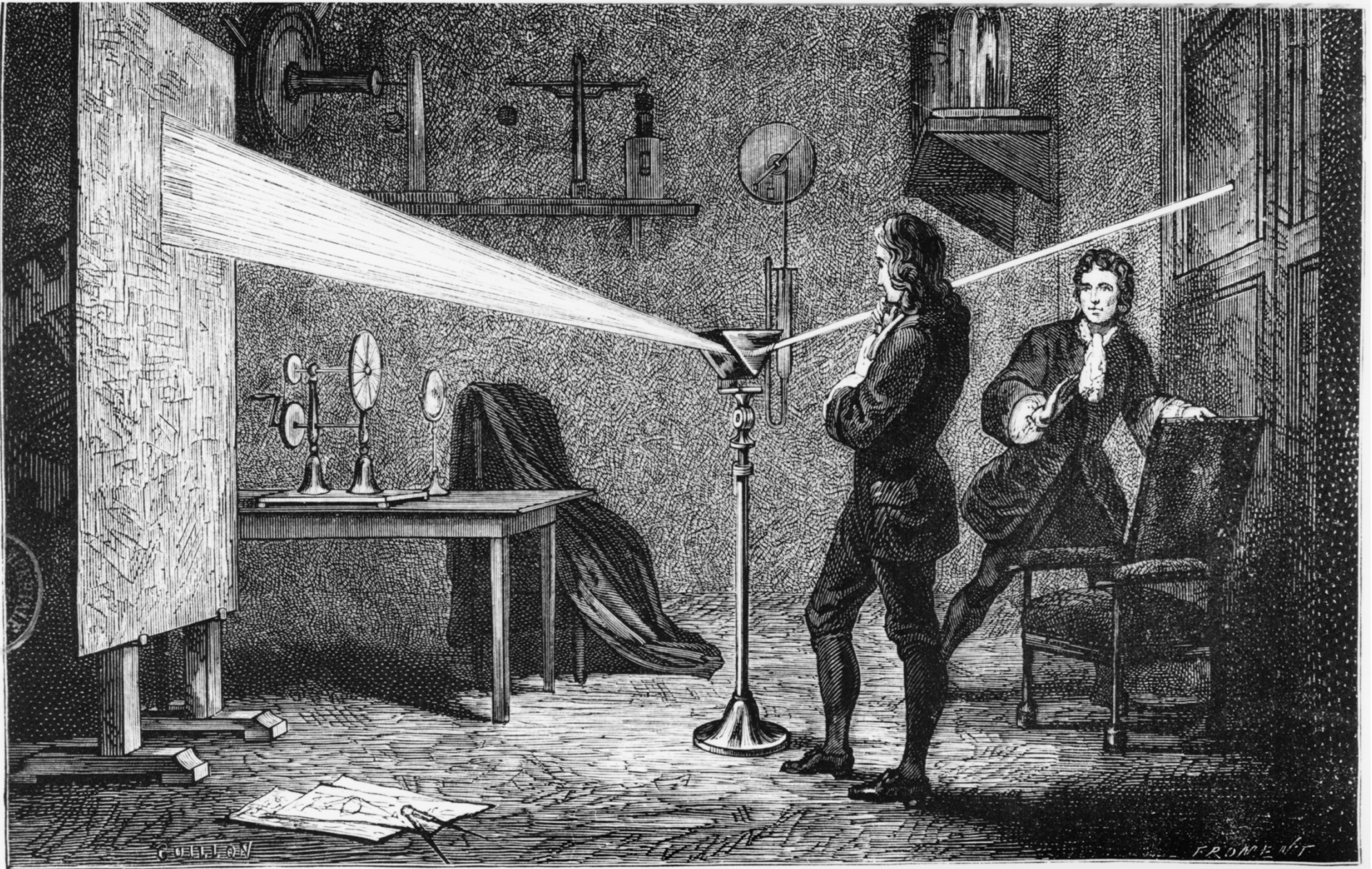
*Christophorus Wolfred. ff
 Tabulae 11 12*

- 1. Solare
- 2. Mercurii
- 3. Venus
- 4. Terra
- 5. Martis
- 6. Iovis
- 7. Saturni
- 8. Cometarum
- 9. Stellarium fixarum
- 10. Stellarium fixarum

Sonnenlicht – Einheit in der Vielheit



Newtons "Experimentum crucis" (1666)



NEWTON DÉCOMPOSE LA LUMIÈRE AU MOYEN DU PRISME

Newton: Prisma, Kamm, Linse

Book I. Part II. Plate II.

Fig. 6.

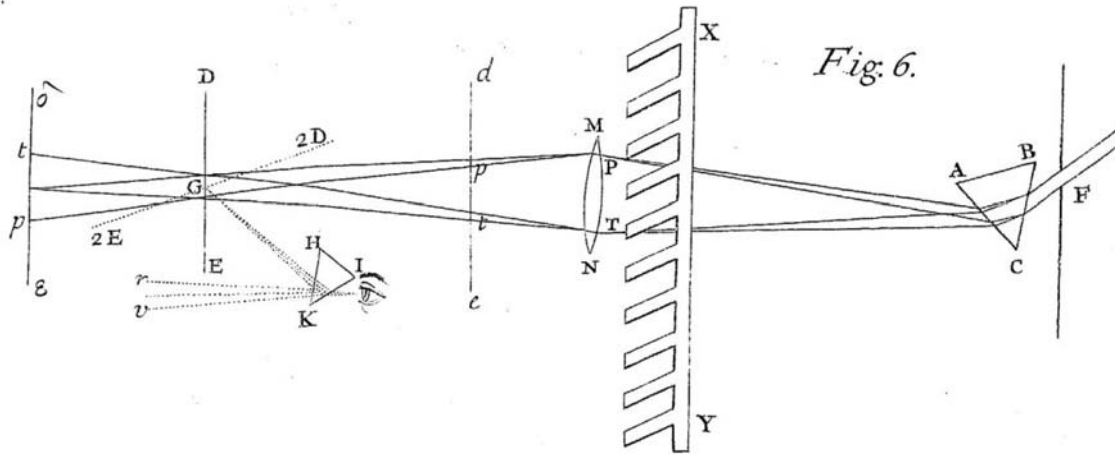
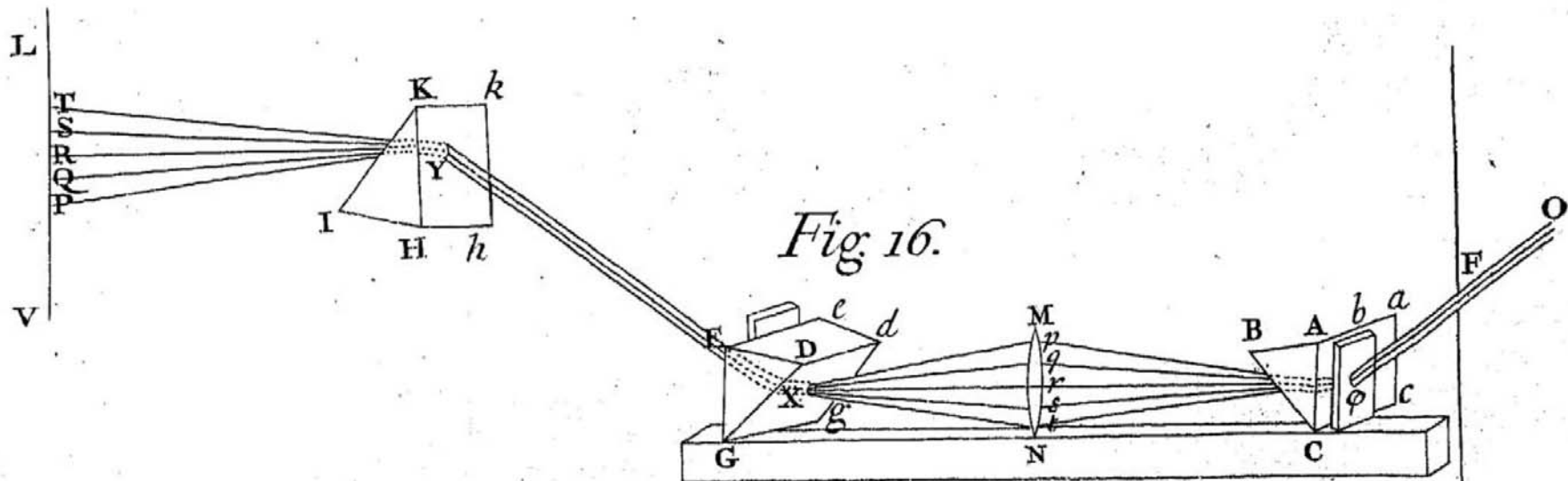


Fig. 16.



Isaac Beeckman: Vielheit in der Zeit

- **Non** oportet existimare sonum quem percipiunt aures nostras, **unum et individuum** esse, quia pausa inter sonum et sonum non est perceptibilis: **componitur** enim **sonus quem audimus ex** tot **sonis**, quot sunt redivitûs chordarum ad locum suum. [Beeckman 1604-1634/I, 53: 1614]
- **Sonus in pluribus ictûs divisibilis** [1628(?)]
- → Impulsfolgen (Galileo; North; Euler; Ohm/Seebeck-Streit)

Impulsfolgen: Francis North 1667

Tab: i.

16.
8
4
2
1

Octaves.

3
2
Fifths.

4
3
Fourths.

5
4
Third Sharp.

6
5
Third flat.

6 } 3^d flat.
5 }
3 }

Sixth sharp.

8 }
5 }
4 } 3^d sharp.

Sixth flat.

Tab: ii.

Octaves.
Fifths.
Fourths.
Third Sharp.
Third flat.

Impulsfolgen: Leonhard Euler 1739

1. *fig. 1.*

2. *fig. 2*
1.

3. *fig. 3*
1.

4. *fig. 4*
1.

5. *fig. 5*
2.

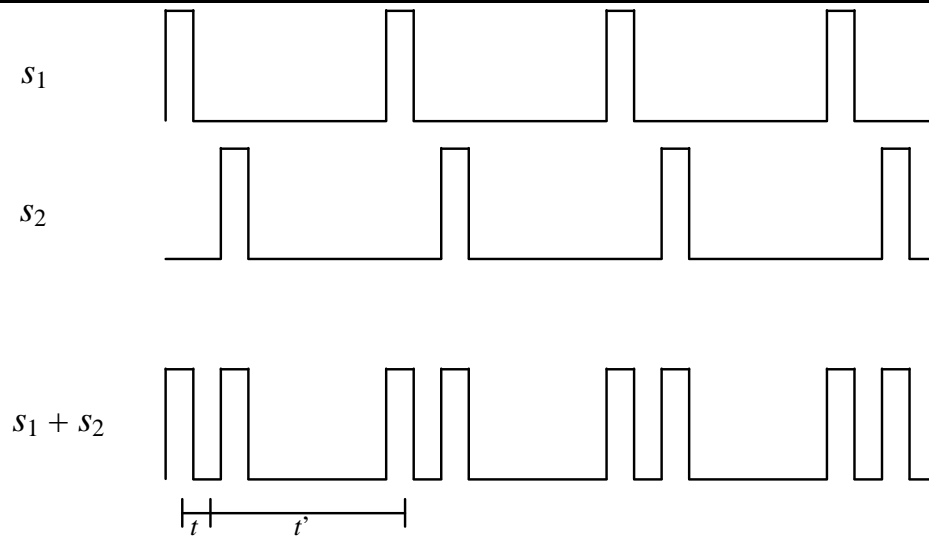
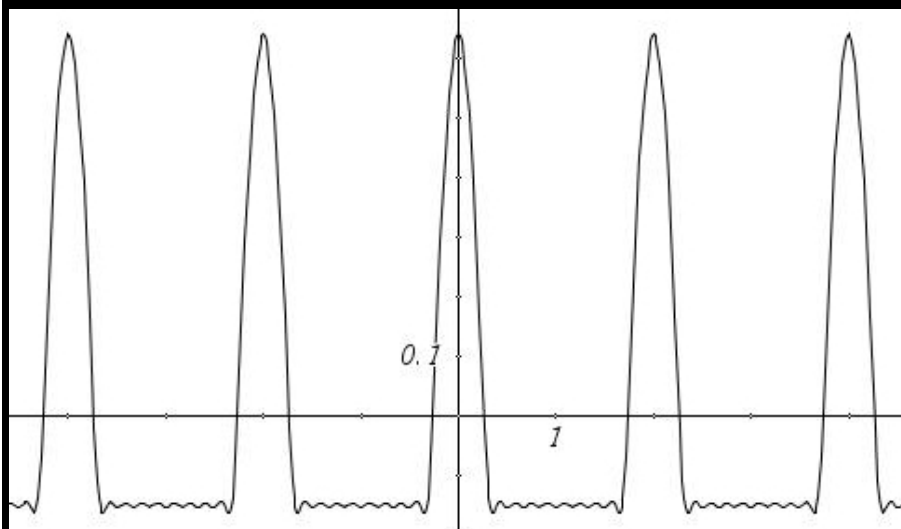
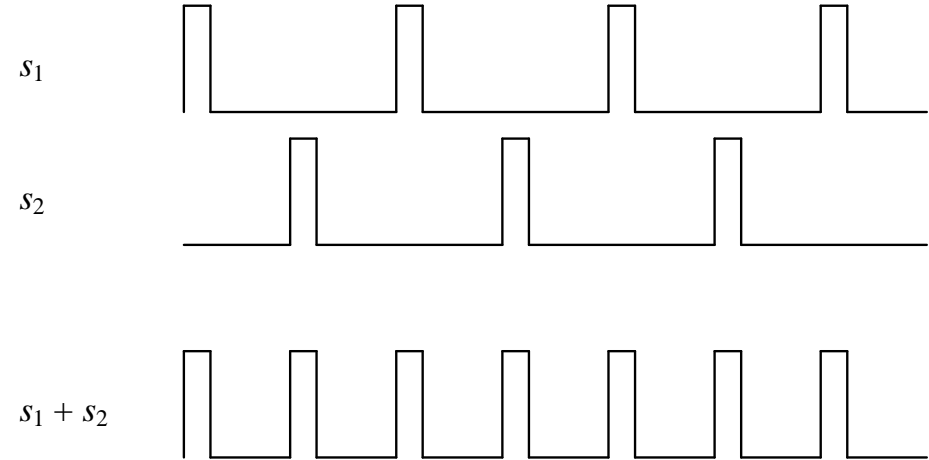
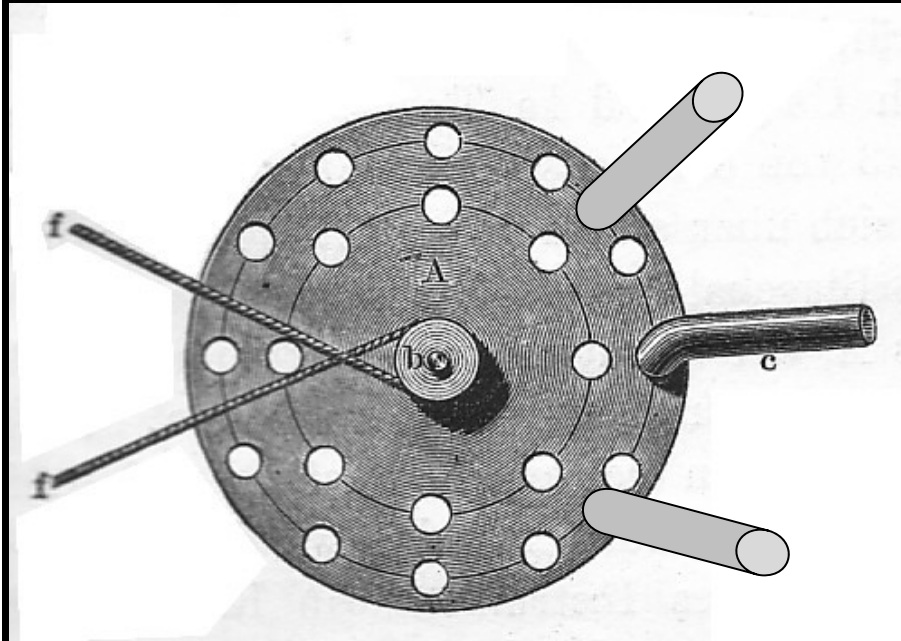
4. *fig. 6*
3.

5. *fig. 7*
4.

5. *fig. 8*
3.

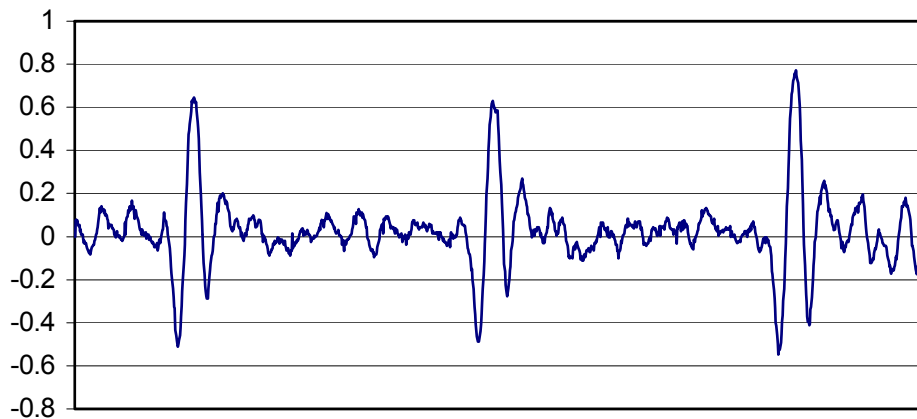
6. *fig. 9*
5.
4.

Lochsirene

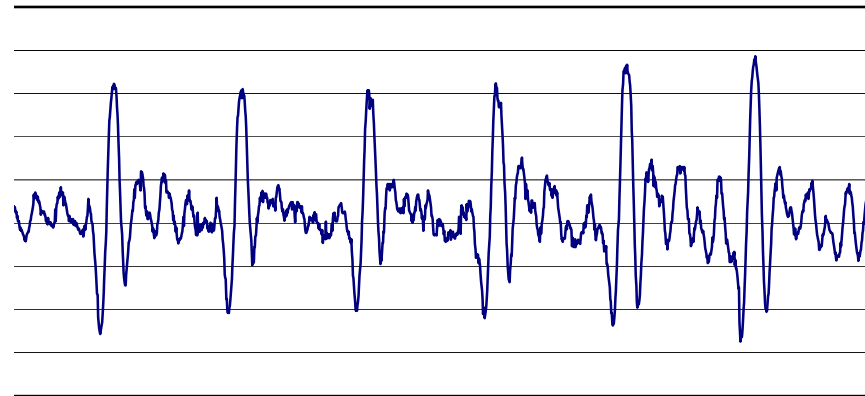


Lochsirene (dm 2005)

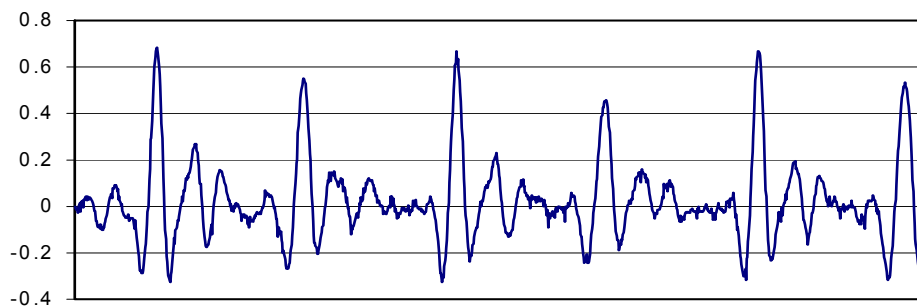
Ik03plus04_01



Ik03plus04_01 + transl



Ik03plus04_02

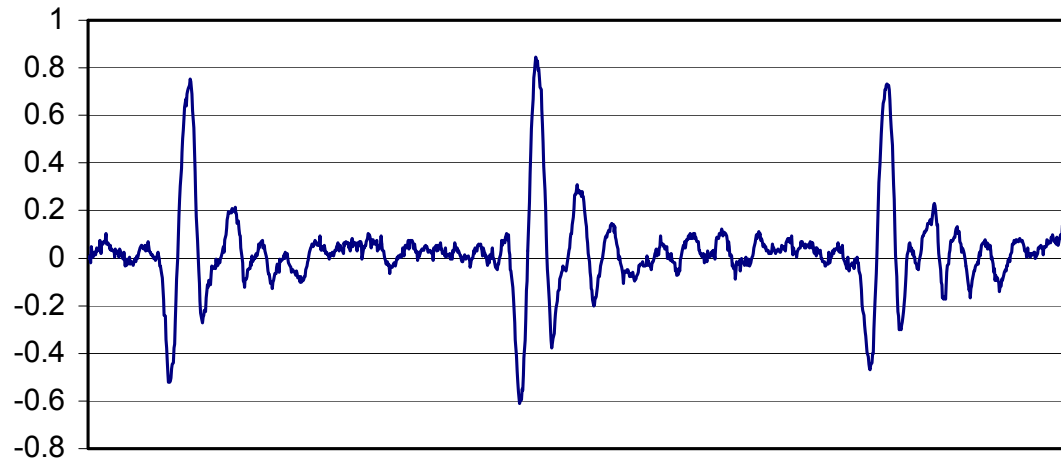


↑ Graphische,
phasenversetzte
Selbstüberlagerung

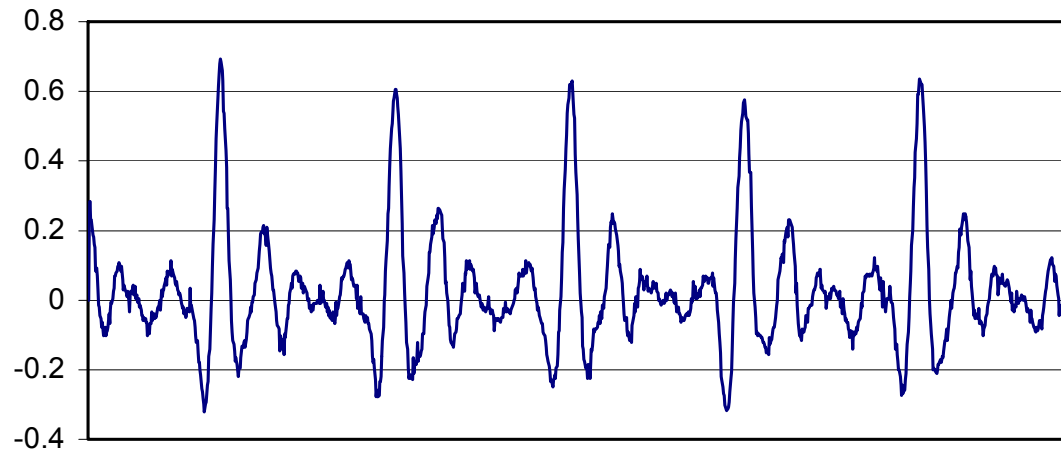
Unisono über verschiedenen
Lochkreisen (phasenversetzt)

Lochsirene (2005)

Ik03_01

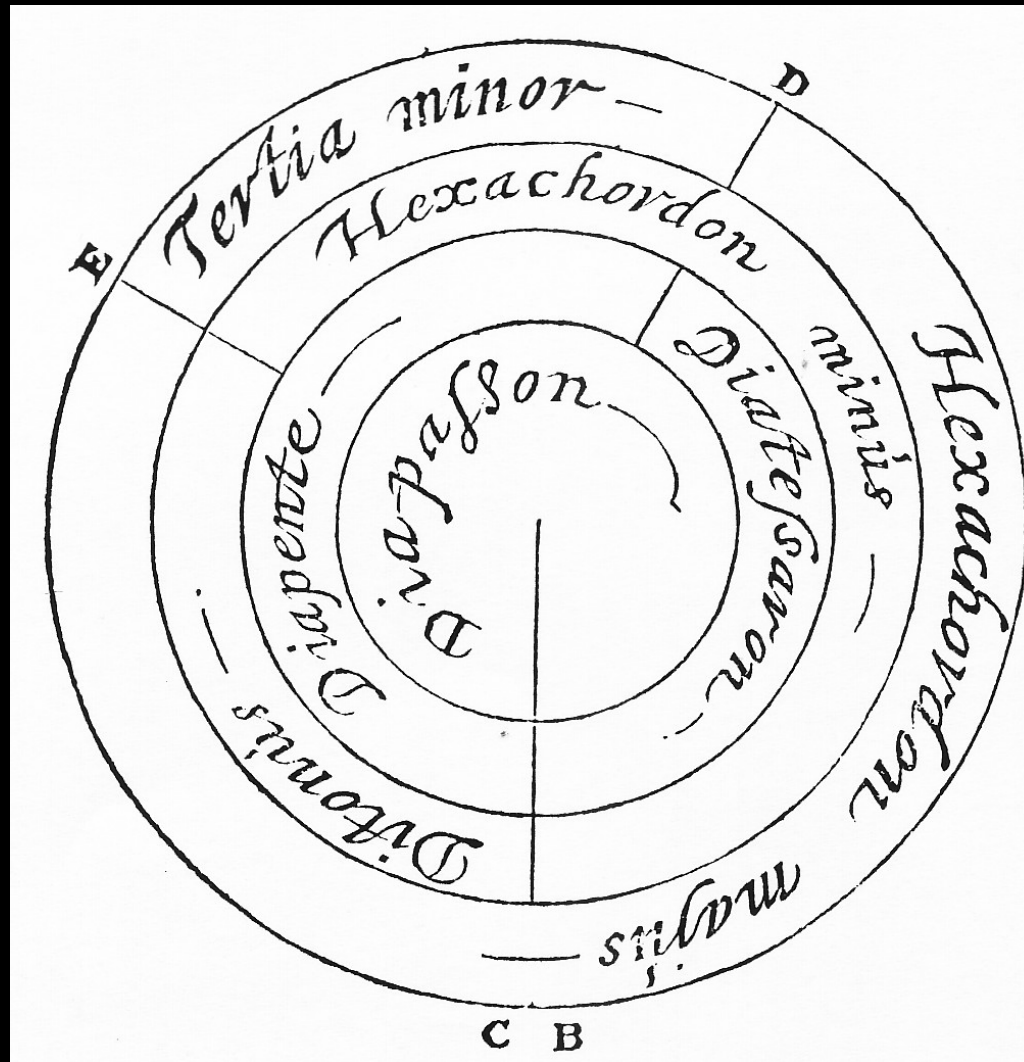


1 Düse



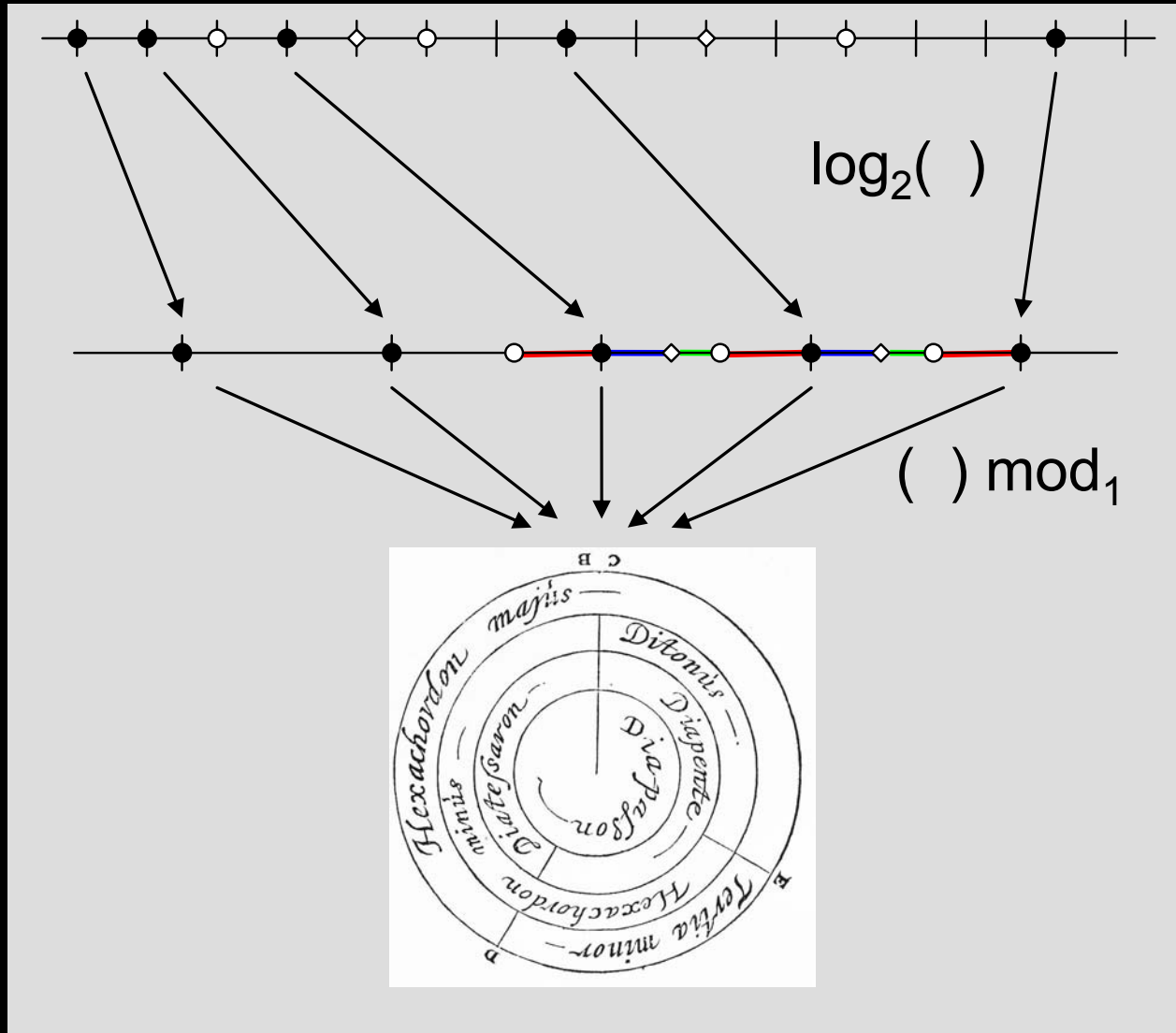
2 phasenversetzte
Düsen über dem
gleichem Lochkreis

Oktave: Einheit in der Zweiheit René Descartes (1619/51)



[→ 17a/c]

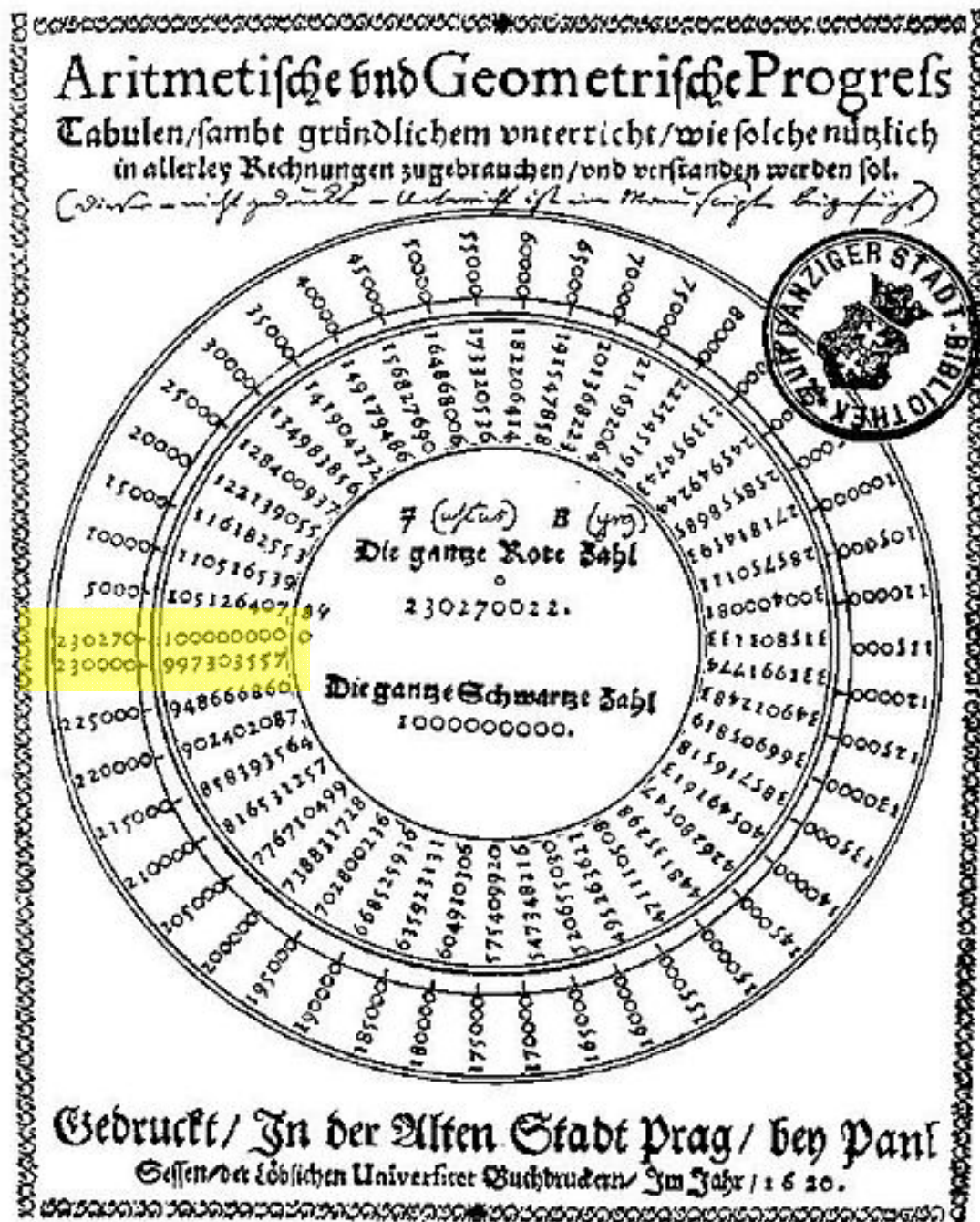
Oktave: Tonigkeiten



Weber/Fechner

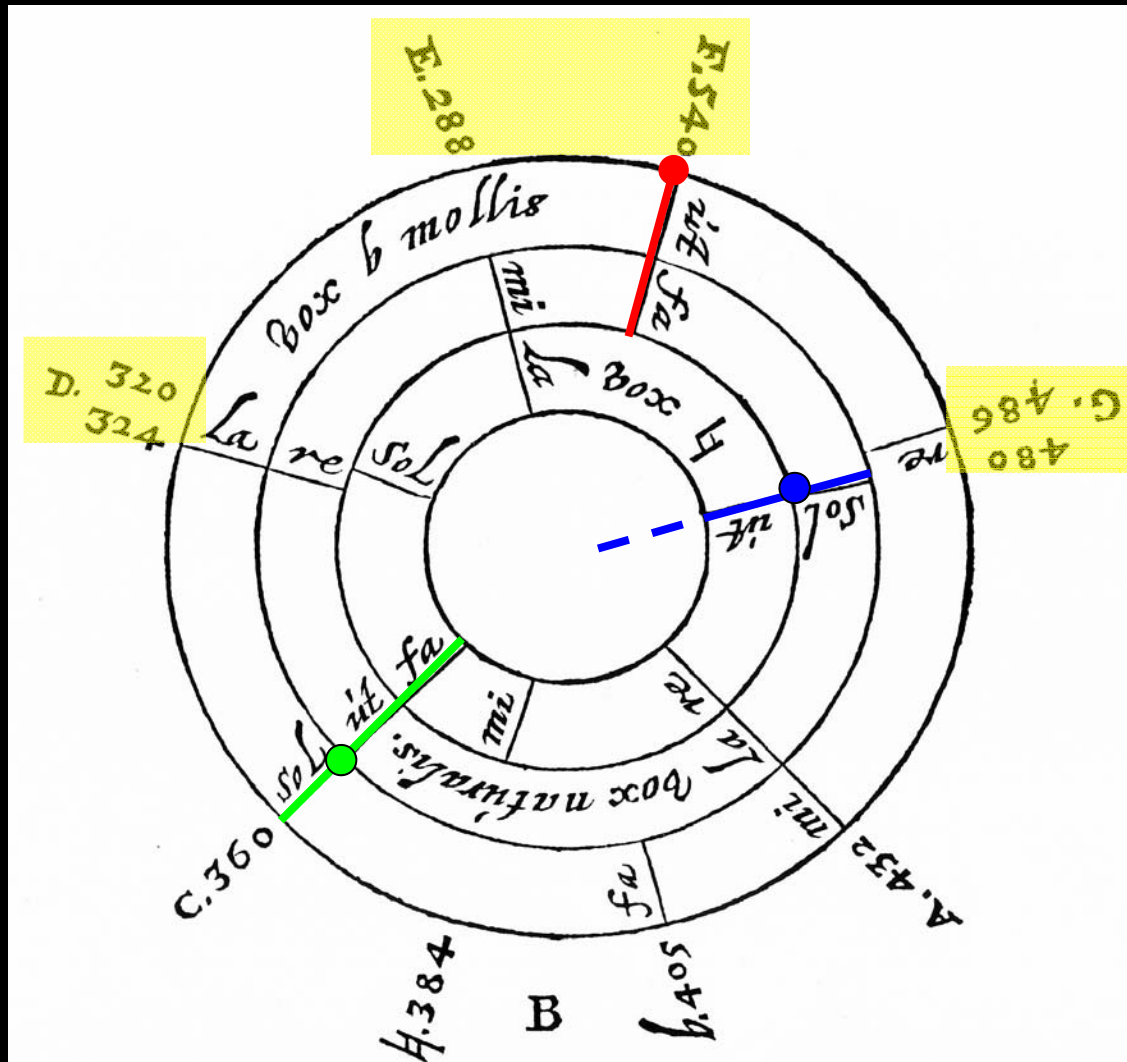
modulo Oktave

Jost Bürgi (1620)

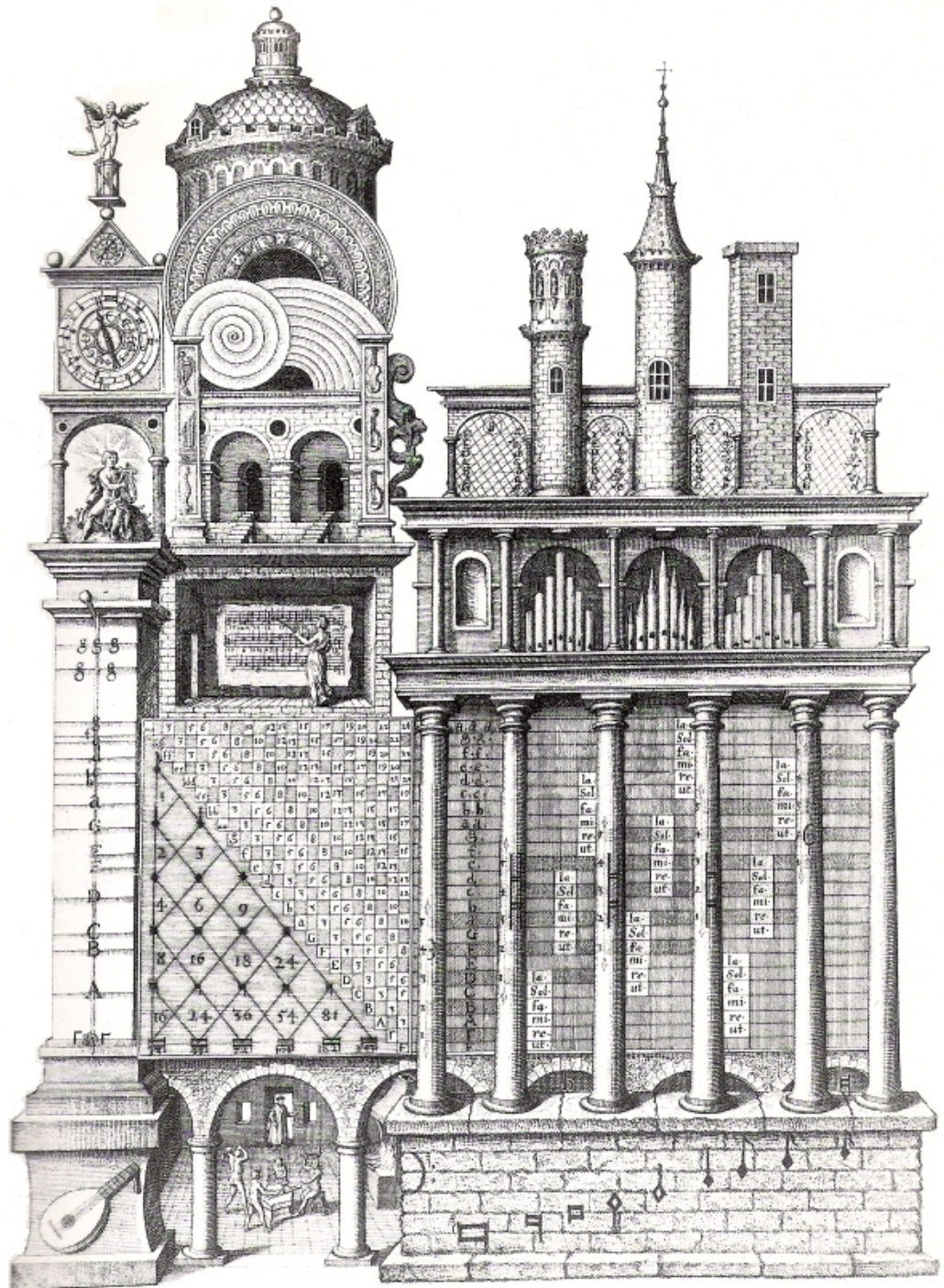


Titelblatt von Jost Bürgis Logarithmentafel

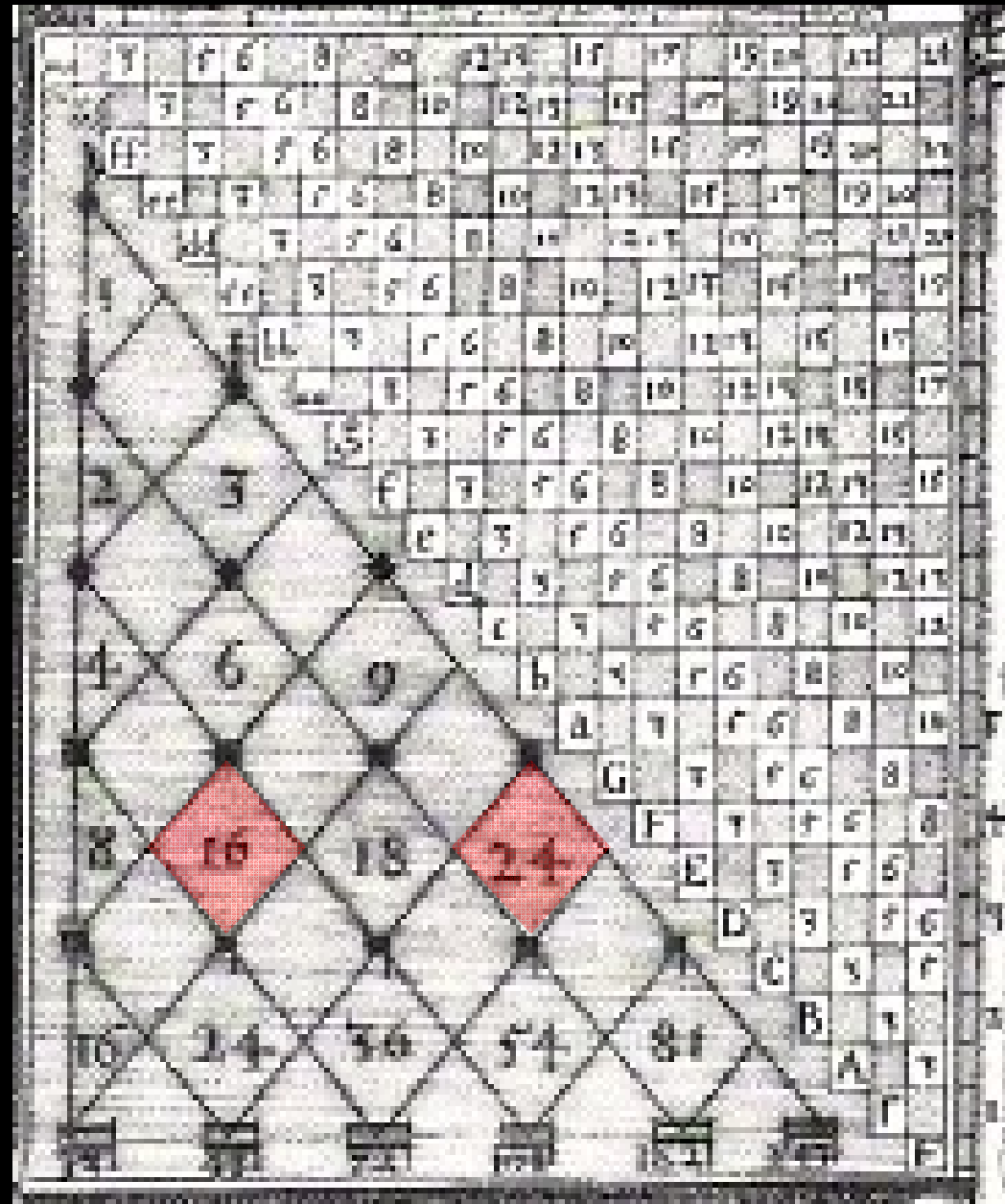
Descartes' Tonsystem (1619/51)



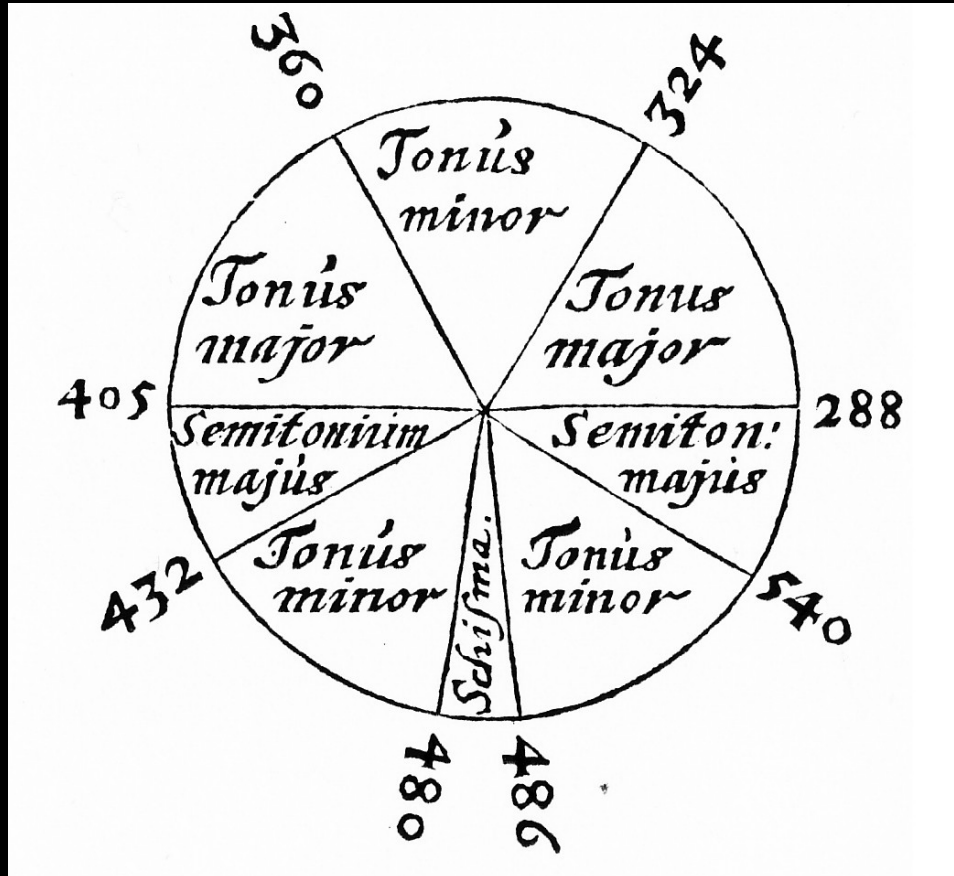
Robert Fludd (1574–1637): Temple of Music



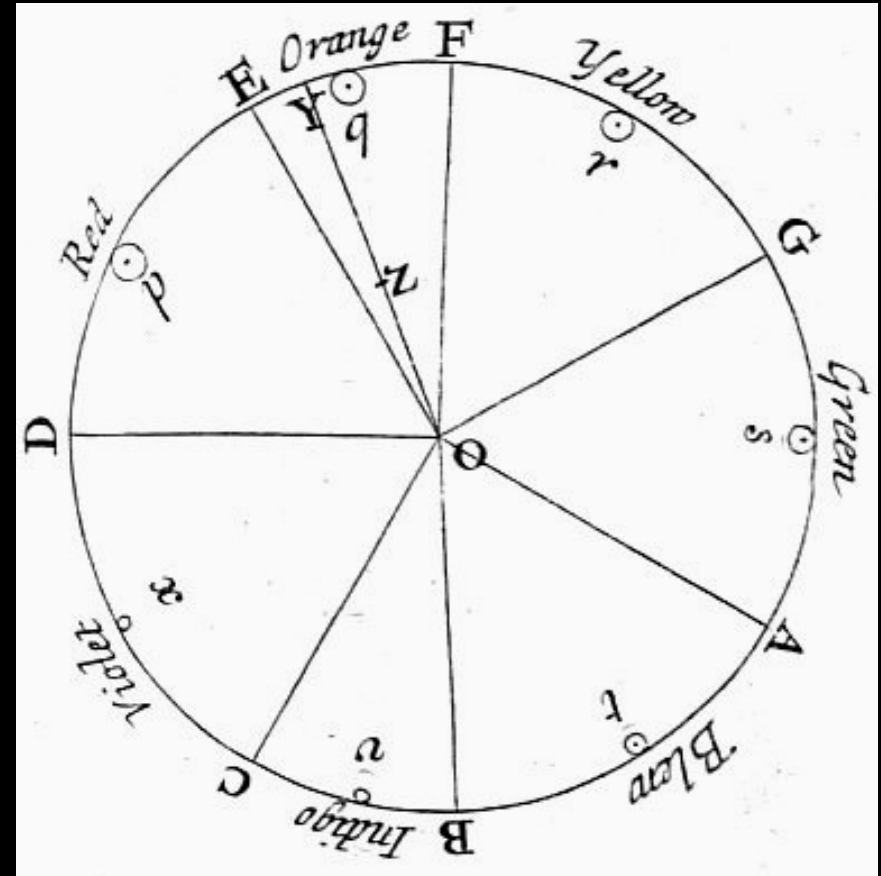
Robert Fludd:
Temple of Music
Matrix



Ton- und Farbkreis

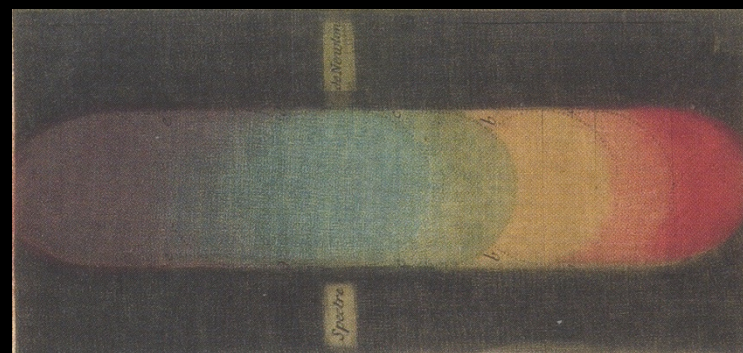
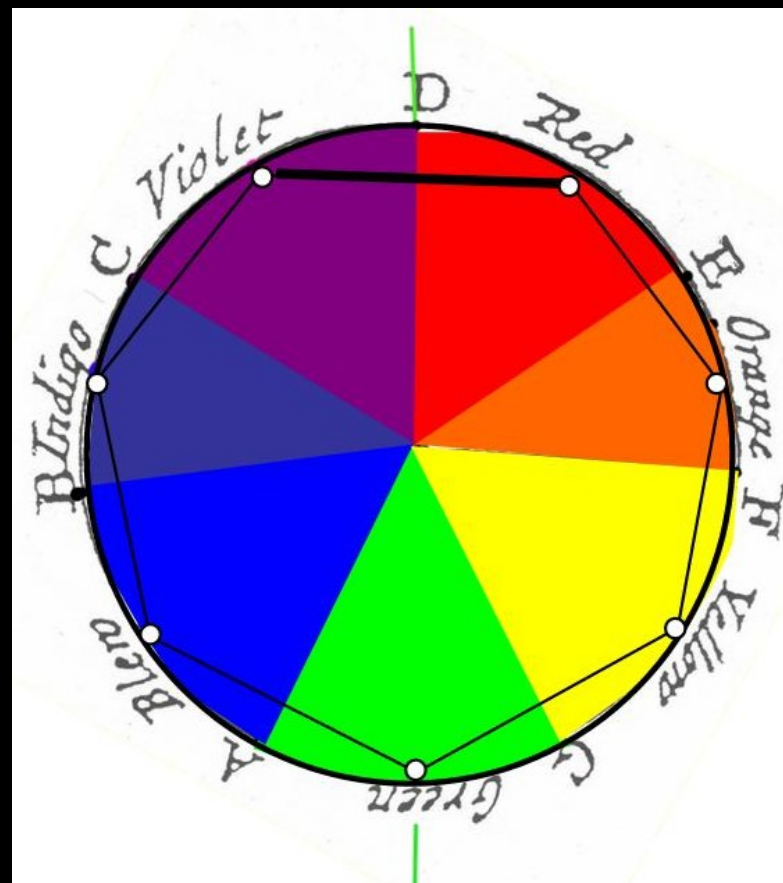


Descartes (1619 / 50)

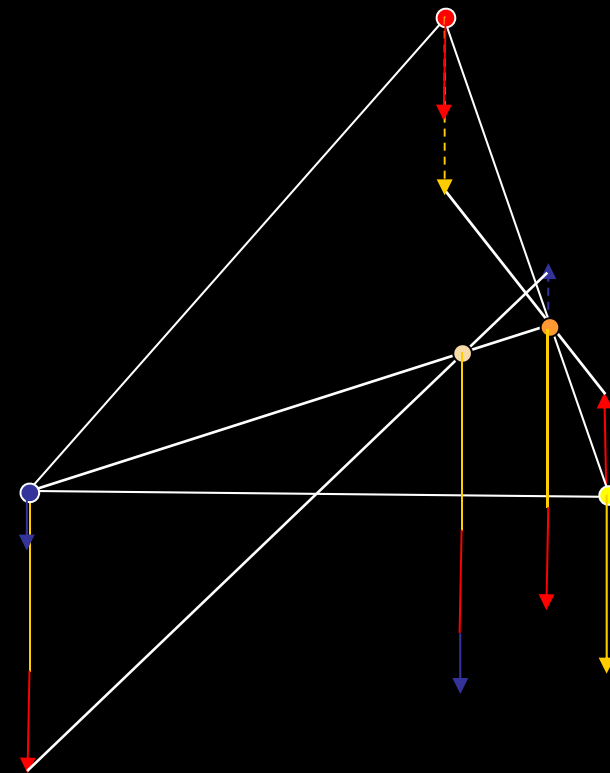
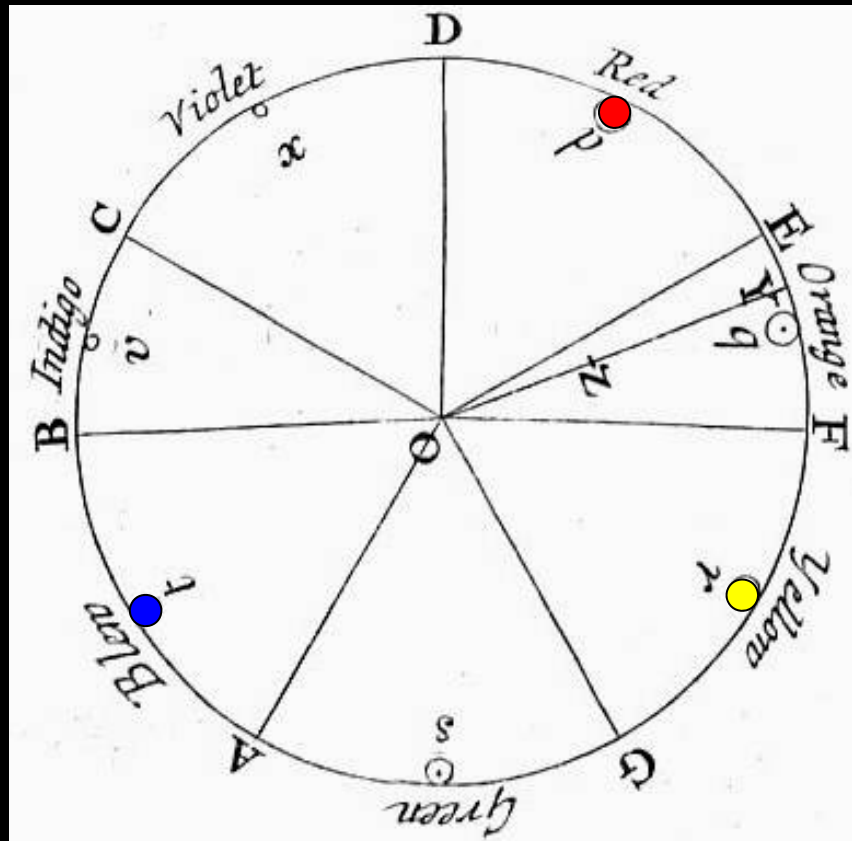


Newton (1704)

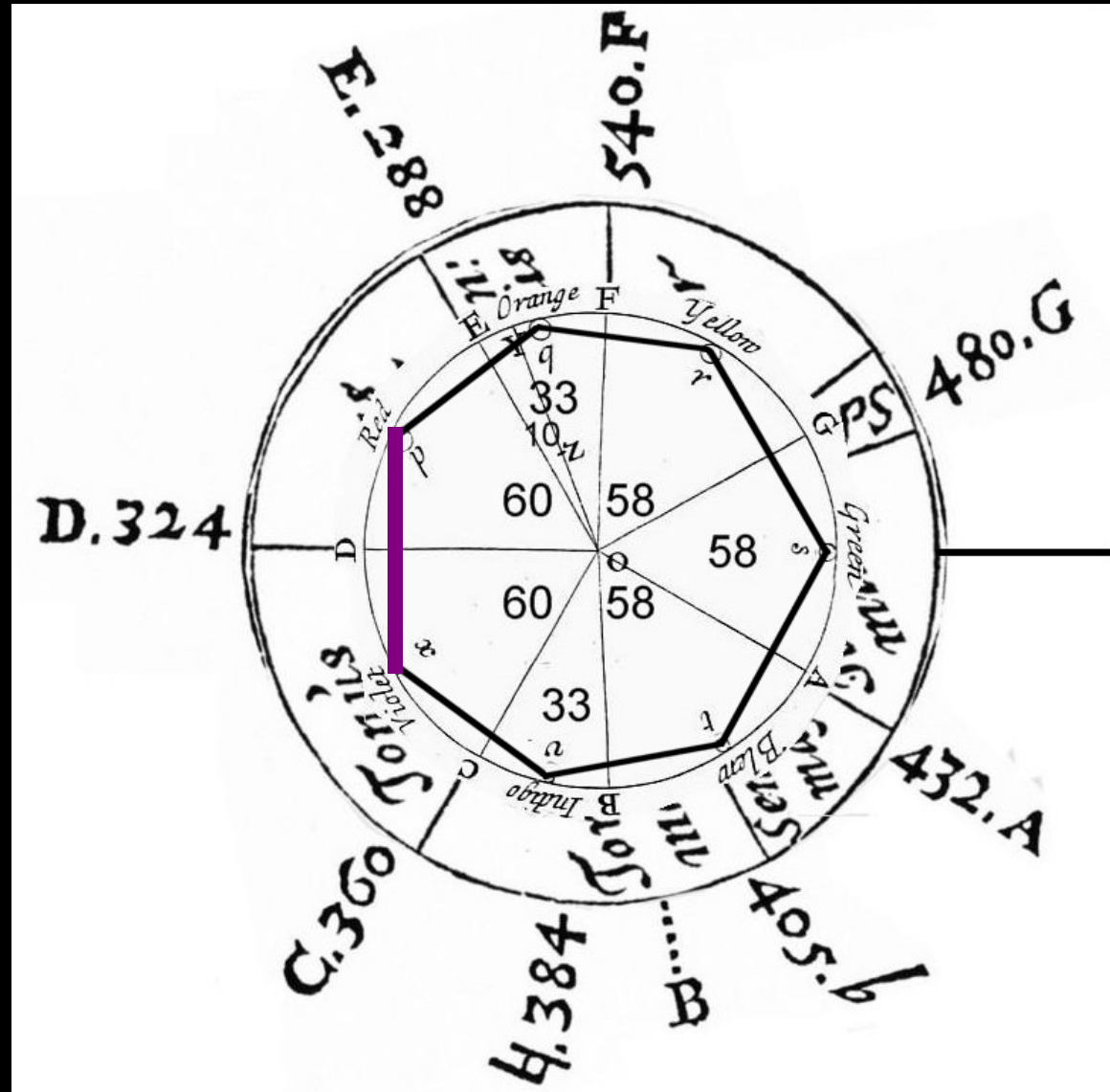
Newtons Farbkreis



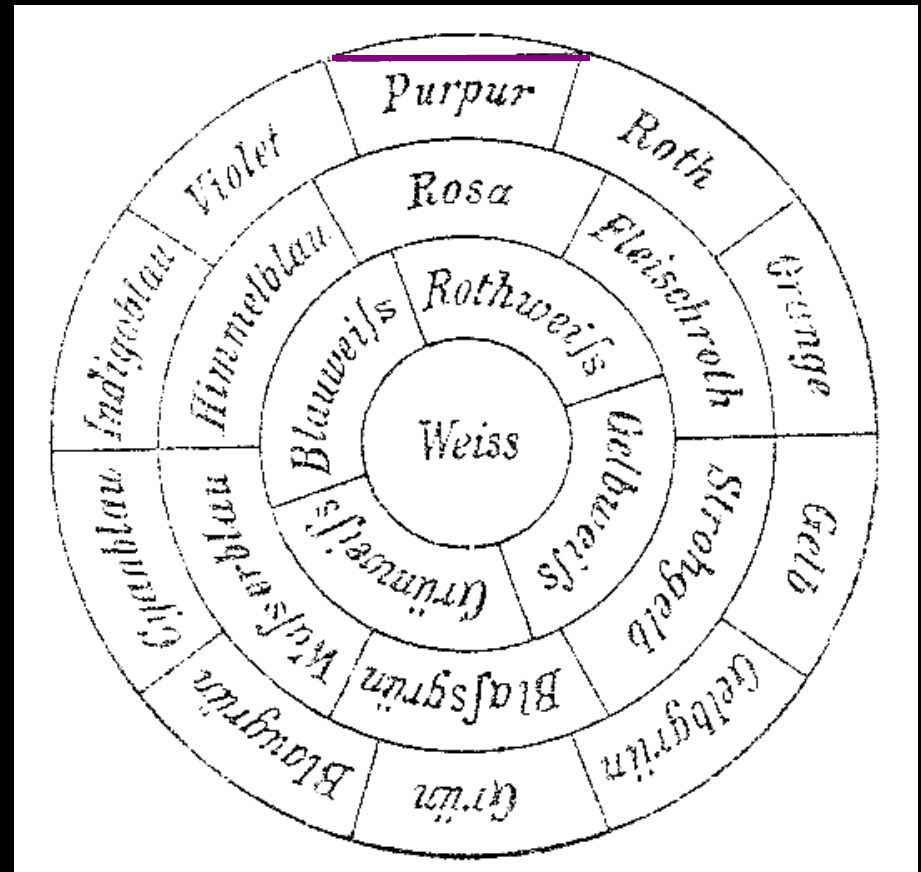
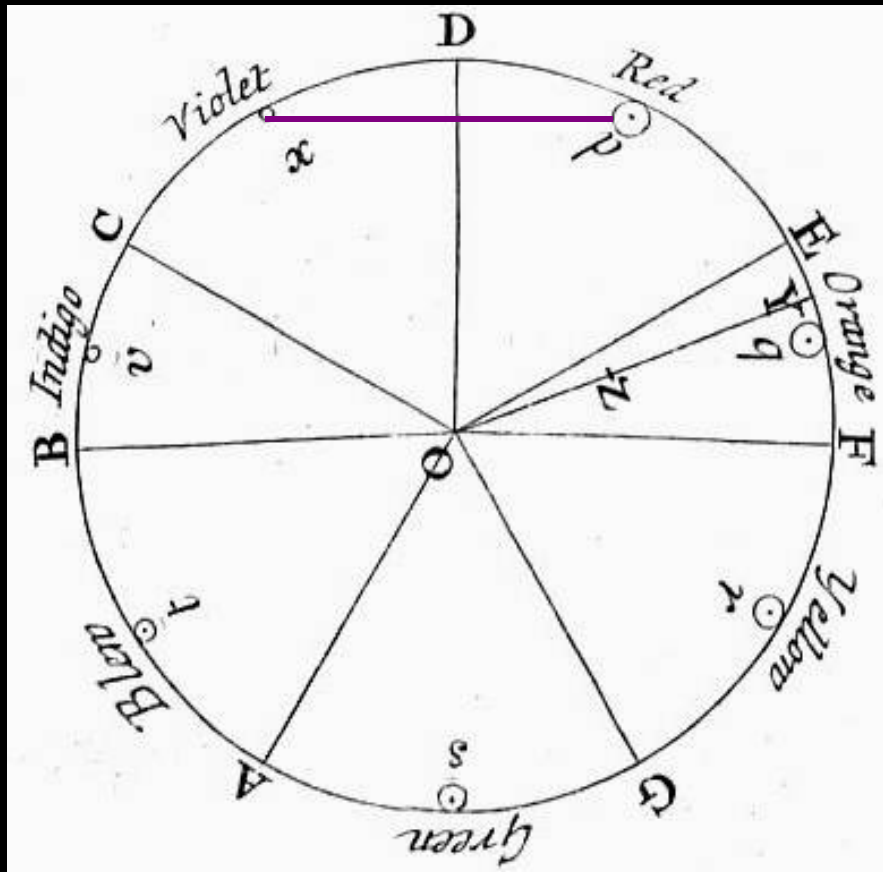
Farbkreis: Schwerpunktskonstruktion



Descartes/Newton: Ton-/Farbkreis



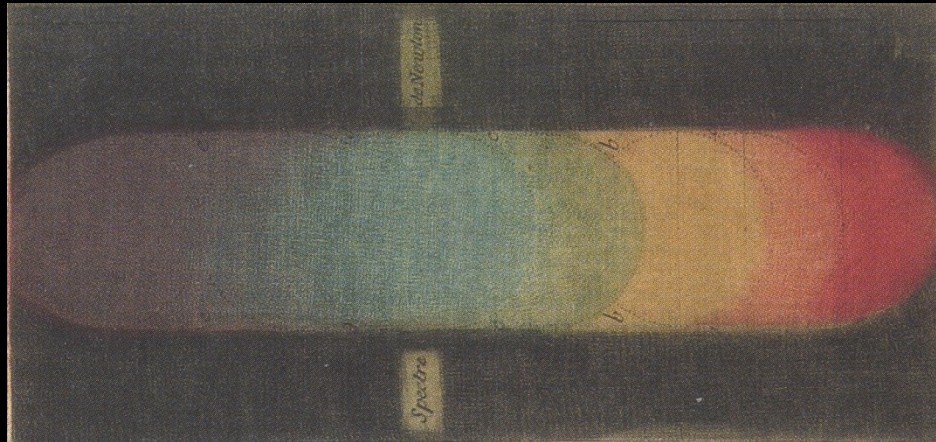
Farbkreise: Newton / Helmholtz



[→ Helmholtz: Schuhsohle]

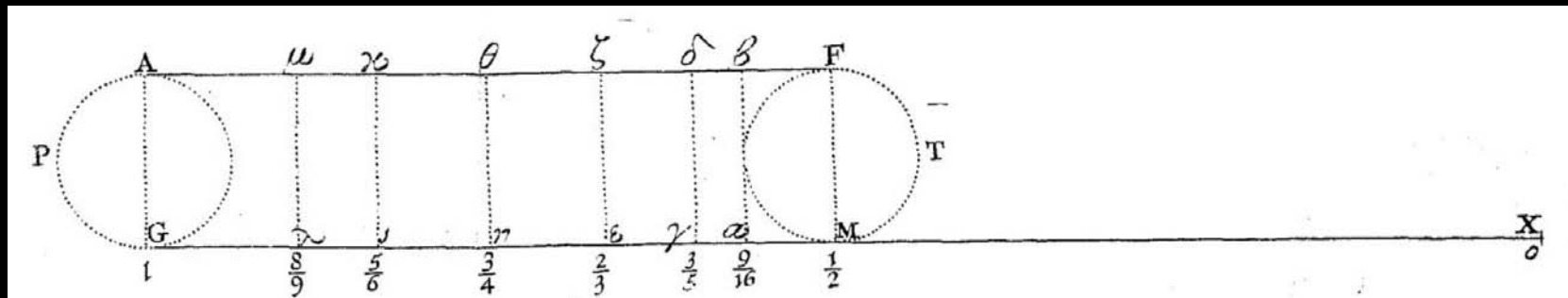
Newtons Spektrum

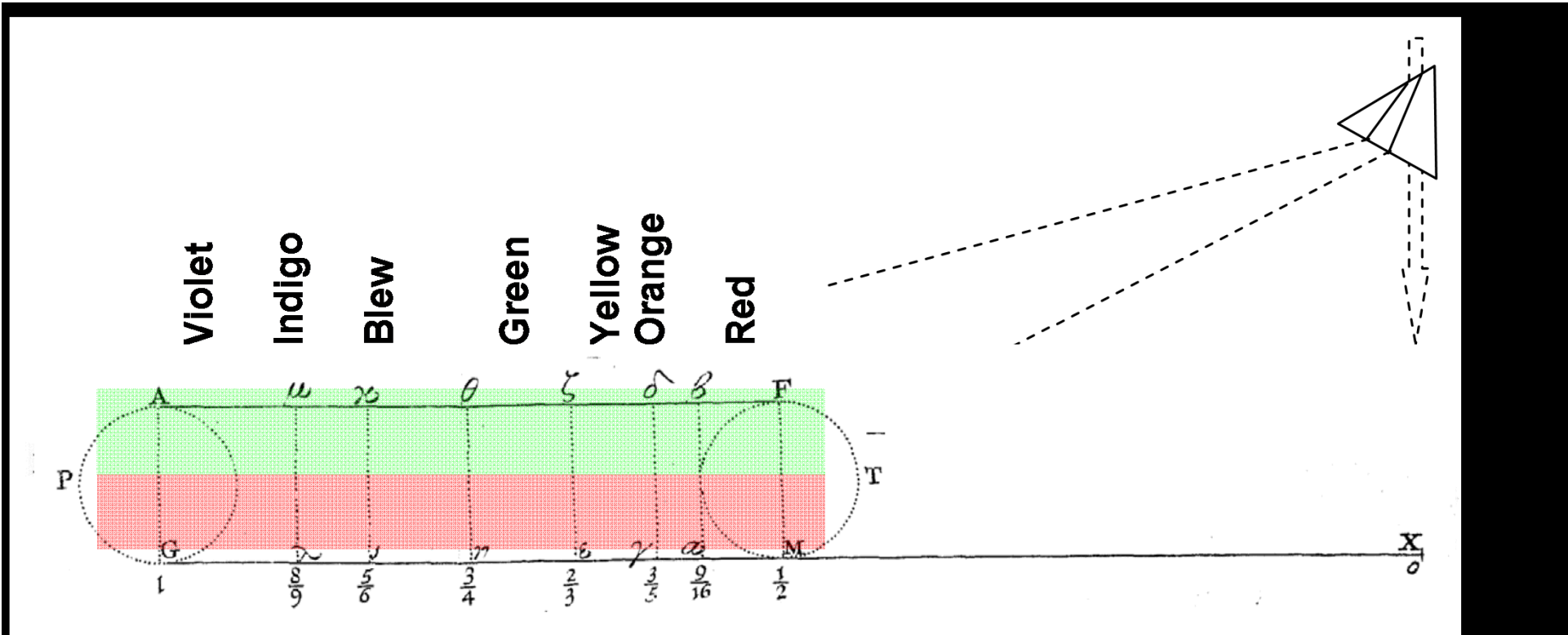
[◀18e]



D'Agoty (1752)

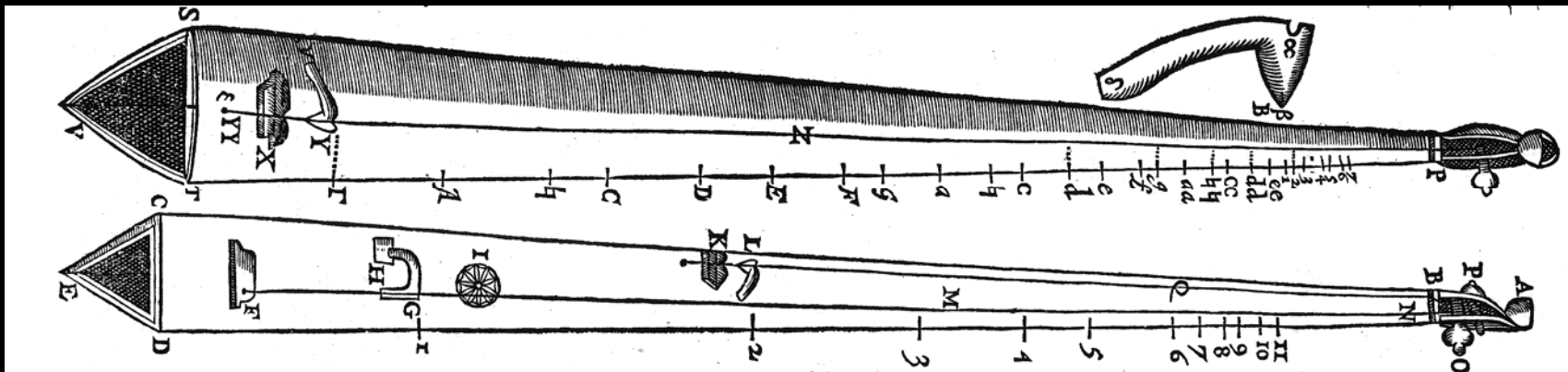
Newton (1704)





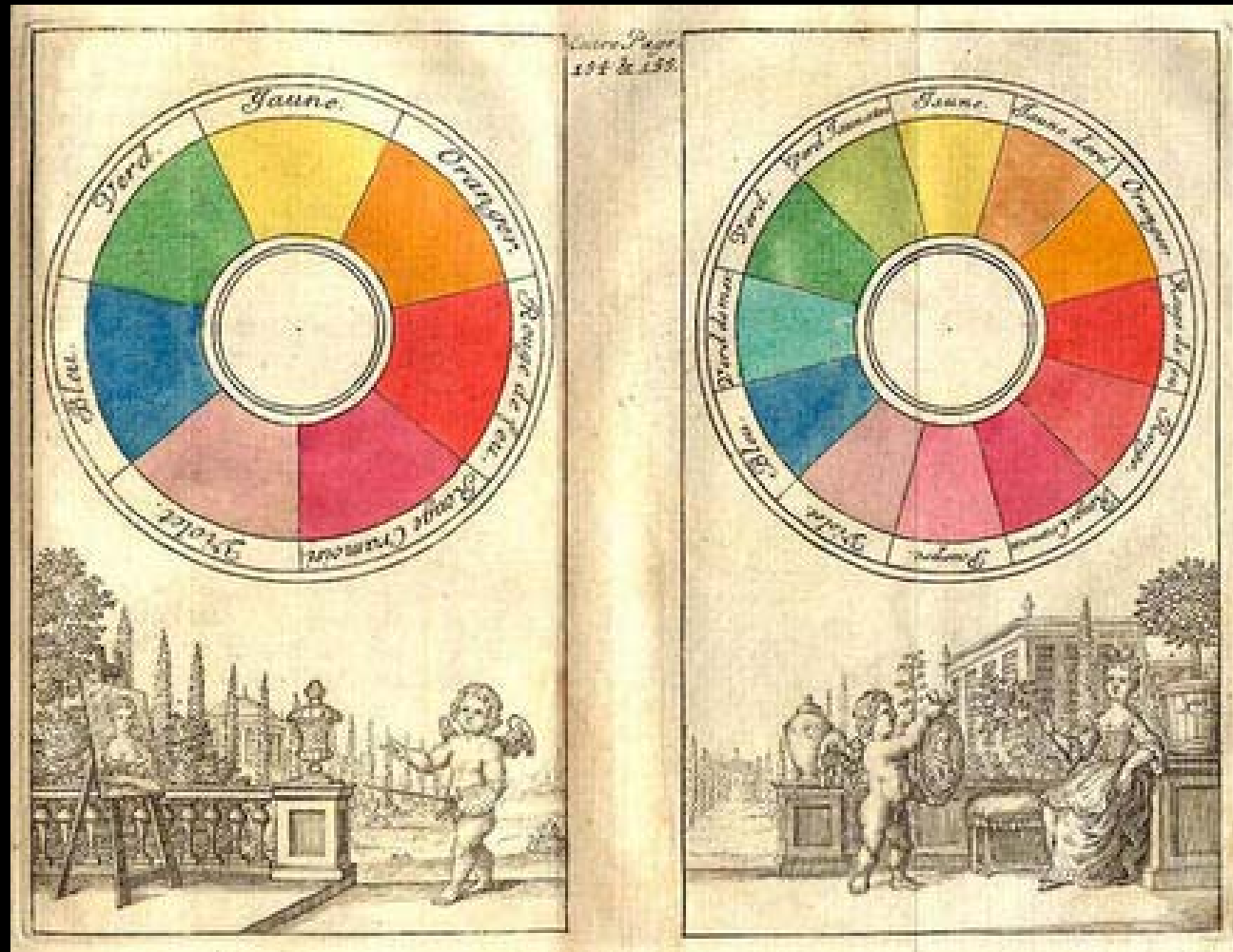
Newton: Spektrum / Monochord

Marin Mersenne: [◀ 18f]
Trompète marine



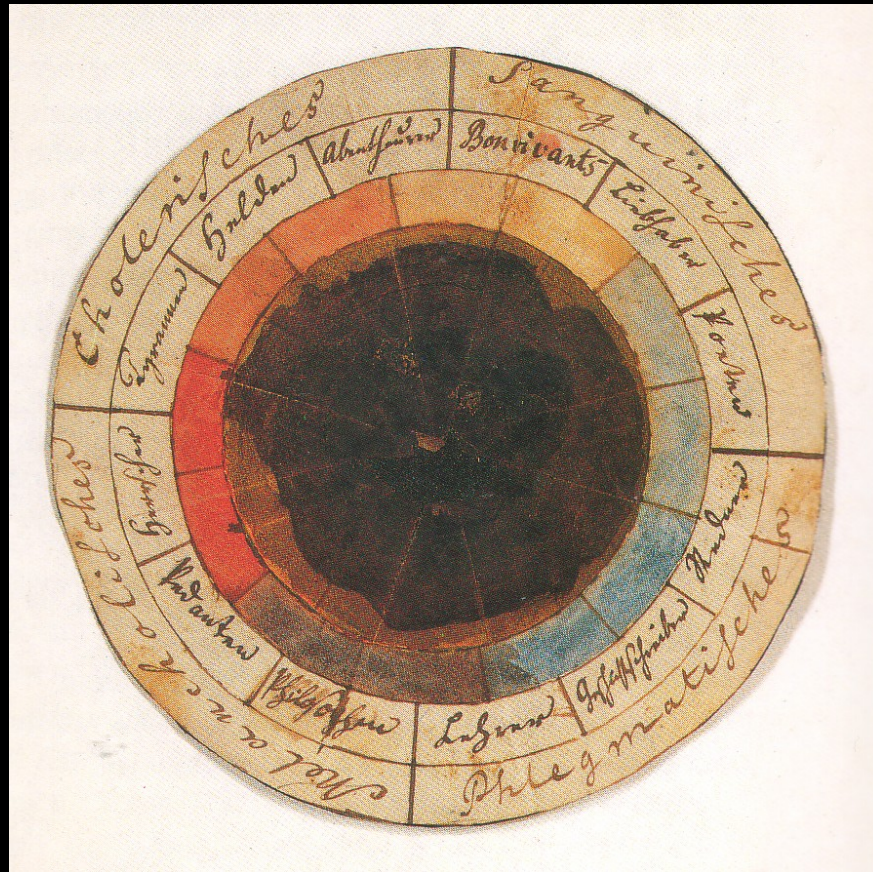
[→ 9a]

Farbkreise (Boutet 1708)

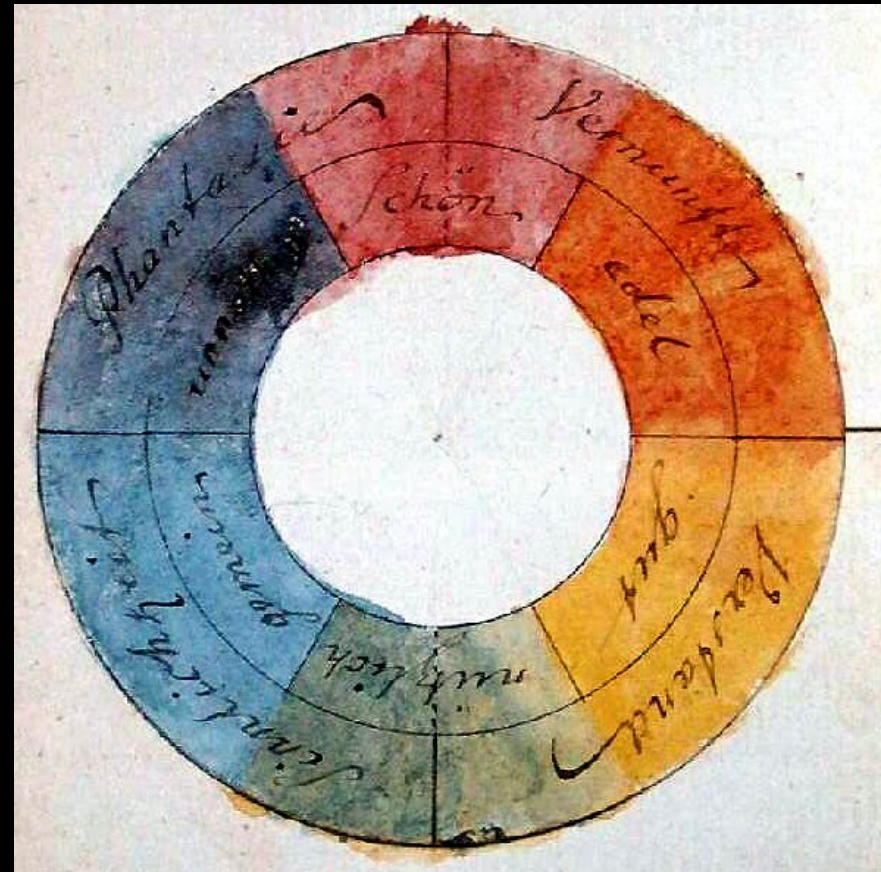


Claude Boutet 1708
Traité de la peinture en miniature

Goethe / Schiller

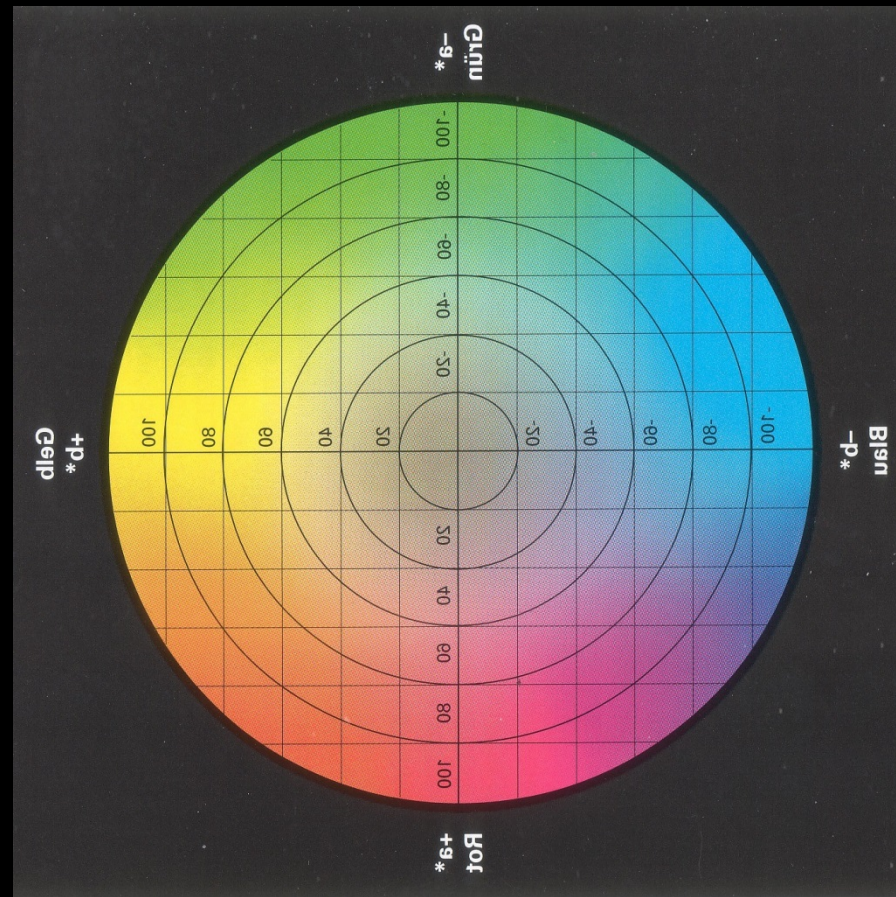
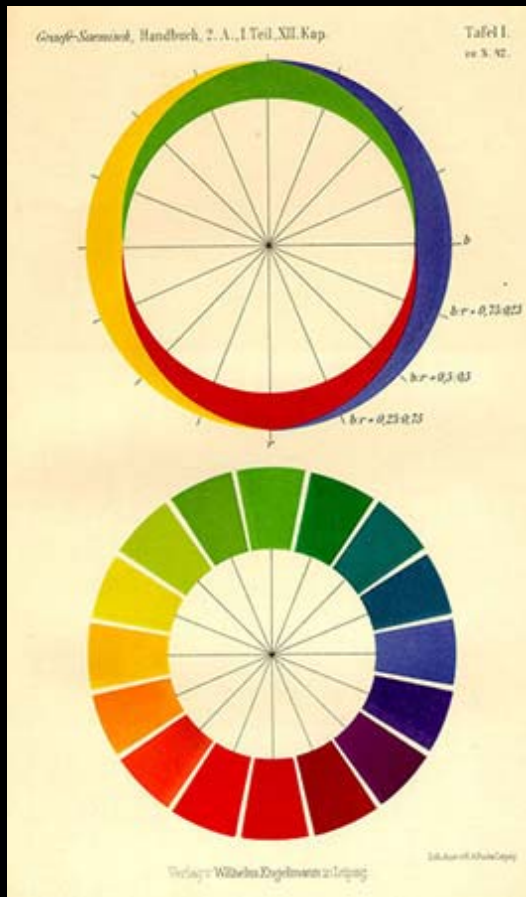


Goethe / Schiller (1799)

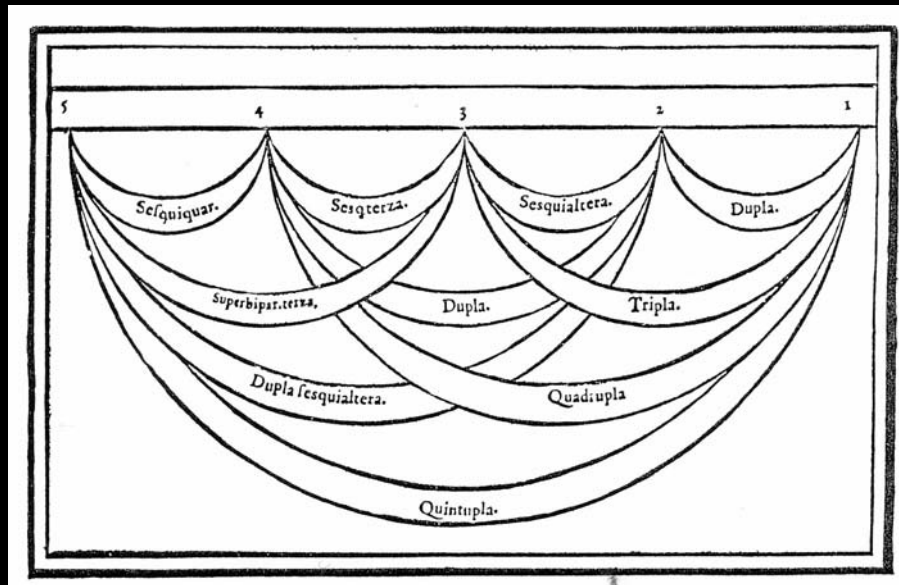


Goethe (1809)

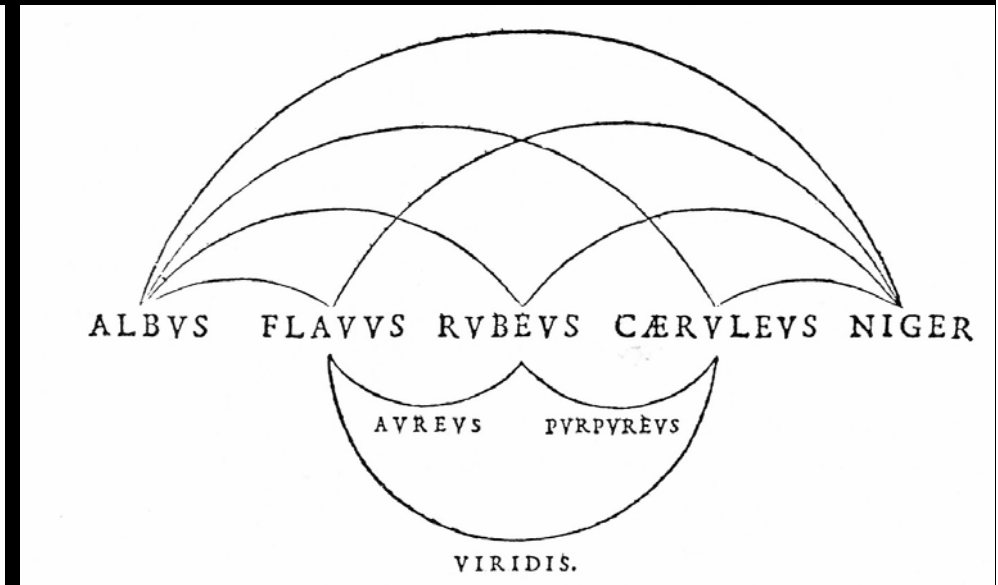
Hering / Cielab



Harmonische Proportionen

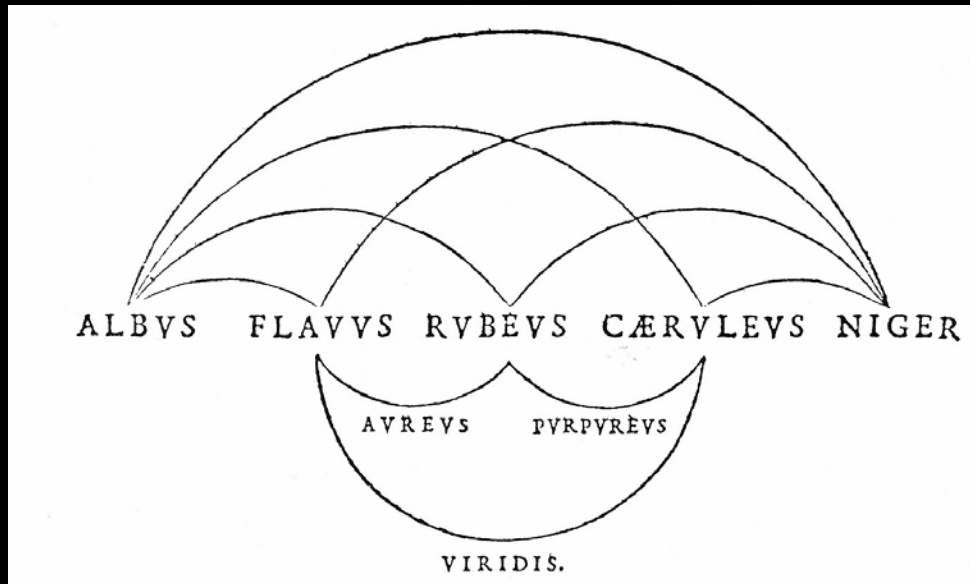


Gioseffo Zarlino 1573

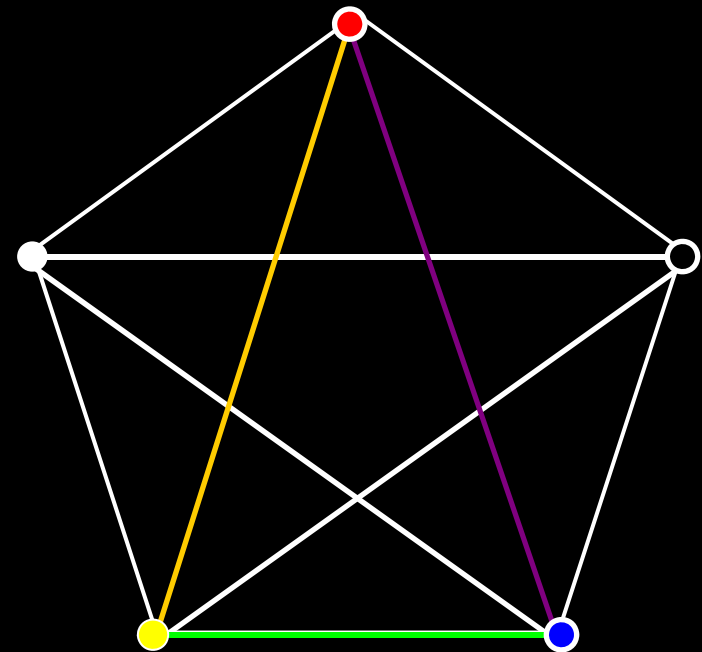


Francois D'Aguilon 1613

Räumliche Farbordnung?



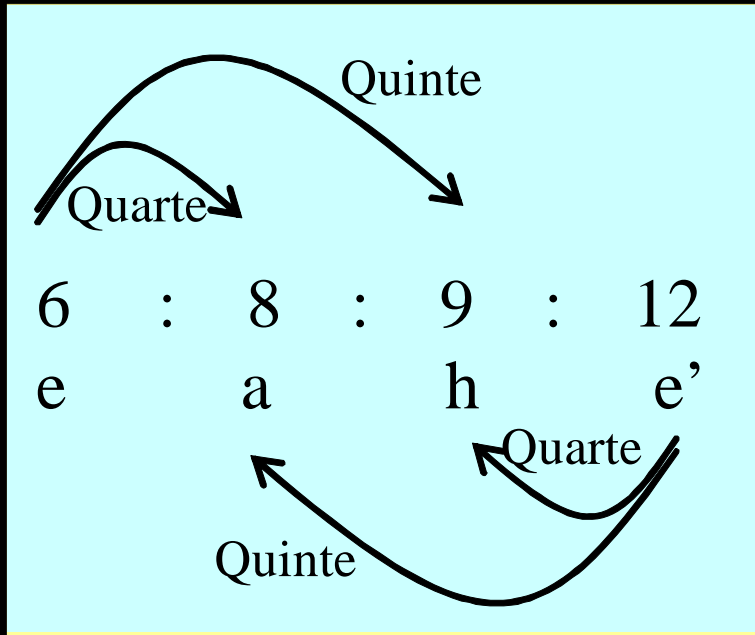
Francois D'Aguilon 1613



Pentagramm = κ_5

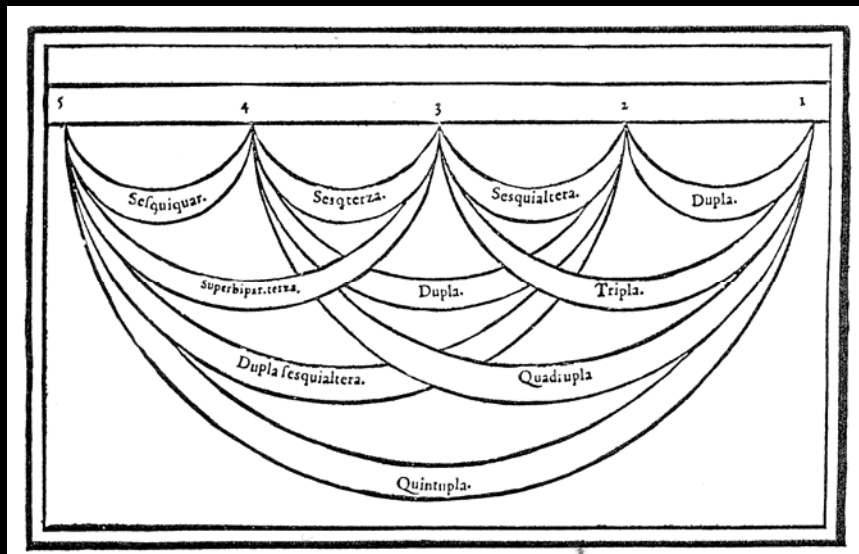


Tetraktys – Senario



1 : 2 : 3 : 4

$\frac{1}{2}$	Octava.								
$\frac{1}{3}$	Duodecima	$\frac{2}{3}$	Quinta						
$\frac{1}{4}$	Decima 5 ^a .	$\frac{2}{4}$	Octava	$\frac{3}{4}$	Quarta				
$\frac{1}{5}$	Decima 7 ^a .	$\frac{2}{5}$	10 ^a maj.	$\frac{3}{5}$	6 ^a maj.	$\frac{4}{5}$	Ditonus		
$\frac{1}{6}$	Decima 9 ^a .	$\frac{2}{6}$	12 ^a .	$\frac{3}{6}$	Octava	$\frac{4}{6}$	Quinta	$\frac{5}{6}$	Tertia min.



Descartes

1 : 2 : 3 : 4 : 5 : 6

→ 5 : 8 kleine Sexte ?

Zarlino

1 : 2 : 3 : 4 : 5

→ 5 : 6 kleine Terz ?

Jean-Philippe Rameau (1722/37)

Trinité

D É M O N S T R A T I O N .

Ut... 8. ————— Quarte
Sol... 6. ————— Tierce mineure
Mi... 5. ————— Tierce majeure
Ut... 4. ————— Quarte
Sol... 3. ————— Quinte
Ut... 2. ————— Octave
Ut... 1. —————

Douzième
Double Octave
TRIPLE OCTAVE

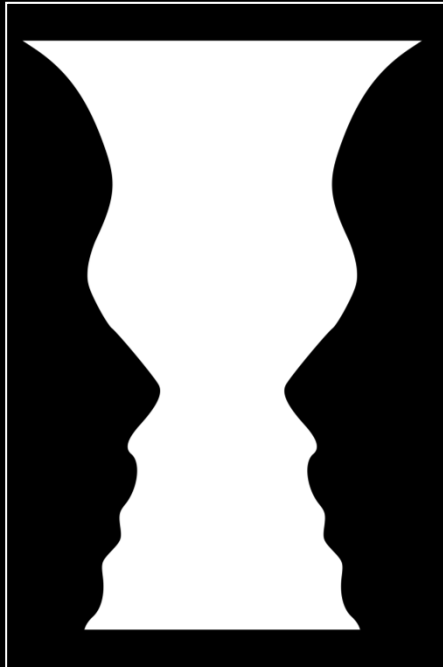
[◀19e]

Cacophonie

mi. si. solx. sol. ré. si. si. fax. réx.
s. 15. 25. 6. 18. 30. 15. 45. 75.

[◀19f]

Sein und Nicht-Sein



[...] die Tatsache, dass, sobald wir einen Oberton heraushören, damit die Klangfarbe als solche verschwunden ist. [Handschin, Der Toncharakter 1948, 382]

[D]ie **Klangfarbe** als Charakter [ist] nicht ein **Oberton-Bündel**, sondern das **wahrnehmungsmässige Korrelat einer Schwingungsstruktur** [...]; so zeigen sich die Obertöne wiederum als an der Grenze zwischen Sein und Nichtsein stehend.

Psychologisch ist auch der obertonlose Ton ein "Klang"; das **physikalische** Auseinanderhalten von Ton und Klang bei Helmholtz liegt auf einer anderen Ebene. [a.a.O., 378]

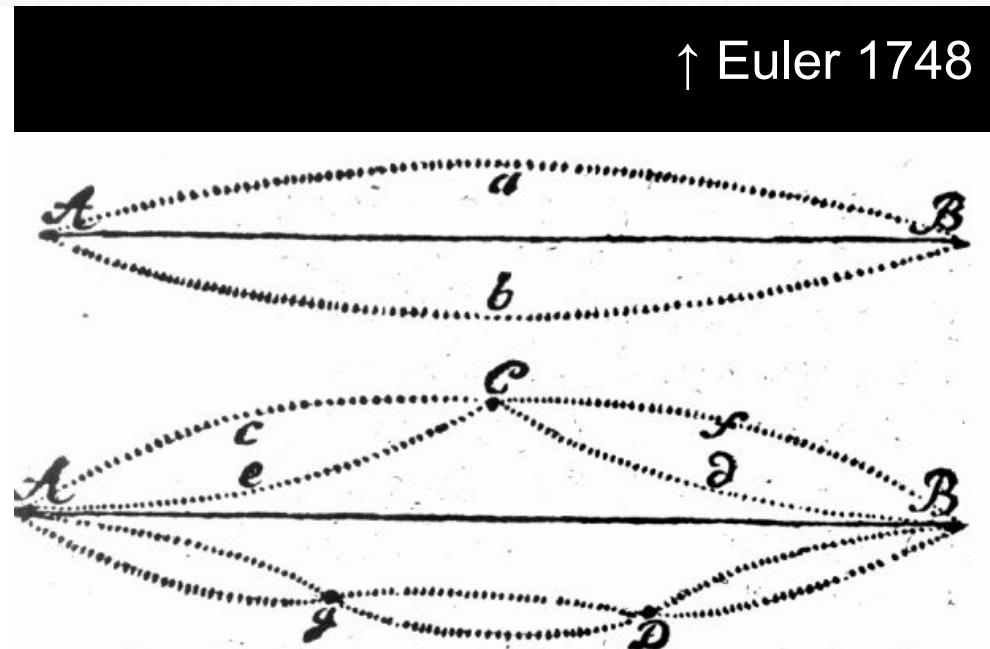
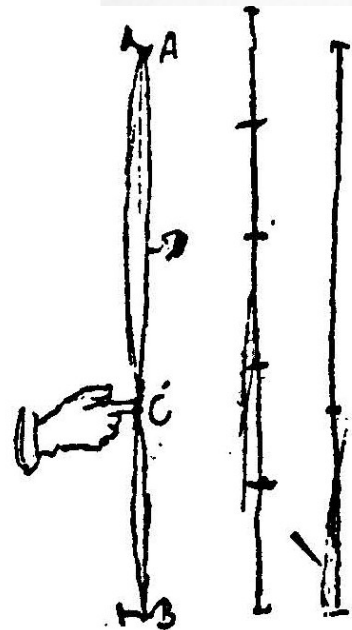
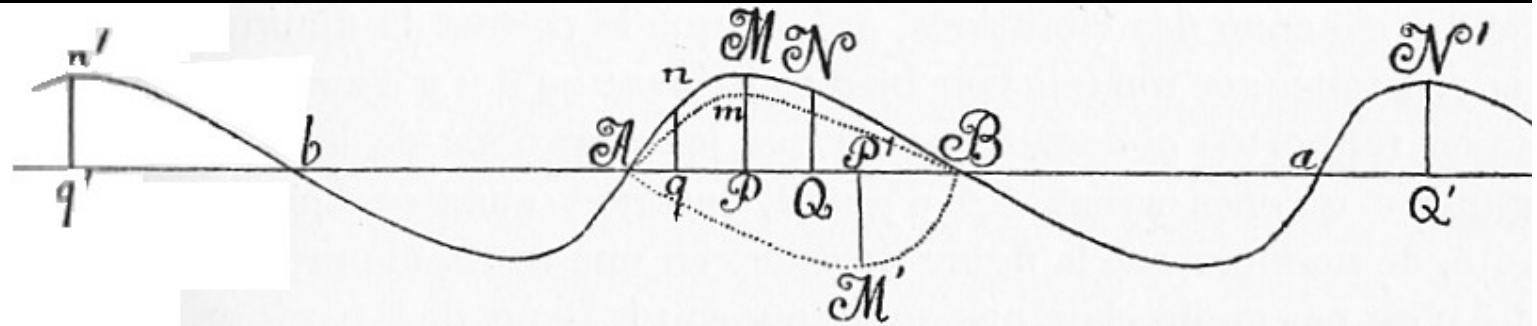
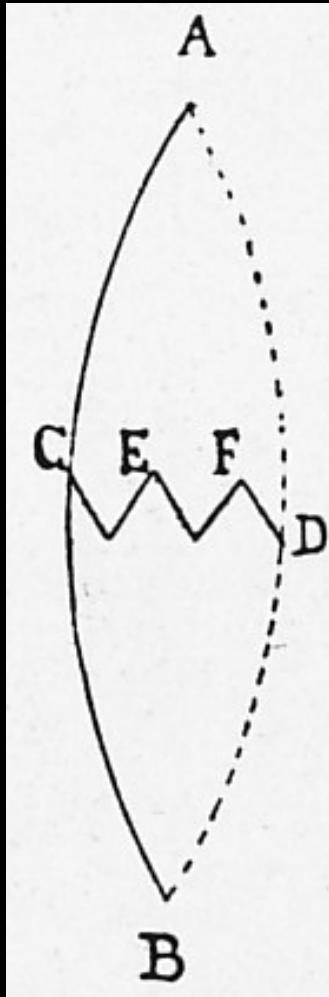
Singstimme: Vielheit in der Einheit

Dodard 1700

[→16]

- [L]es differentes consistences des parties de la bouche [...] contribuent au **resonnement** chacune en leur maniere [...].
- [D]e cette espece d'**assaisonnement** de plusieurs differens **resonnemens** [...] résulte tout l'**agrément de la voix** de l'homme inimitable à tous les Instrumens de Musique.
- Les **Organistes** semblent vouloir imiter cette industrie, car on ne tire presque **jamais** pour **un seul Registre** en jouant de l'orgue. [◀]
- Cela fait voir qu'encore que la voix **paroisse** un **son fort simple**, elle est en effet un **son fort composé**. [◀]

Descartes 1633, Huygens 1673, Sulzer 1774: Vielheit in der Gleichzeitigkeit



↑ Euler 1748

Lissajou-Figuren

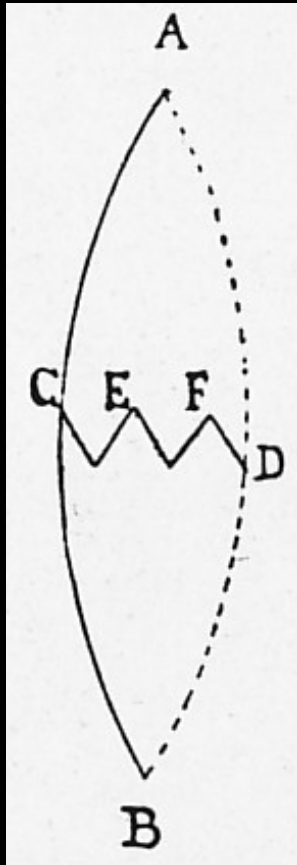


Fig. 44

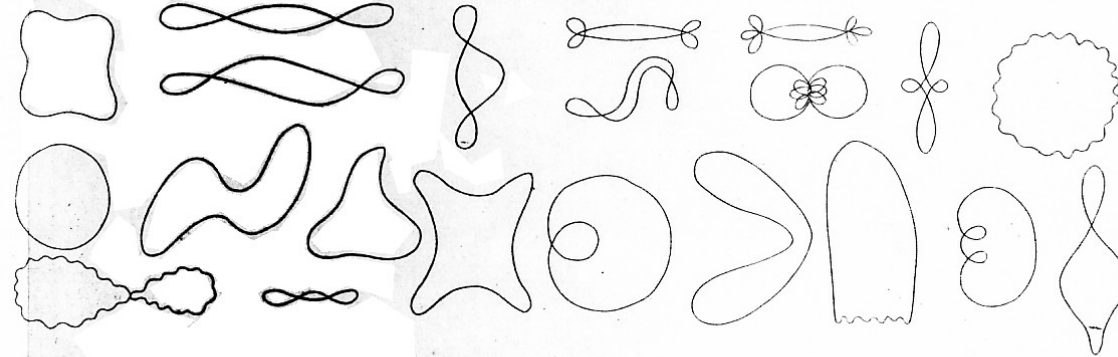
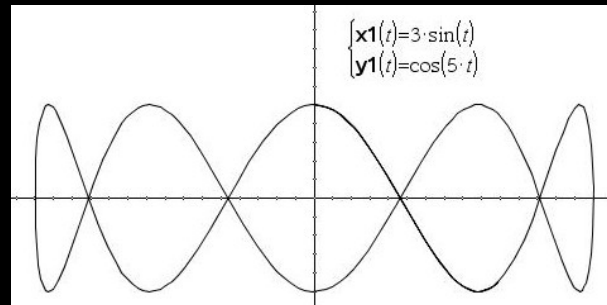
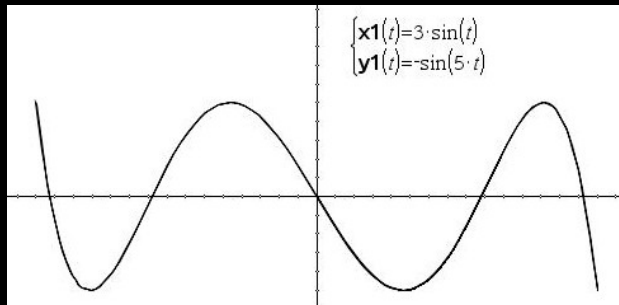


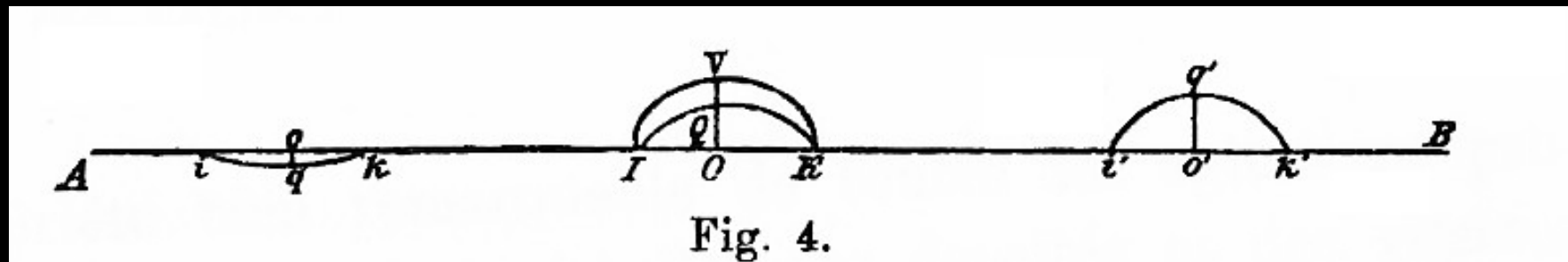
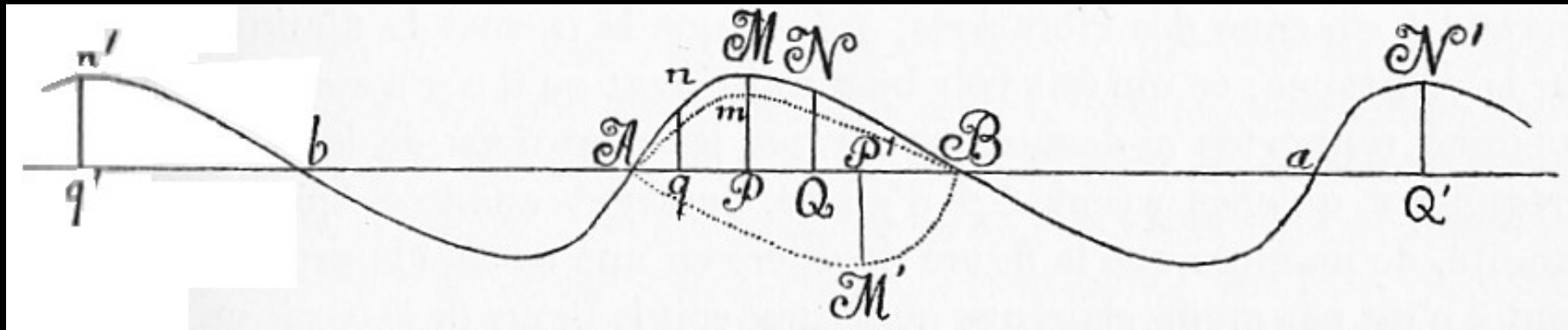
Fig. 45



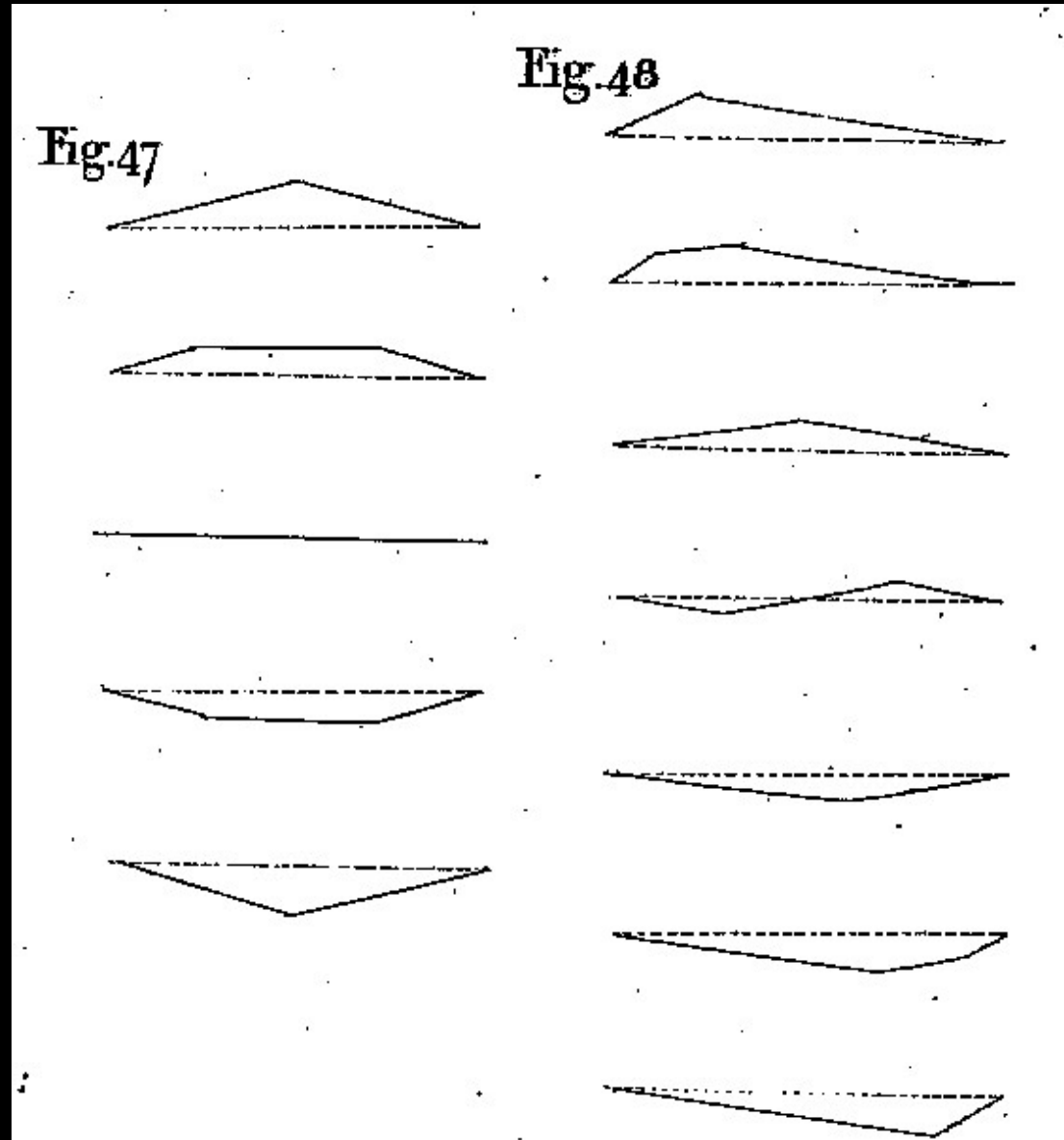
Fig. 46



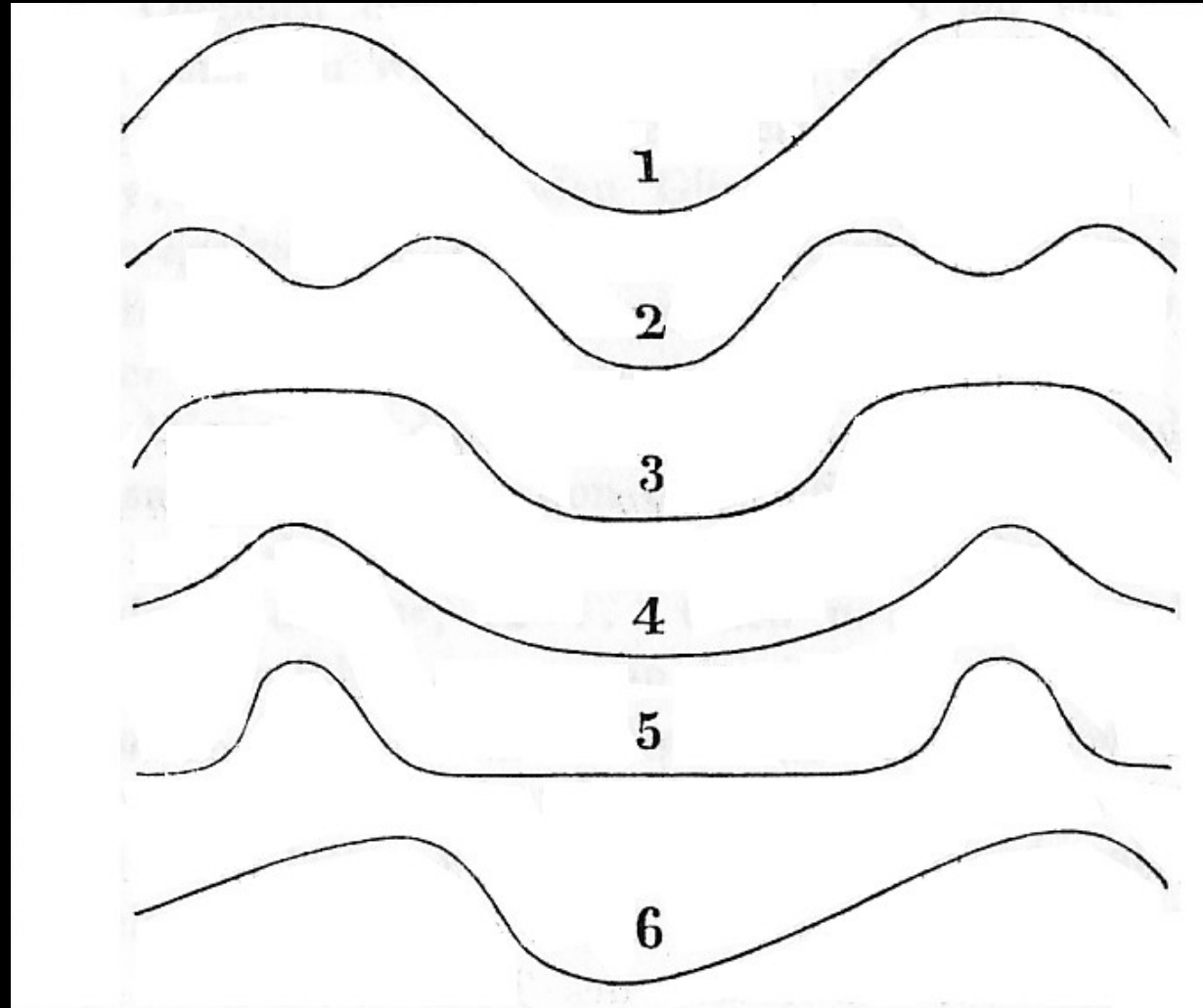
Leonhard Euler 1748/65: stehende Wellen / periodische Störungen



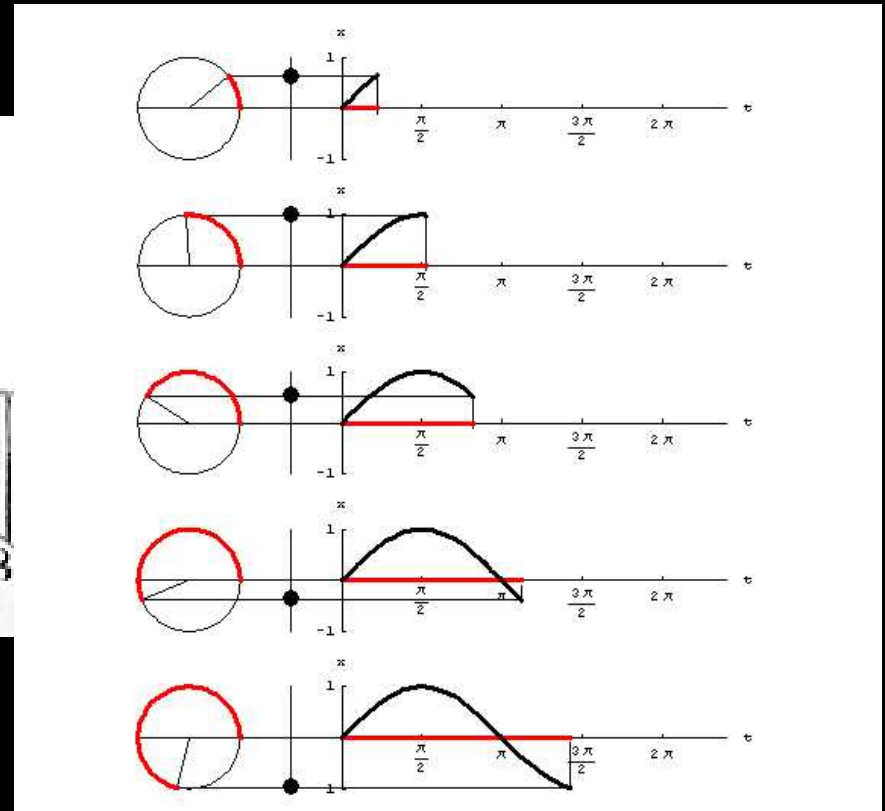
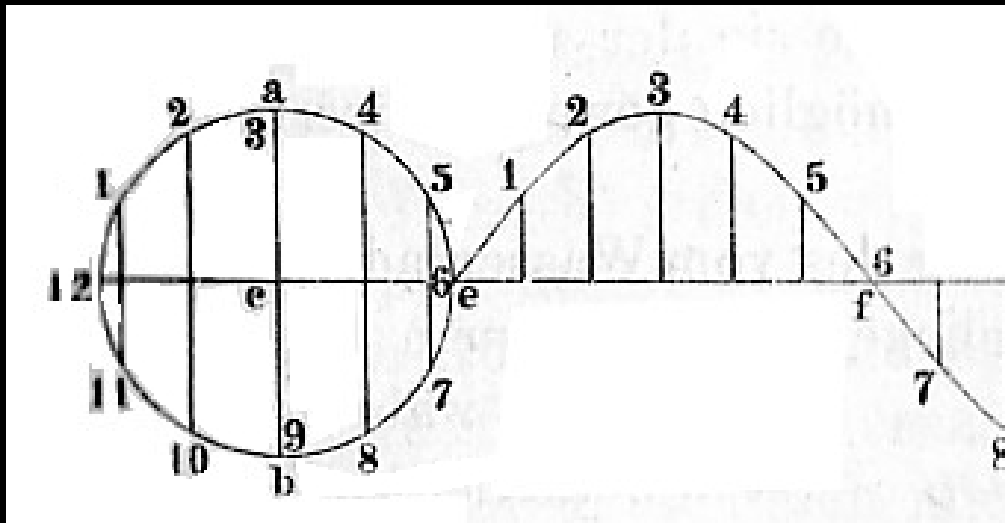
Thomas Young 1800: gezupfte Saite



Ohm / Seebeck: Definition des Tons

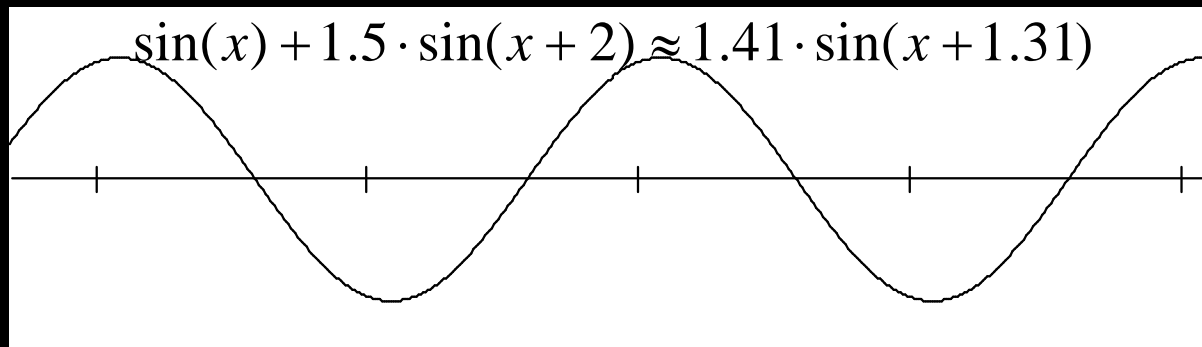
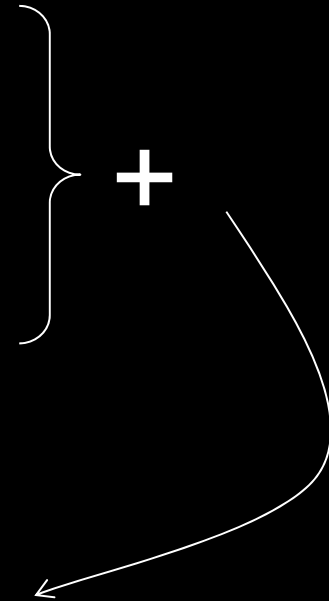
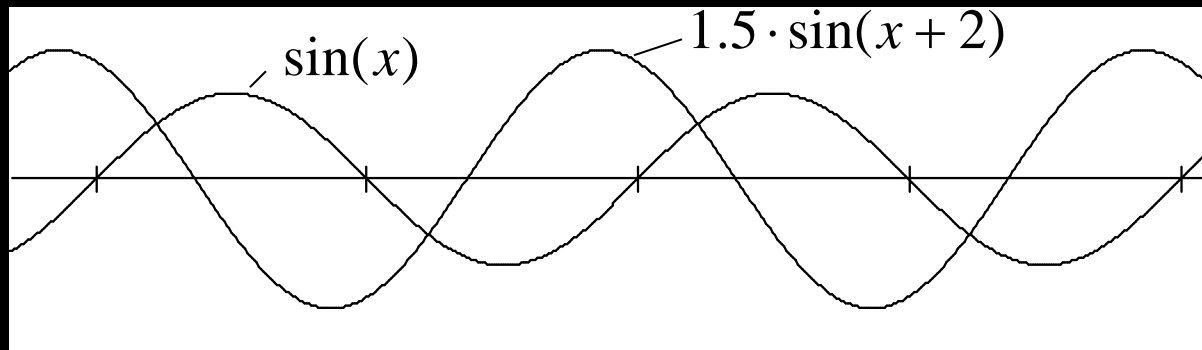


Warum Sinusschwingungen?

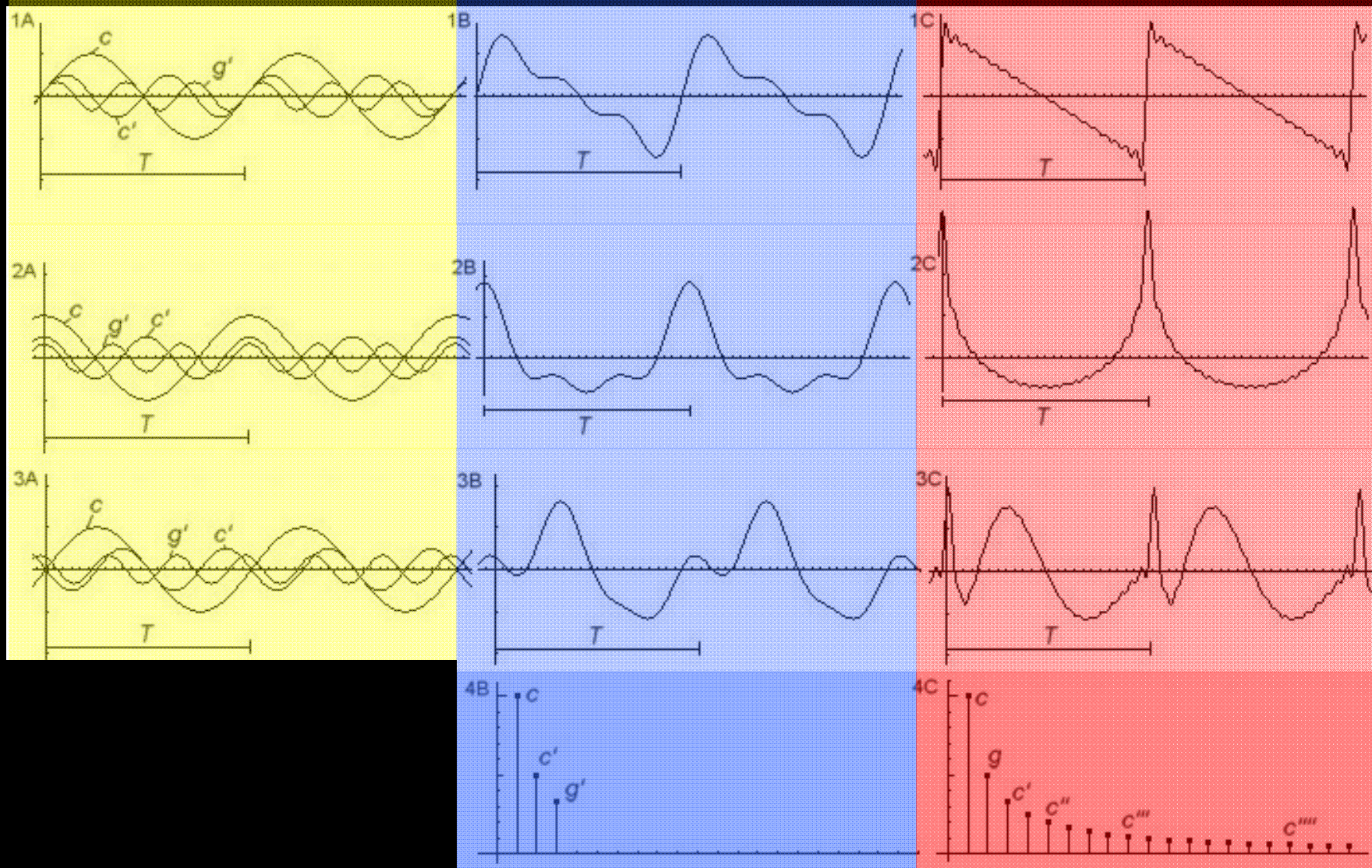


Hermann Helmholtz 1863: Sinusschwingung und Rotation

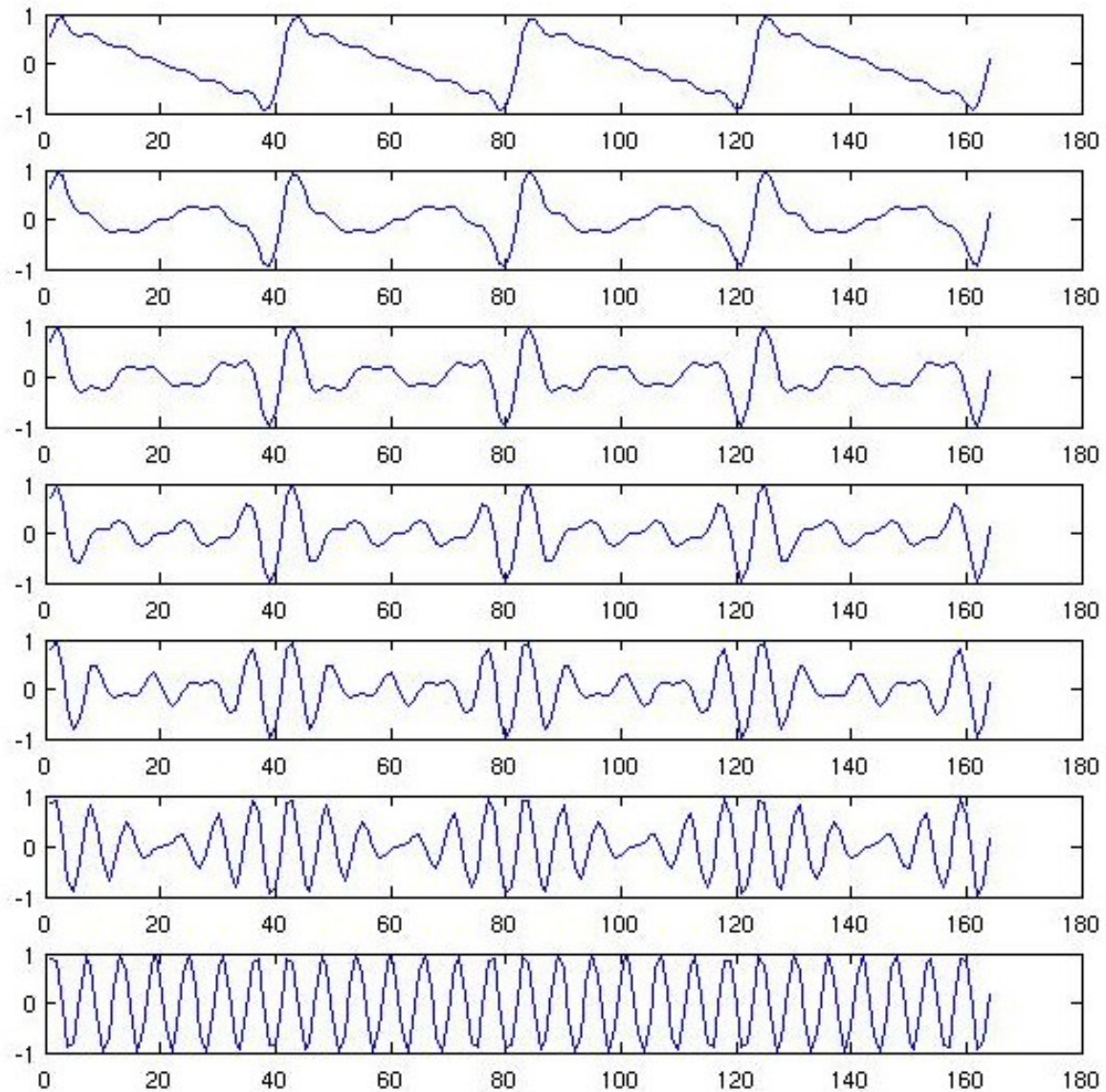
Warum Sinusschwingungen? (2)



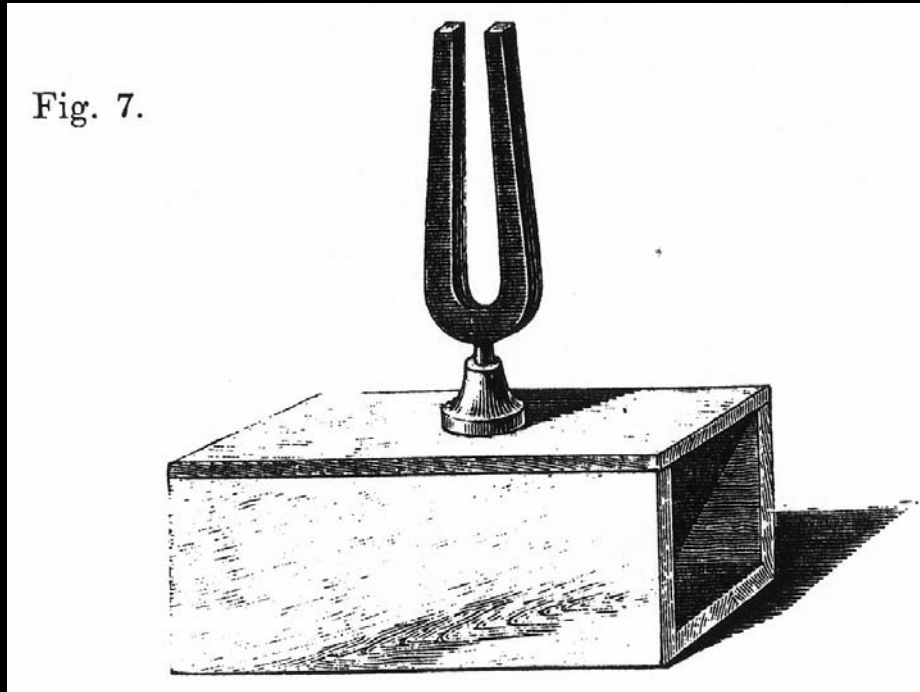
„Ohm'sches Gesetz der Akustik“



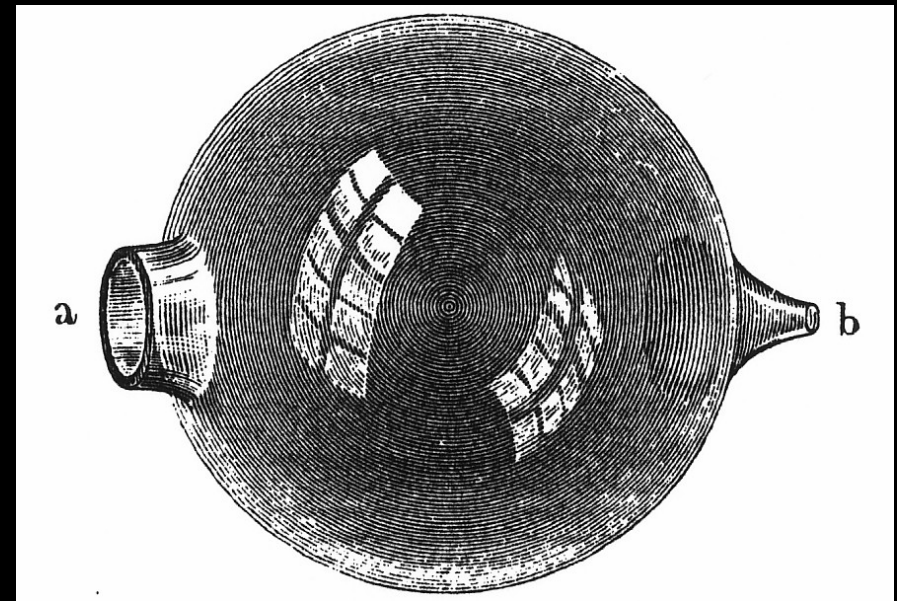
Periodiktöne



Helmholtz: Sinustöne herstellen und herausfiltern

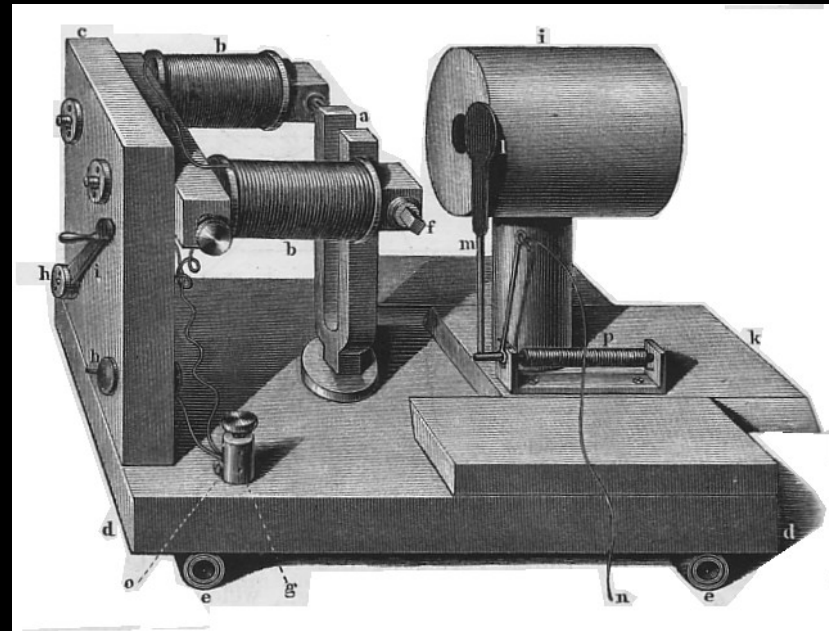
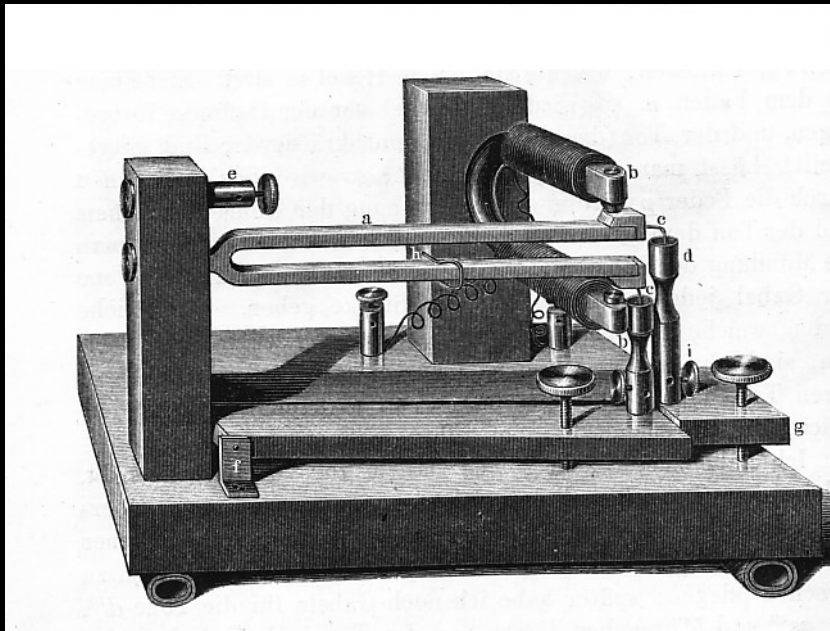


Stimmgabel

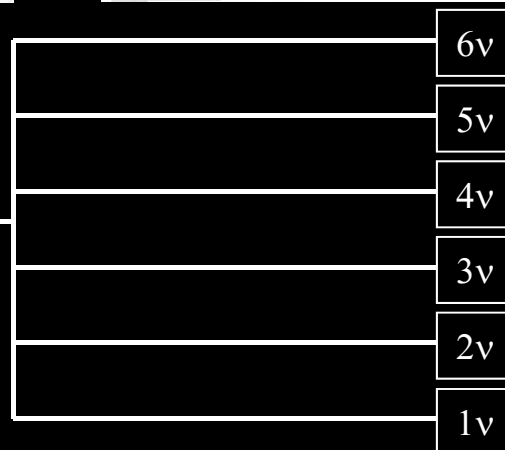


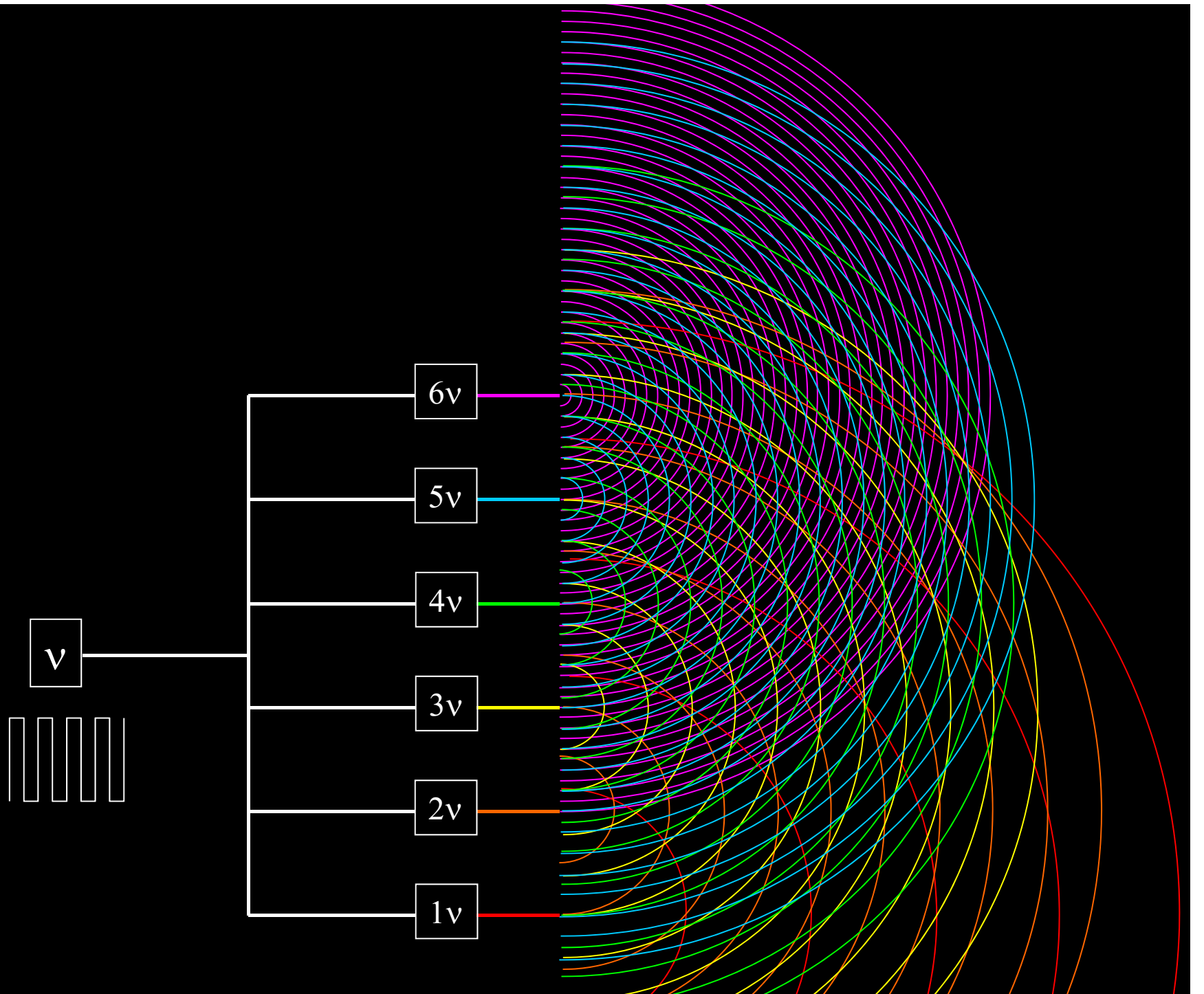
Resonatorkugel

Hemholtz: Klangfarbe der Vokale – Stimmgabelsynthesizer

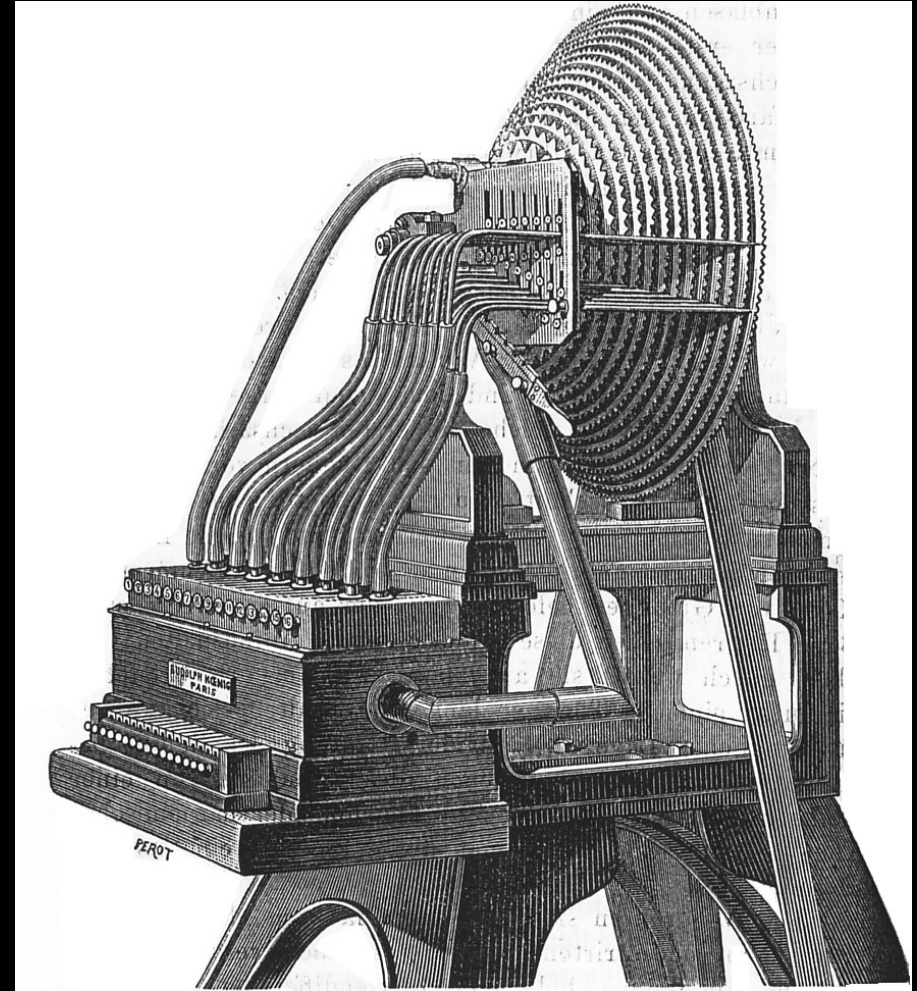
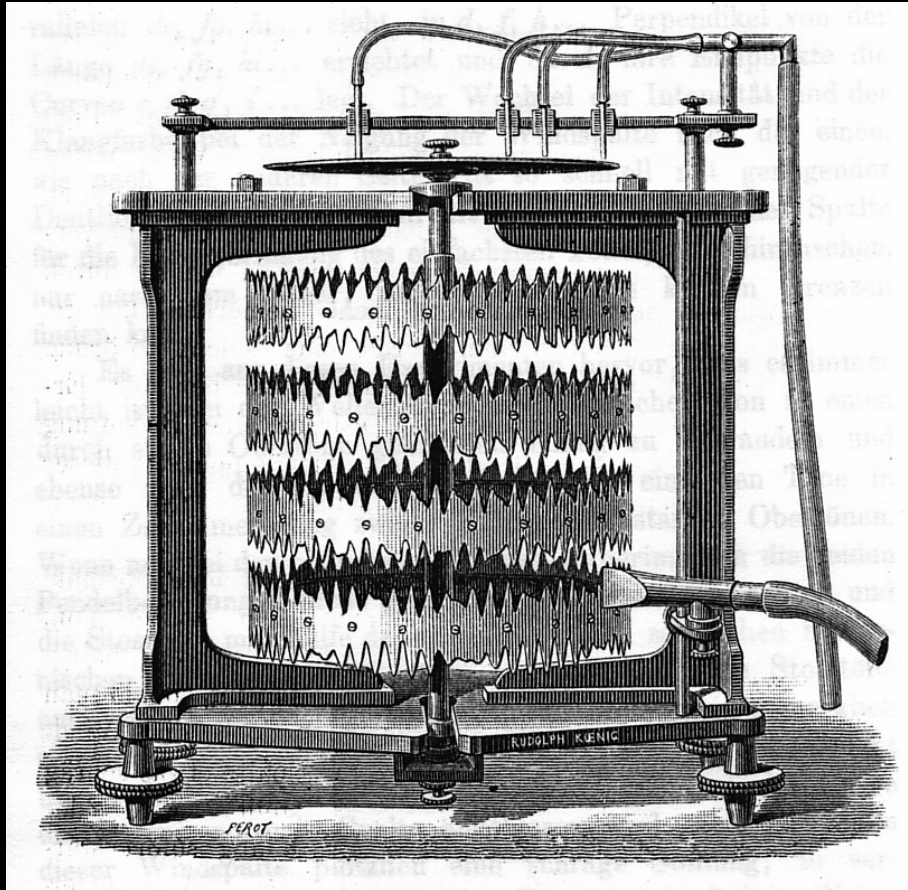


1v

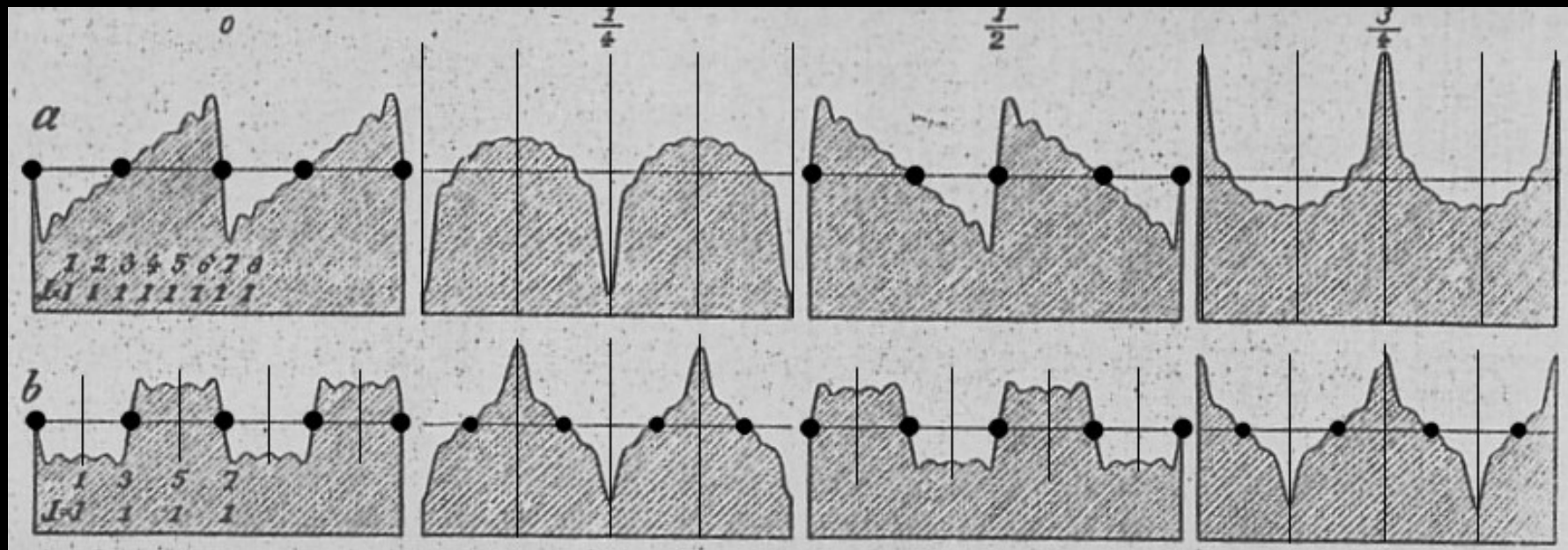




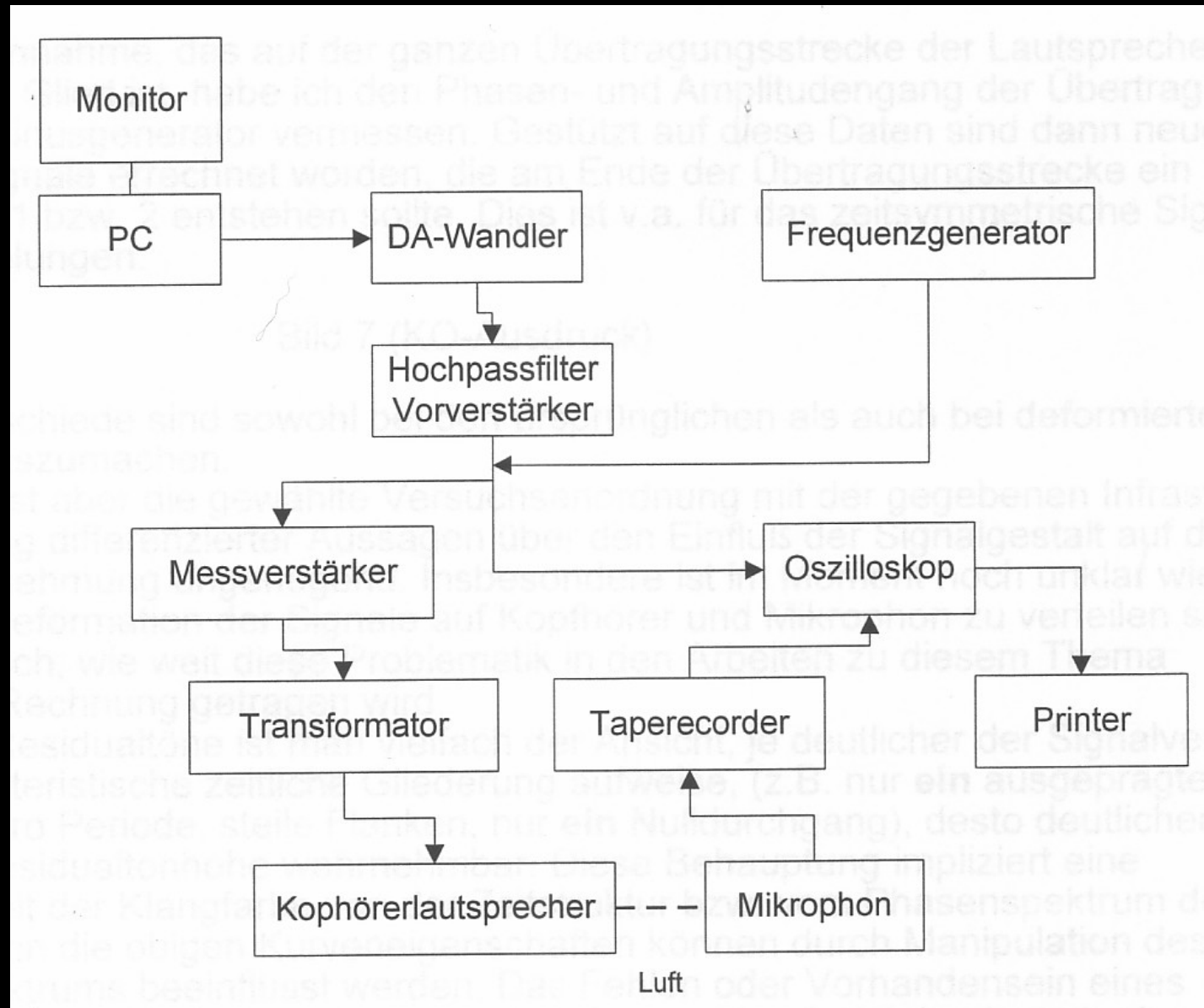
Koenigs Synthesizer



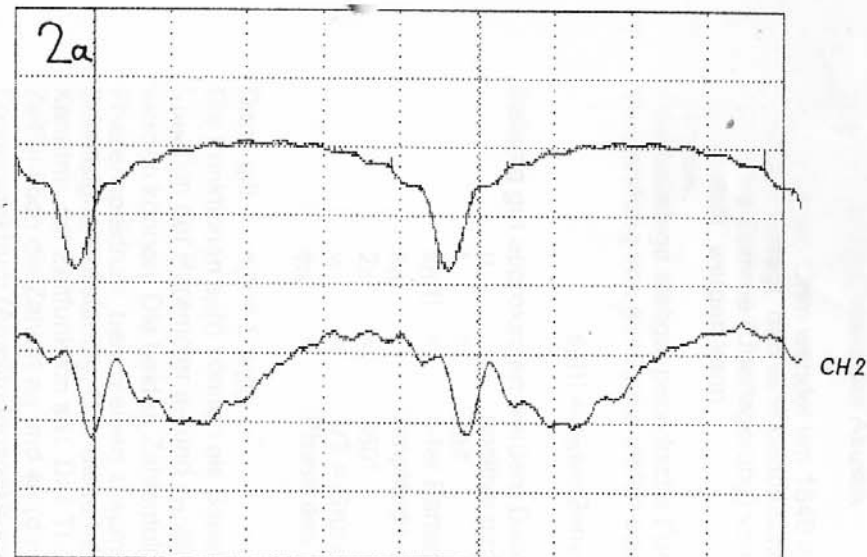
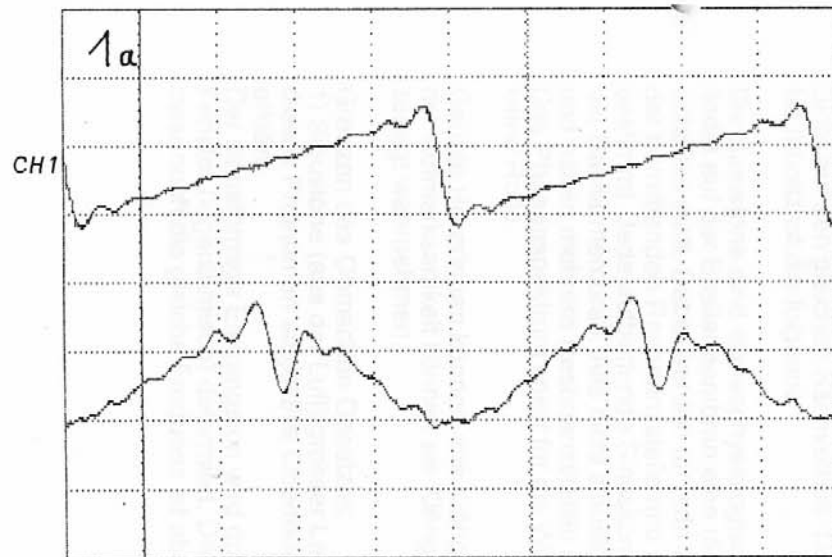
Koenig: Periodische Klänge – Phasenfrage



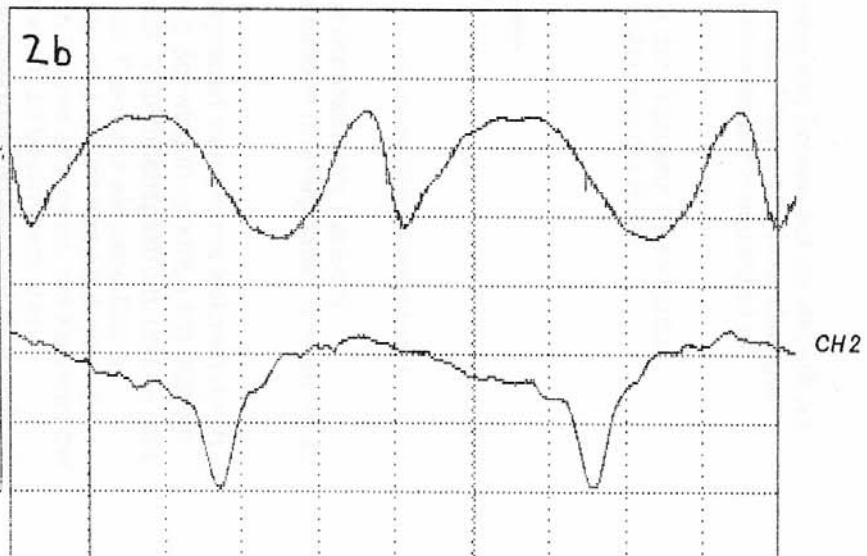
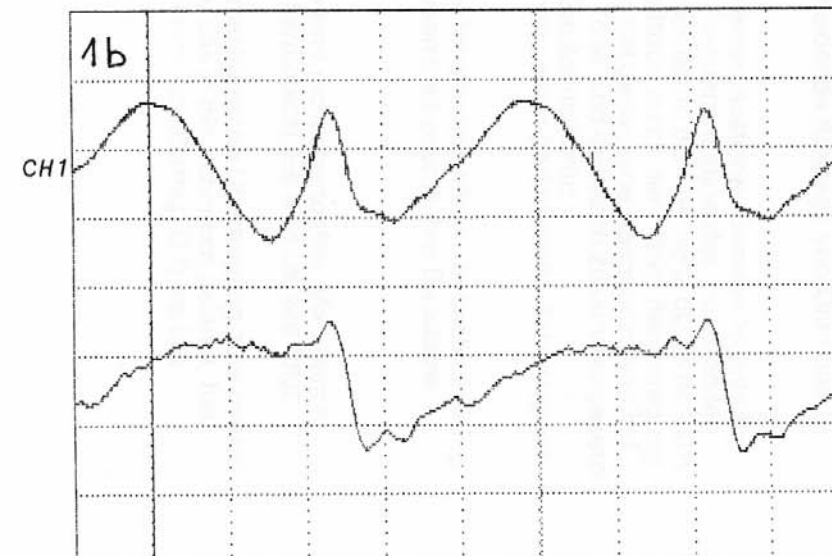
IFI-Versuchsanordnung (1998)



IFI-Sägezähne

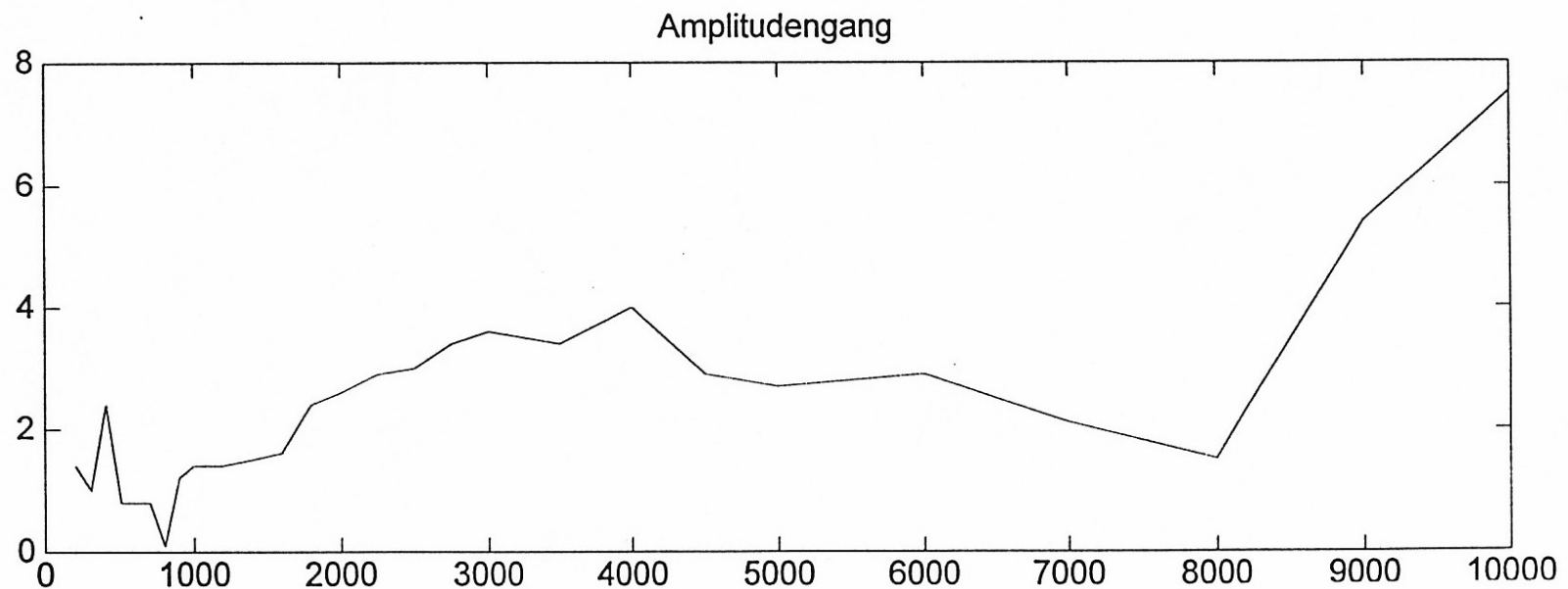
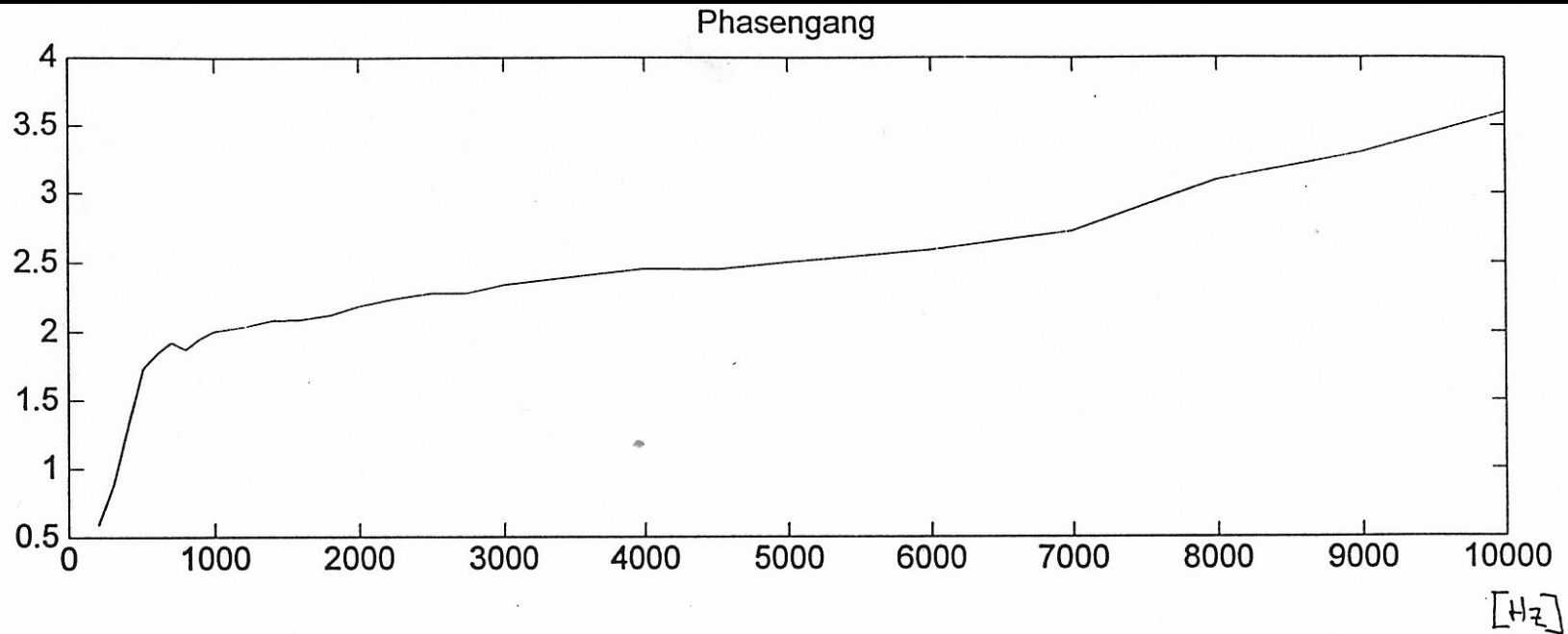


CH1 > 0.5V
CH2 > 0.1V
EO = 0.5ms
T1 AUTO
PT0 %
dt 2.502ms

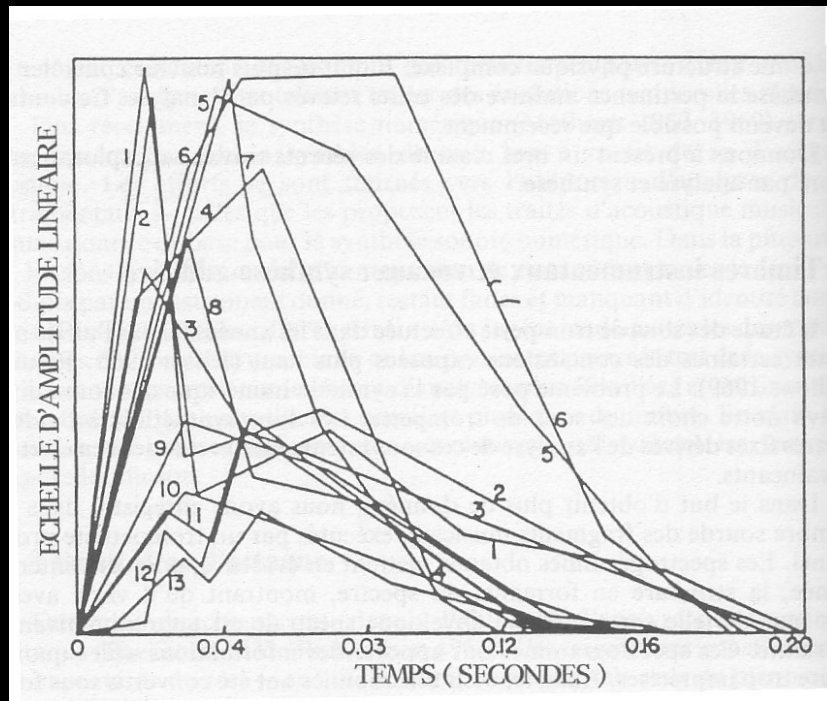


CH1 > 0.5V
CH2 > 0.1V
EO = 0.5ms
T1 AUTO
PT0 %
dt 2.502ms

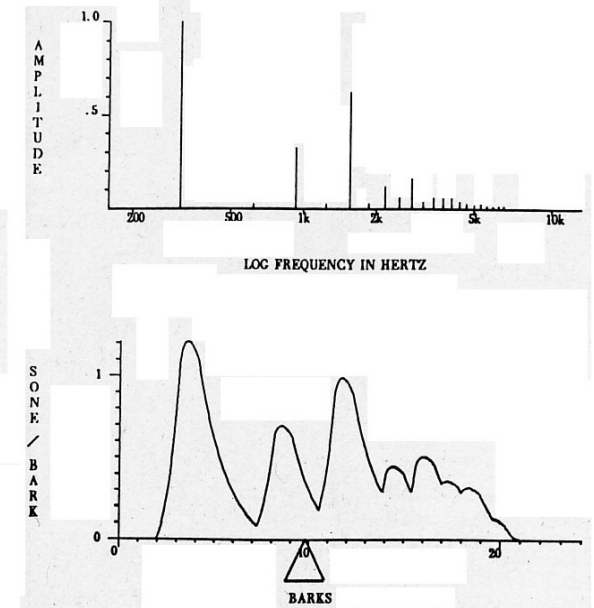
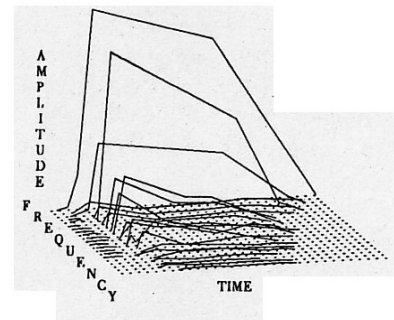
IFI-Amplituden- und Phasengang



Der Ton als Landschaft

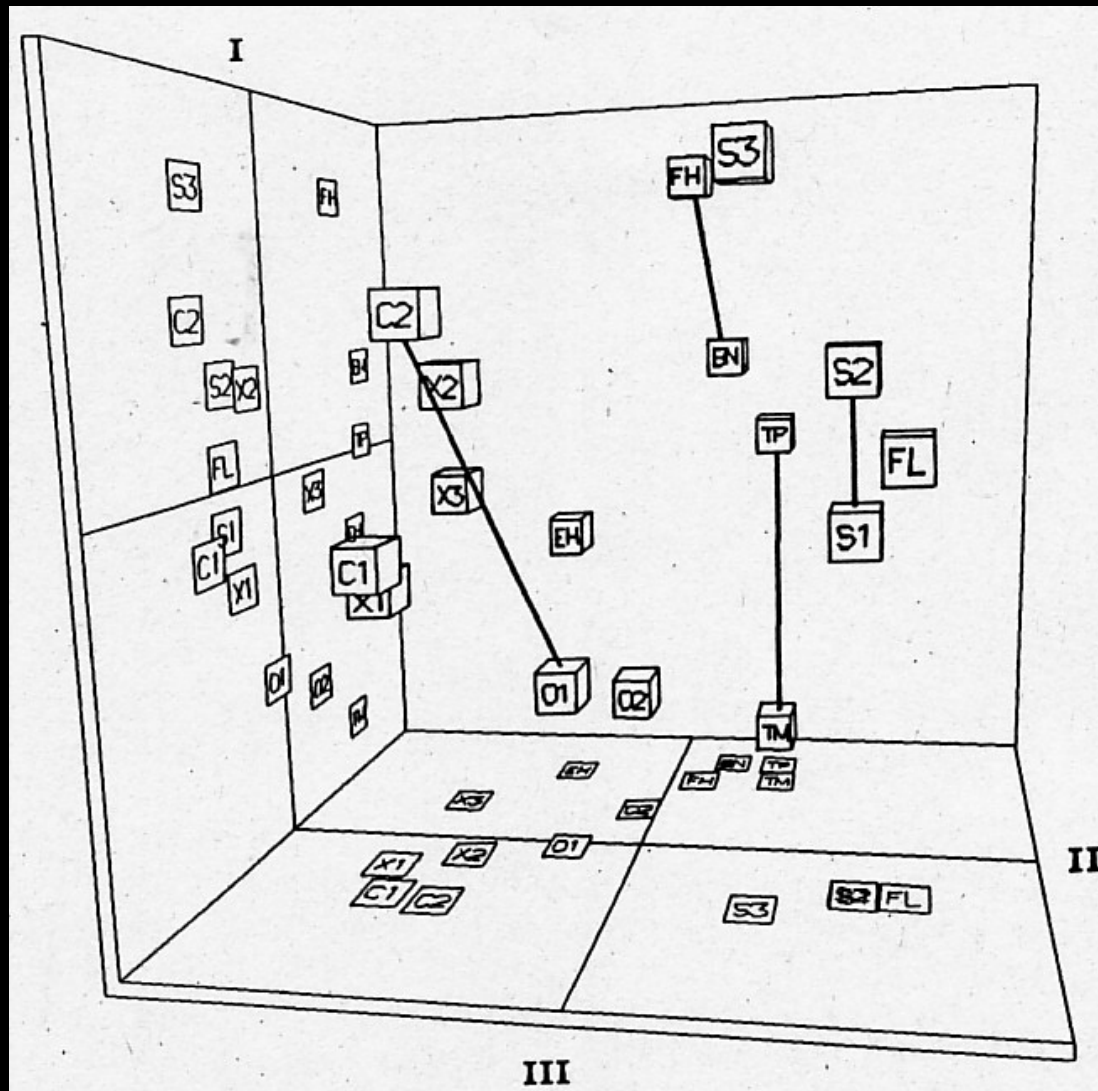


Risset & Mathews 1969



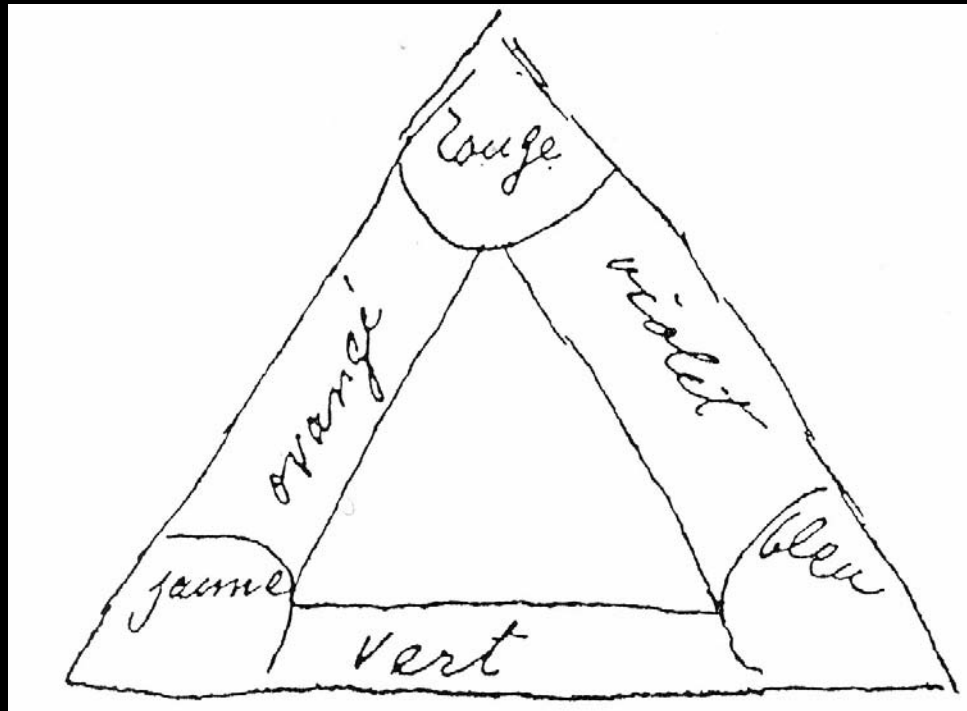
Grey 1975

Klangfarbe im Raum



Grey 1975
Timbre space

Farbe in der Ebene

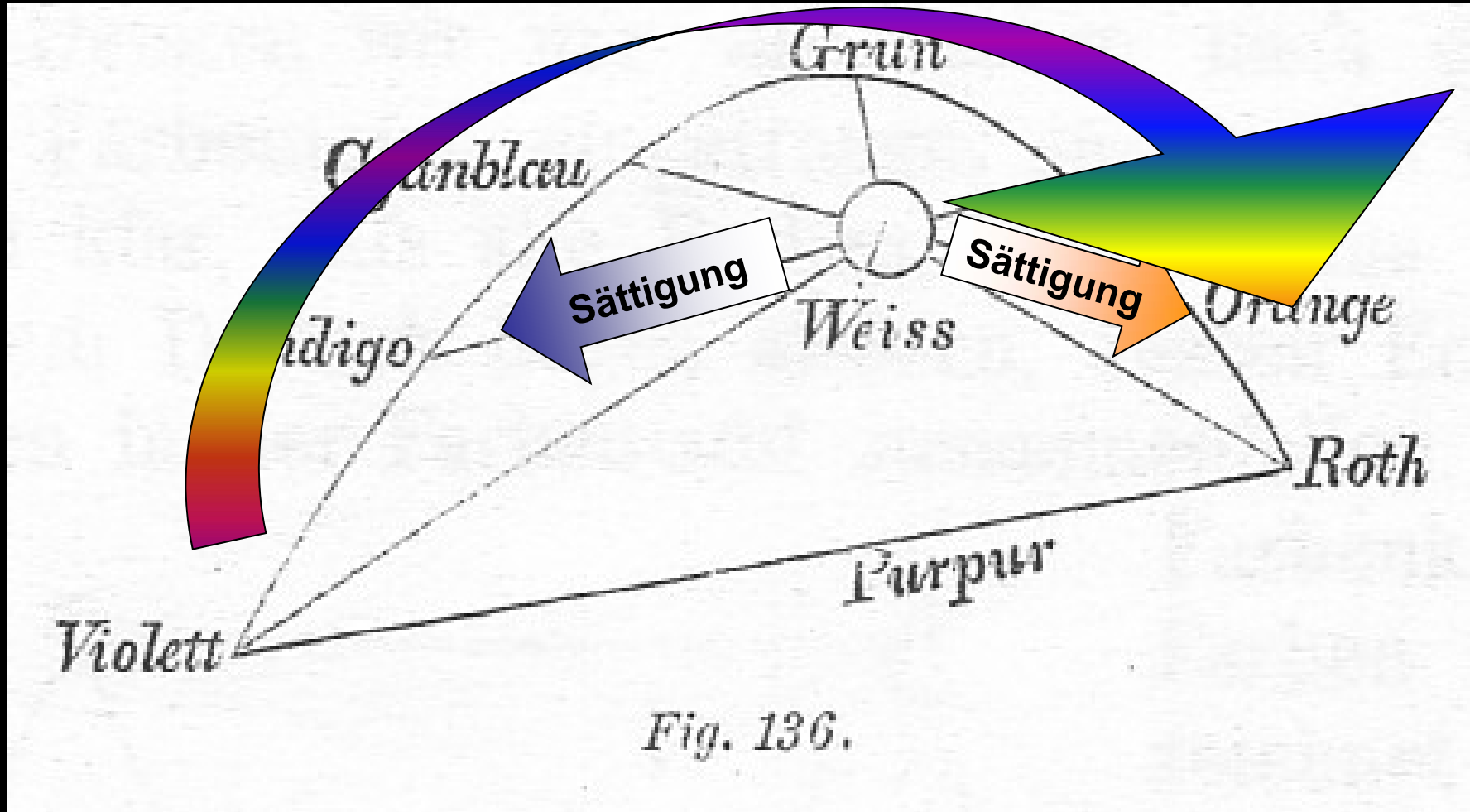


Delacroix 1830



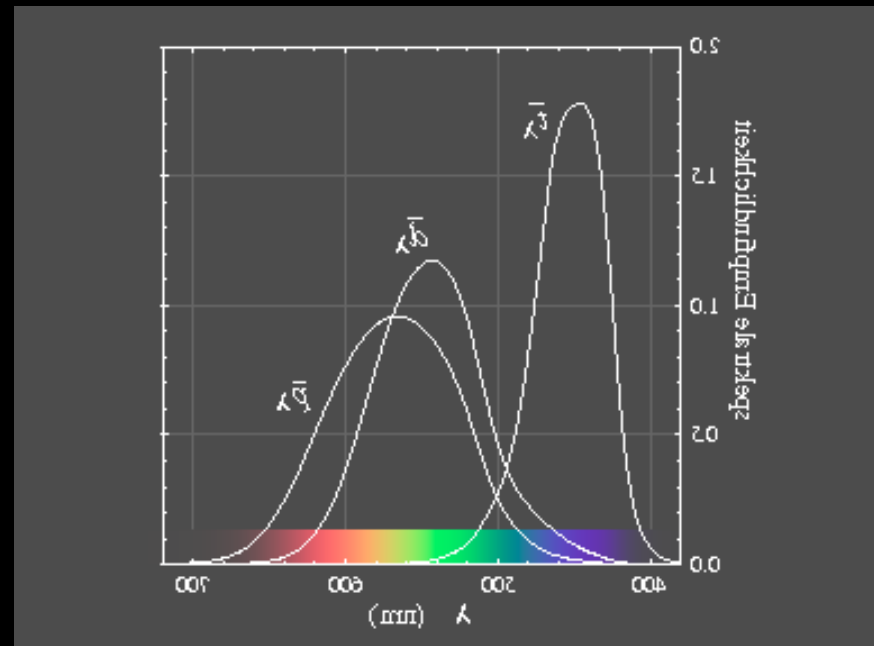
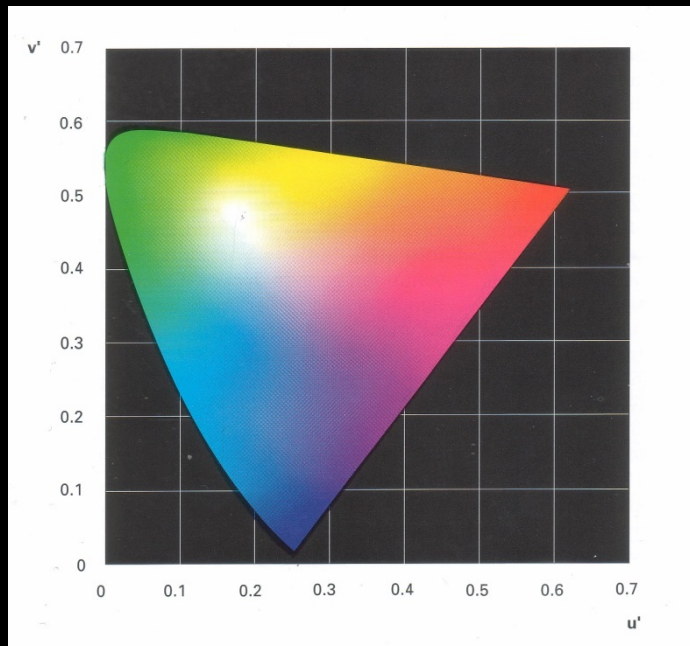
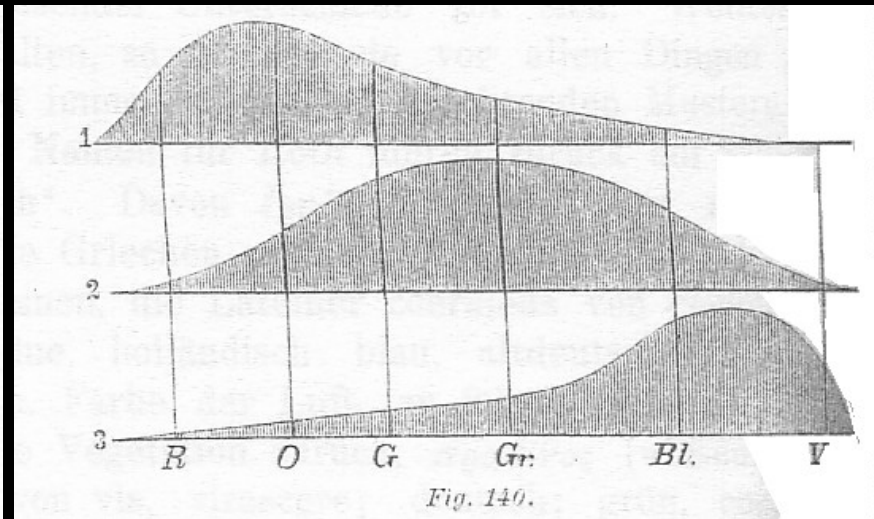
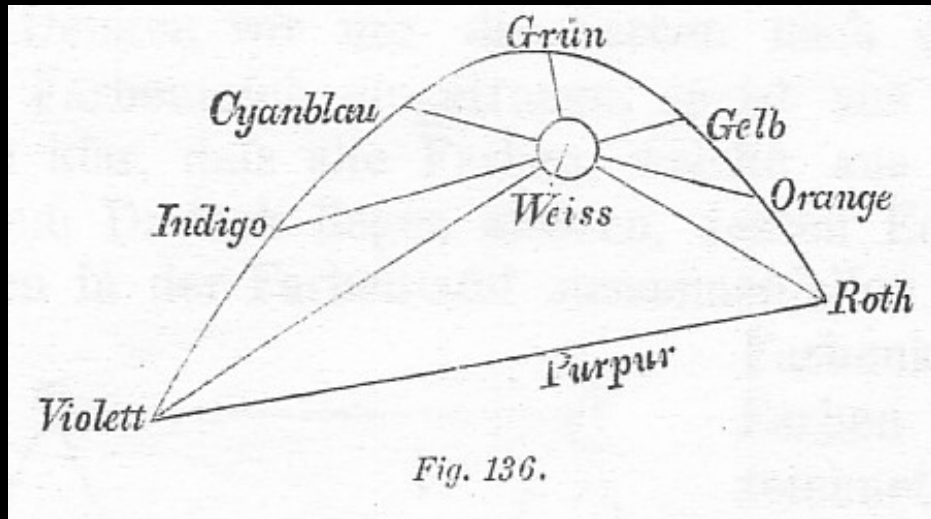
Turner 1825

Schuhsohle: Sättigung (S) und Farbton (H)

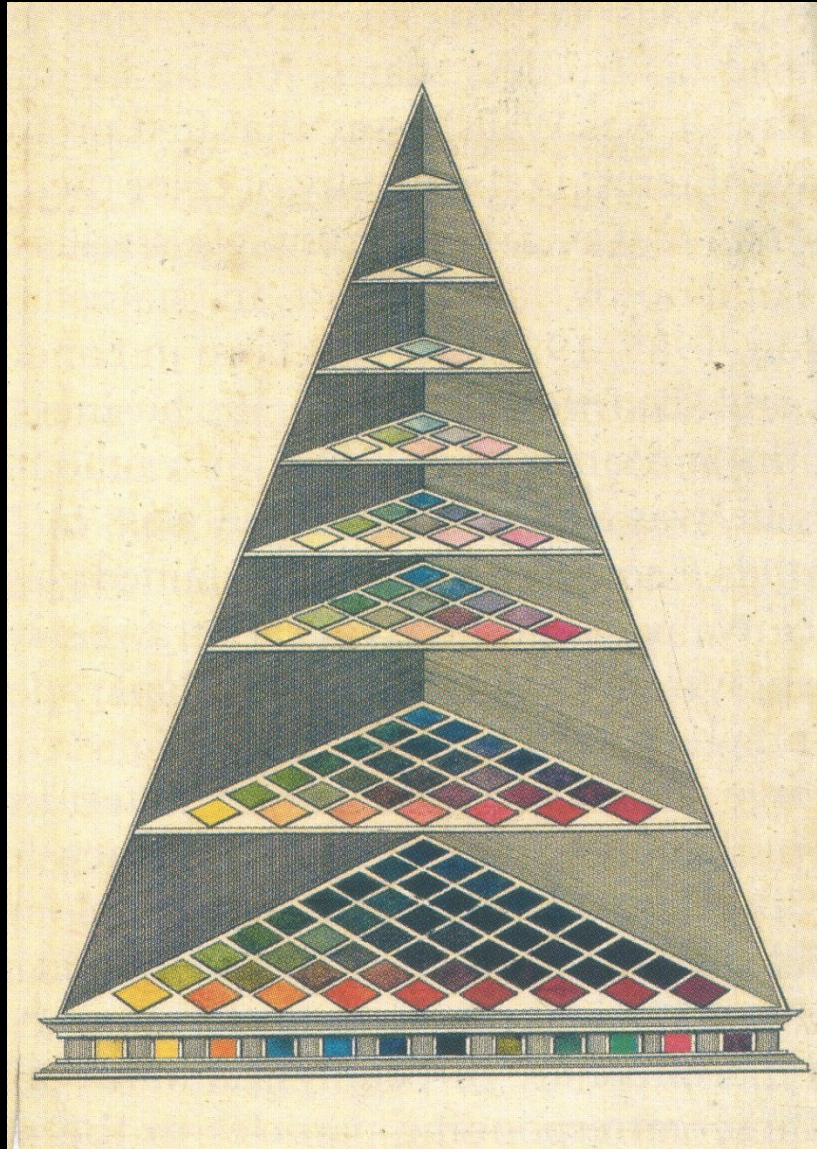


[→ Newton/Helmholtz Kreisscheibe]

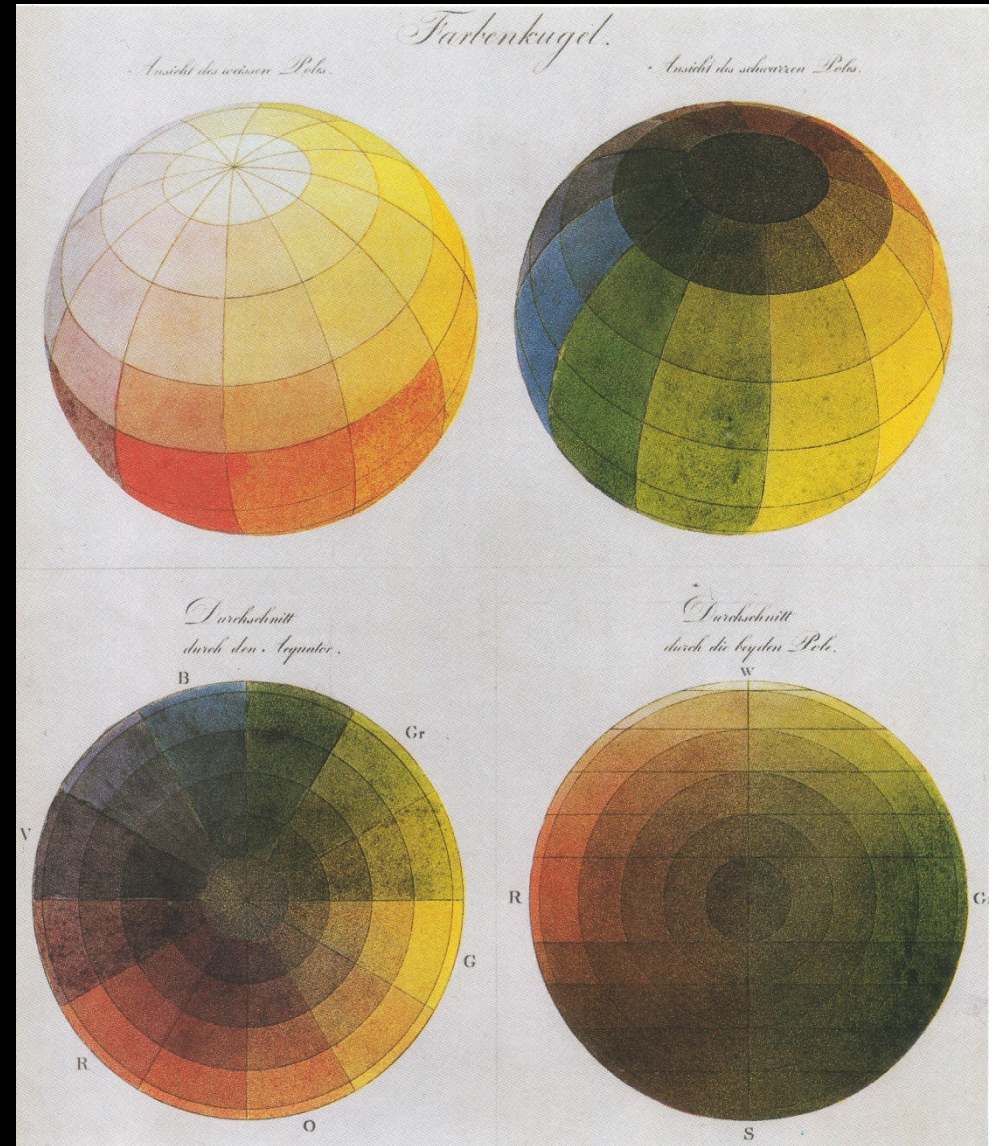
Helmholtz: Farbmodell und Resonanzkurven



Farbe im Raum

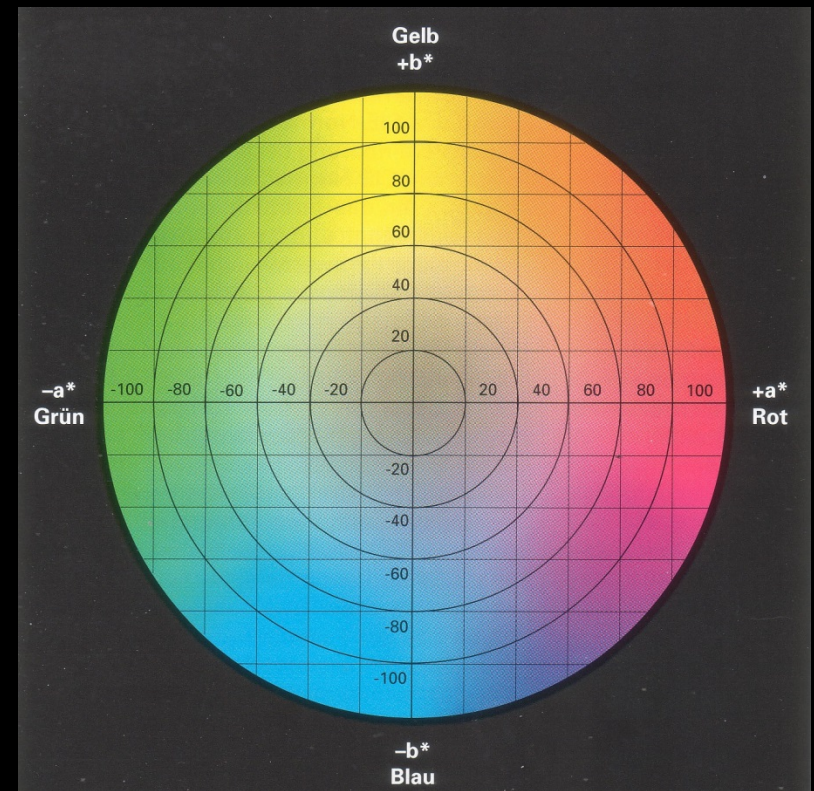
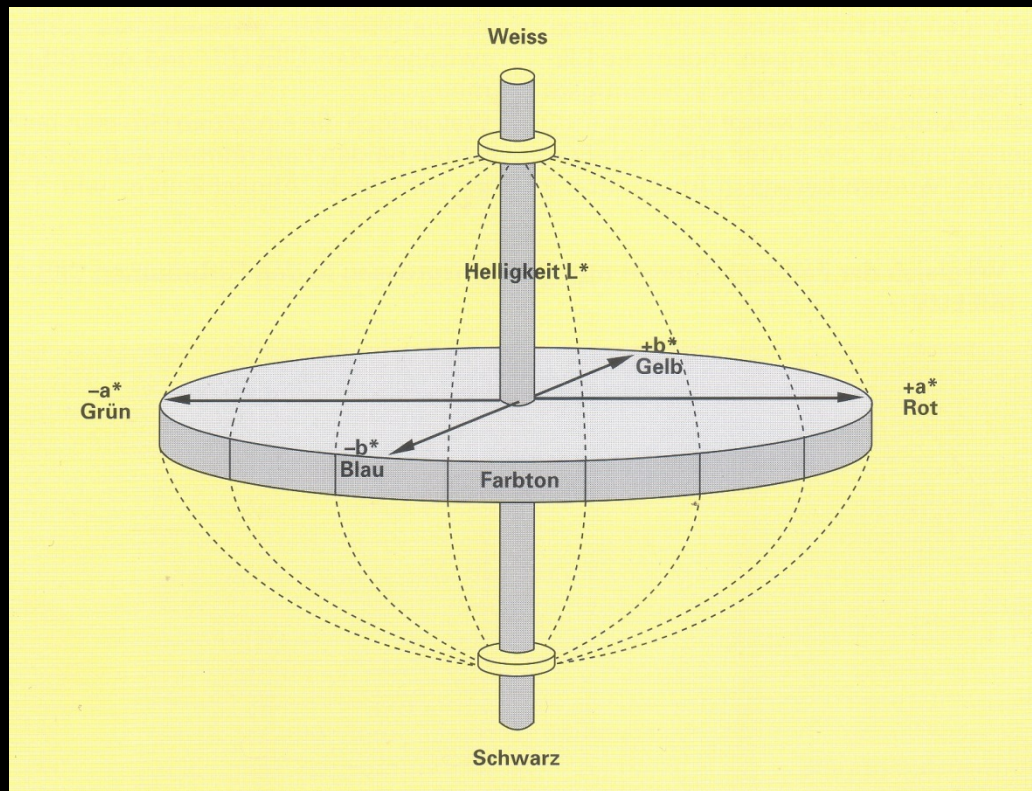


Lambert 1772

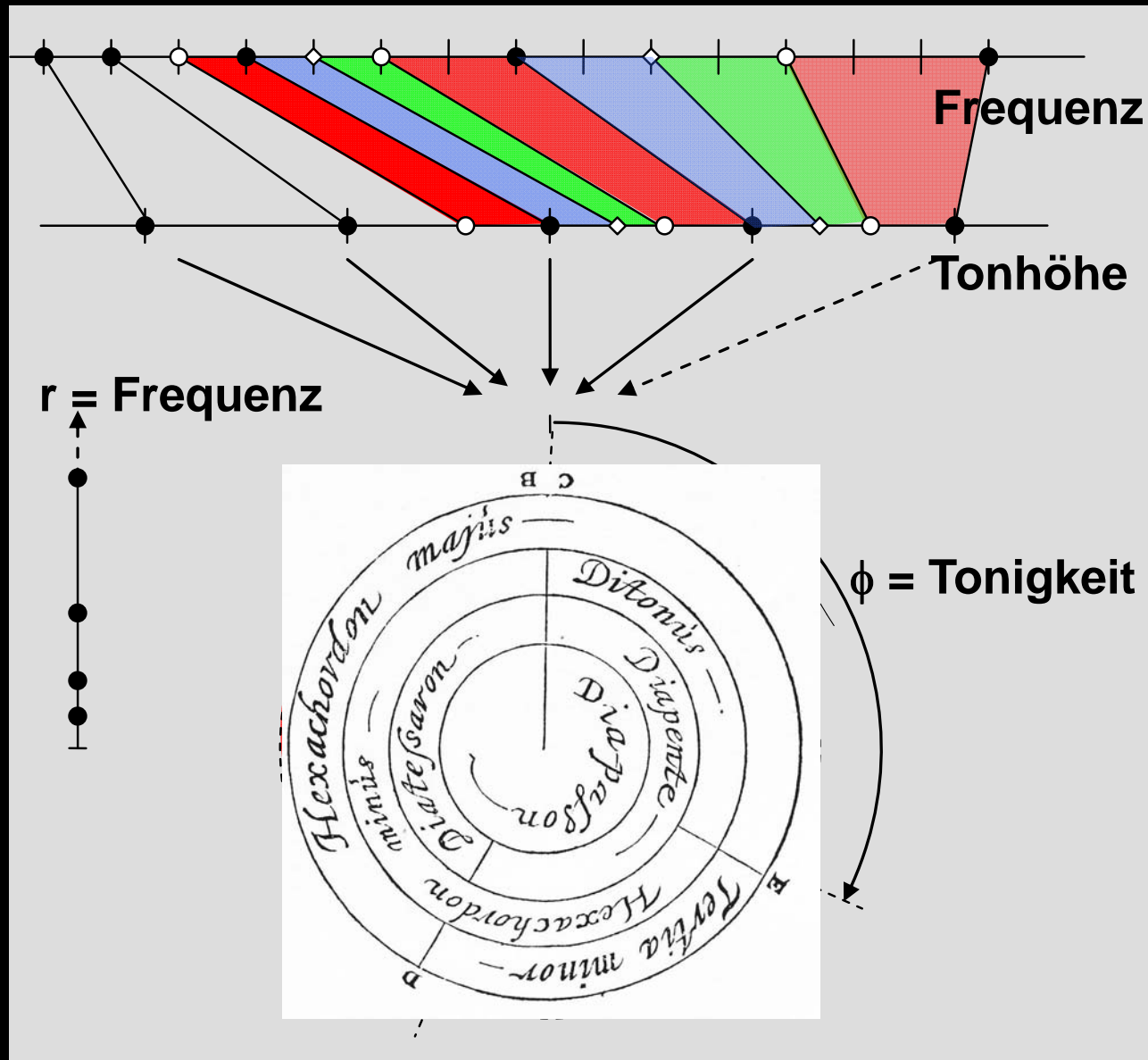


Runge 1810

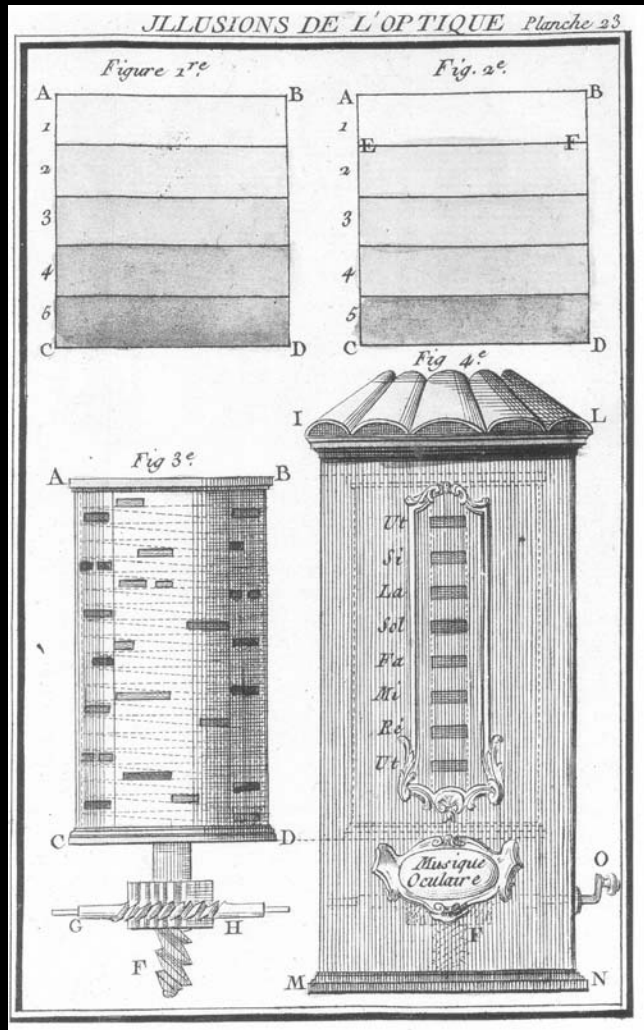
Cielab: Farbkugel



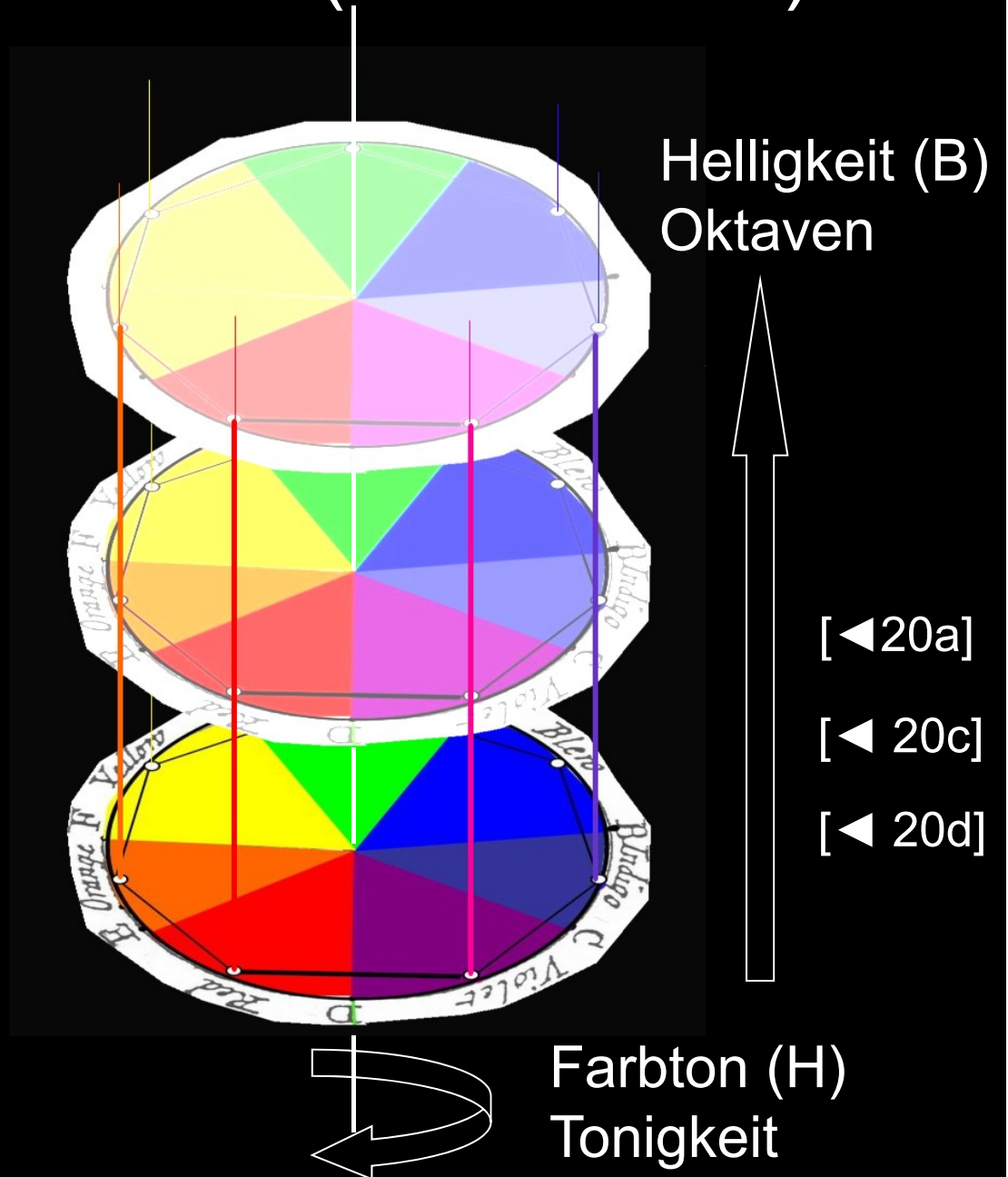
Tonhöhen / Tonigkeiten



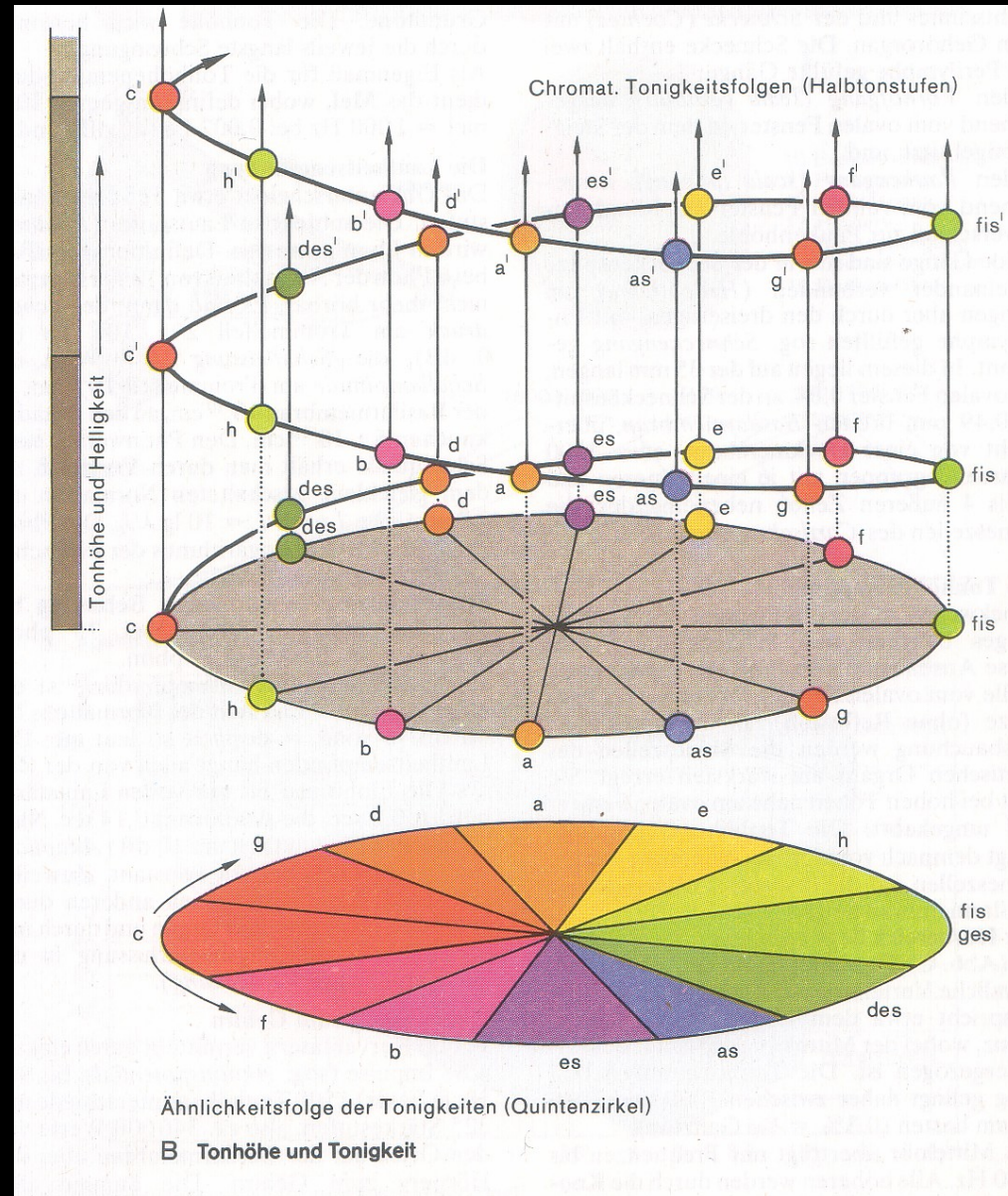
Louis Bertrand Castel (1688–1755)



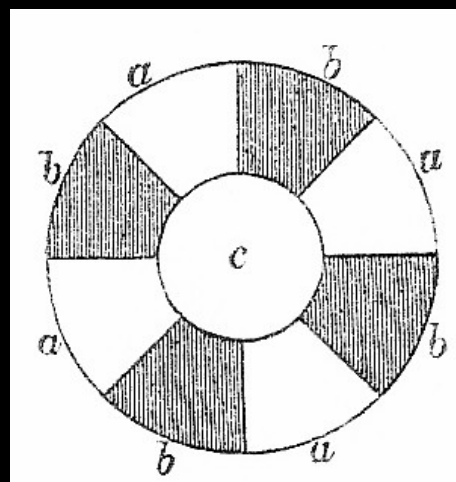
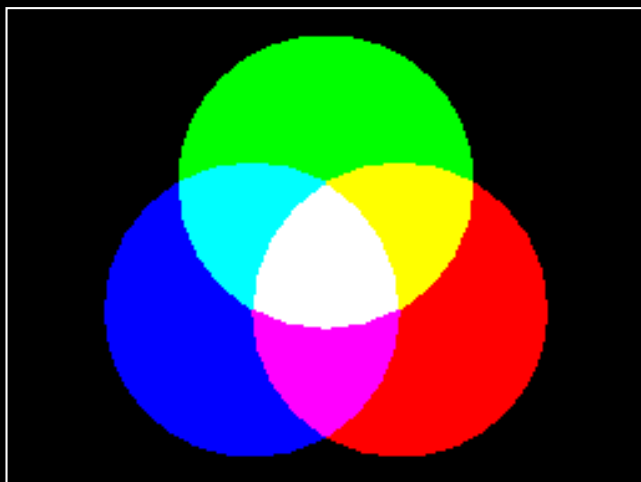
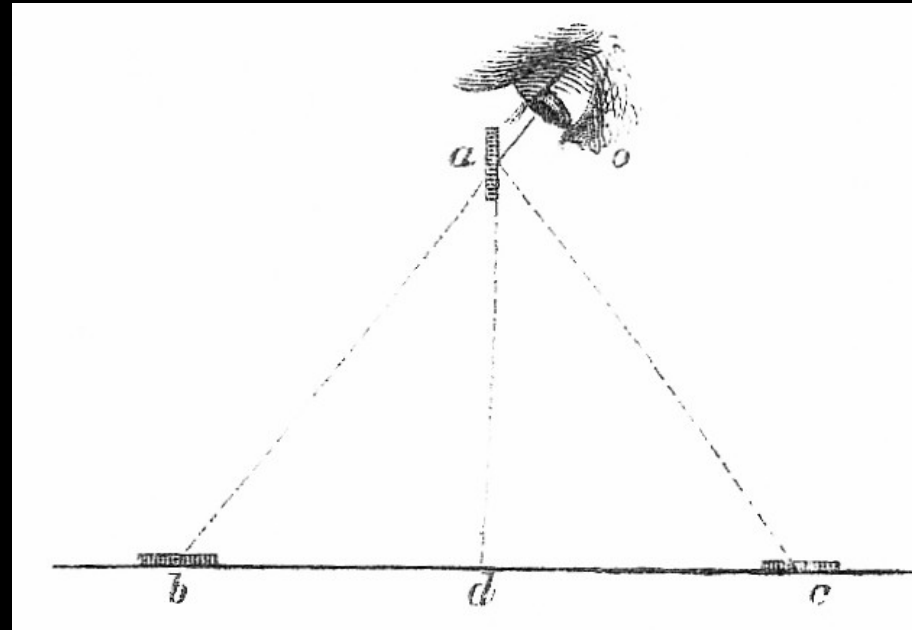
Musique Oculaire:
Guyot 1769



Ton-Spirale (dtv Musik)



Helmholtz: additiv und subtraktiv



Dreifarbendruck

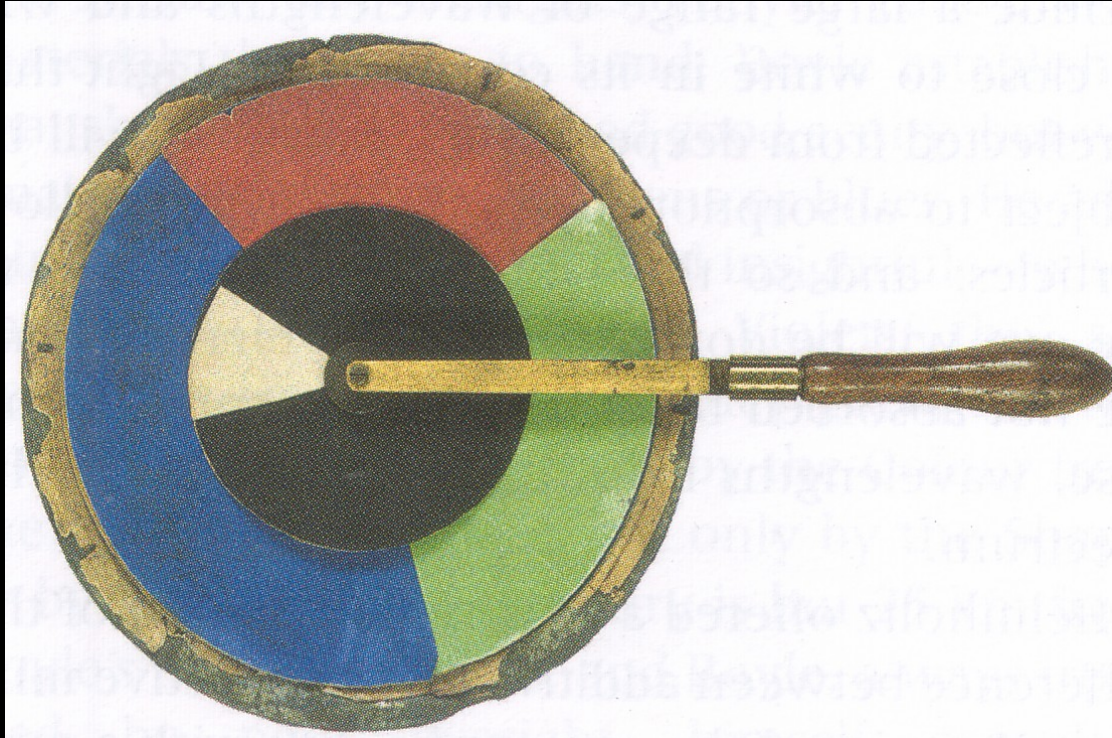


Le Blon vor 1838



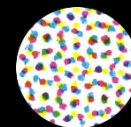
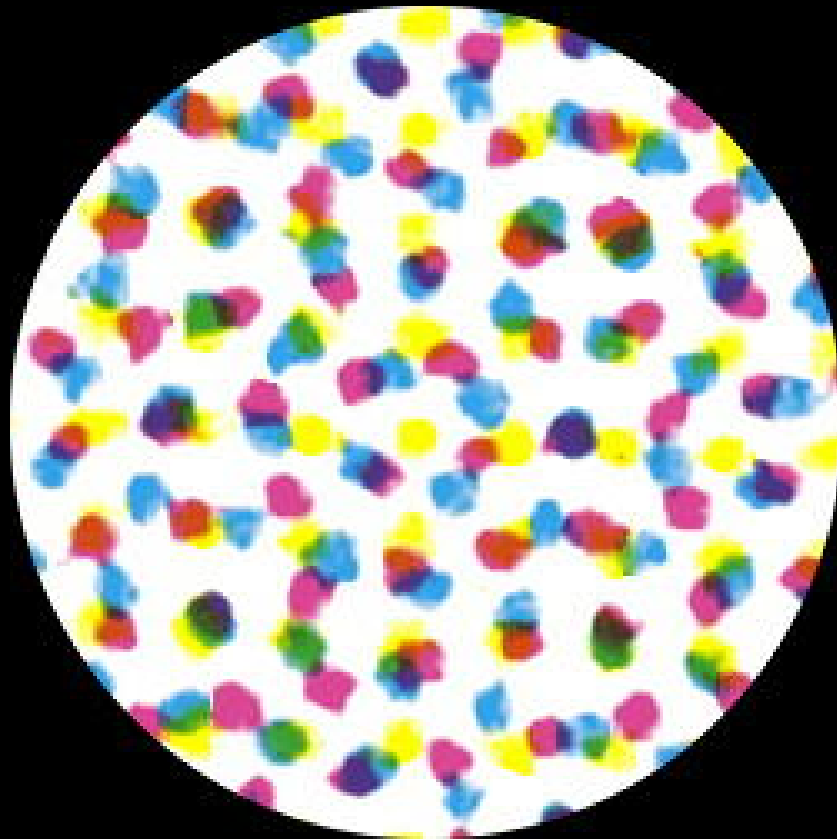
Meyers, Konversationslexikon (61904)

Maxwell: Farbkreisel 1860



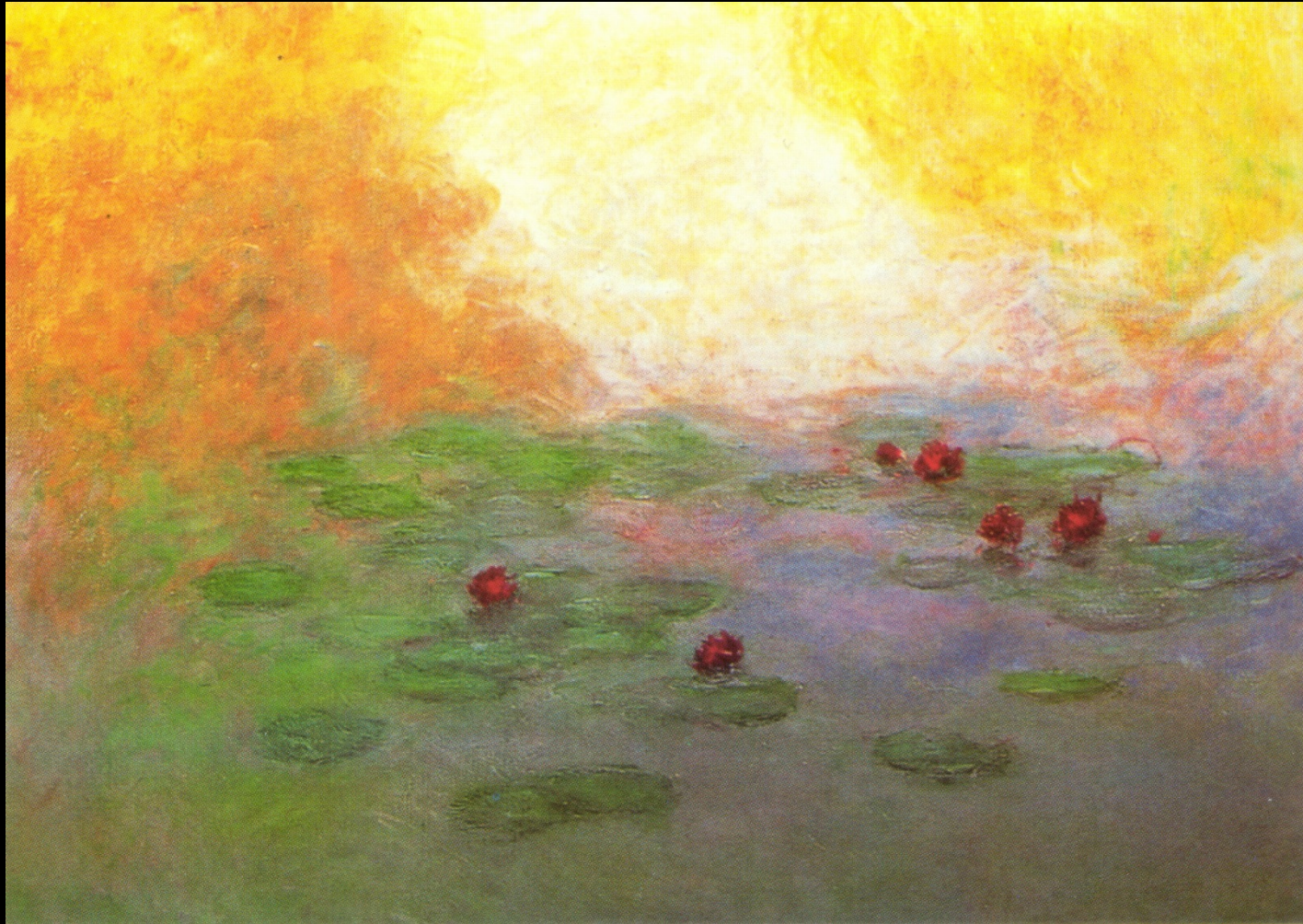
Herstellung von Grau

Grau im Dreifarbendruck (cmy)





Van Eyck 1432



Monet: Seerosen 1908

Richard Wagner: Rheingold, Prélude,
Wiener Philharmoniker, Georg Solti

Martin Meier: MONOTON

Computer Sound: Martin Neukom (ICST)

Stimmen:

Martine Aeschlimann
Lesley Paganetti

Katharina Dillier
Mariadele Patriarca

FINE