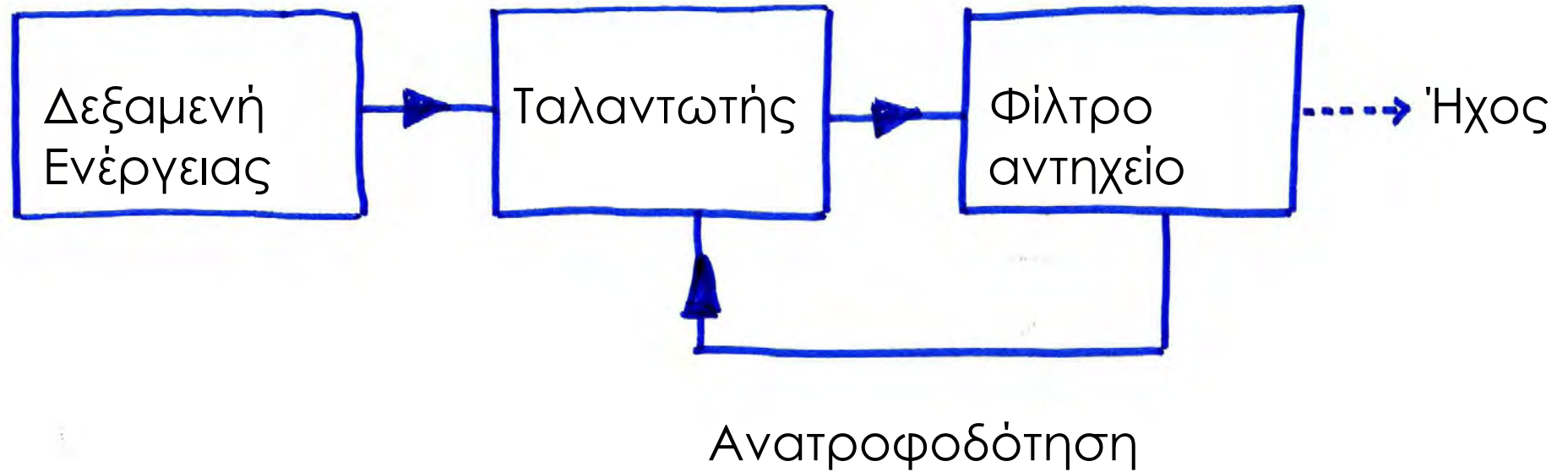


ΚΥΚΛΟΣ ΔΙΑΛΕΞΕΩΝ ΜΟΥΣΙΚΗΣ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ

ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ ΠΝΕΥΣΤΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ

Gottfried Schubert
04.05.2011

Το γενικό μοντέλο



Έγχορδα όργανα

Κίνηση δοξαριού

Χορδή

Κορμί

Πνευστά όργανα

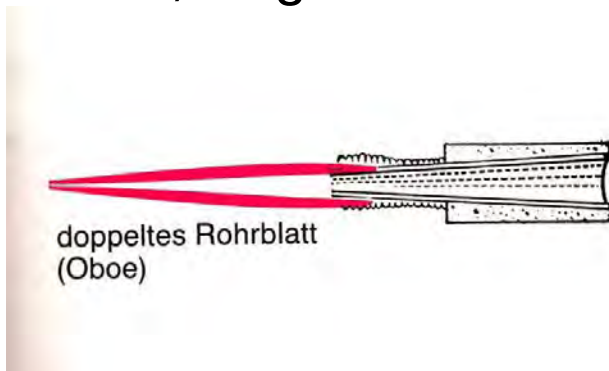
Δεξαμενή ενέργειας:

Η πίεση του αέρα στα πνευμόνια

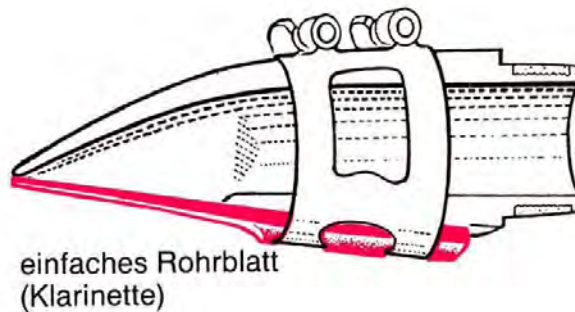
Ταλαντωτές:

Ξύλινα πνευστά όργανα

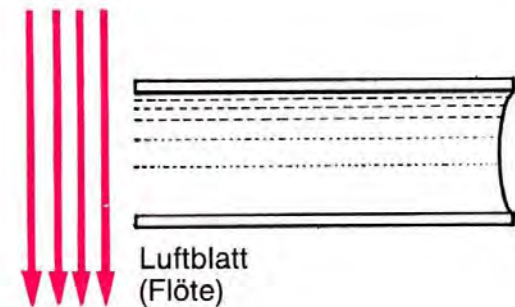
Oboe, Fagot



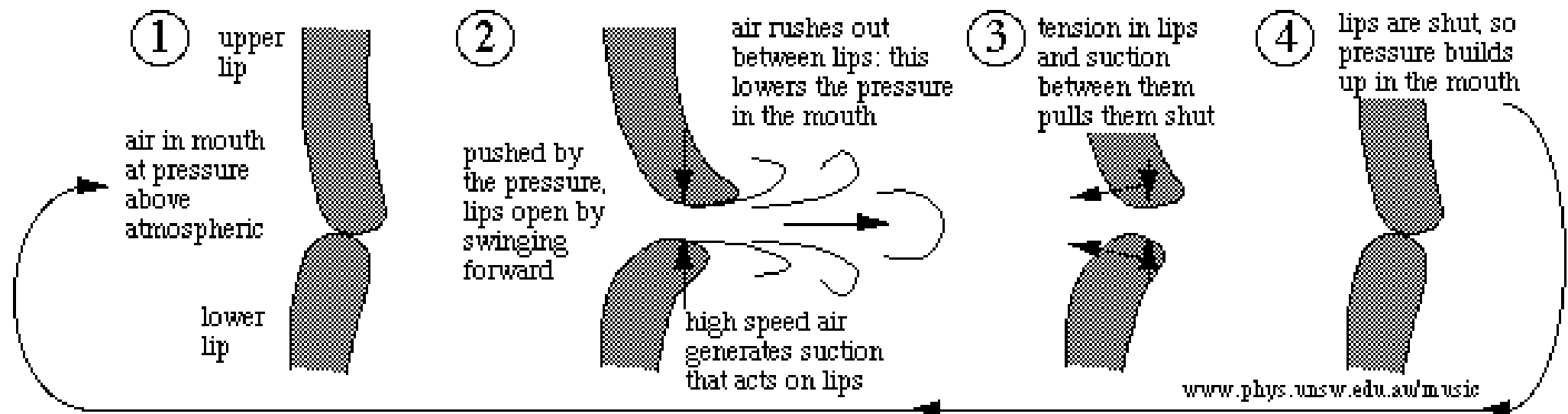
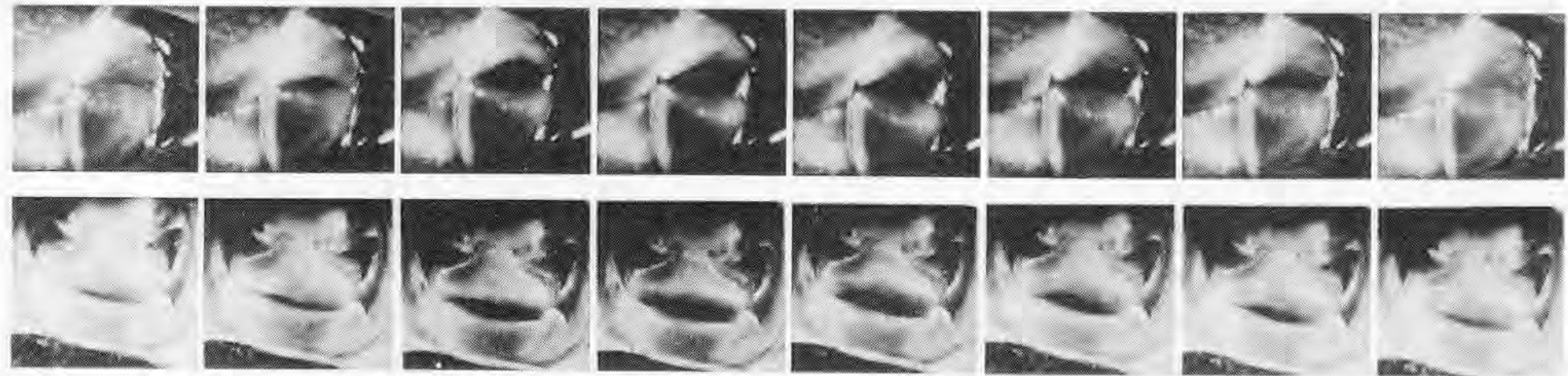
Klarinette



Floete



Χάλκινα πνευστά όργανα



Bernoulli's law

Energy per unit volume before = Energy per unit volume after

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_2$$

Pressure
Energy

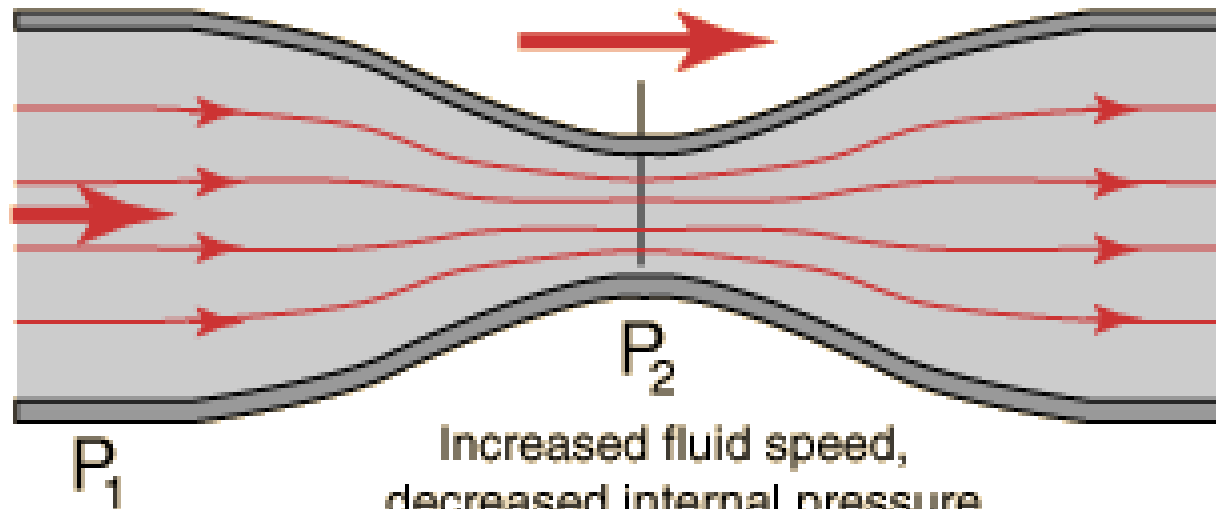
Kinetic
Energy
per unit
volume

Potential
Energy
per unit
volume

The often cited example of the Bernoulli Equation or "Bernoulli Effect" is the reduction in pressure which occurs when the fluid speed increases.

Flow velocity
 v_1

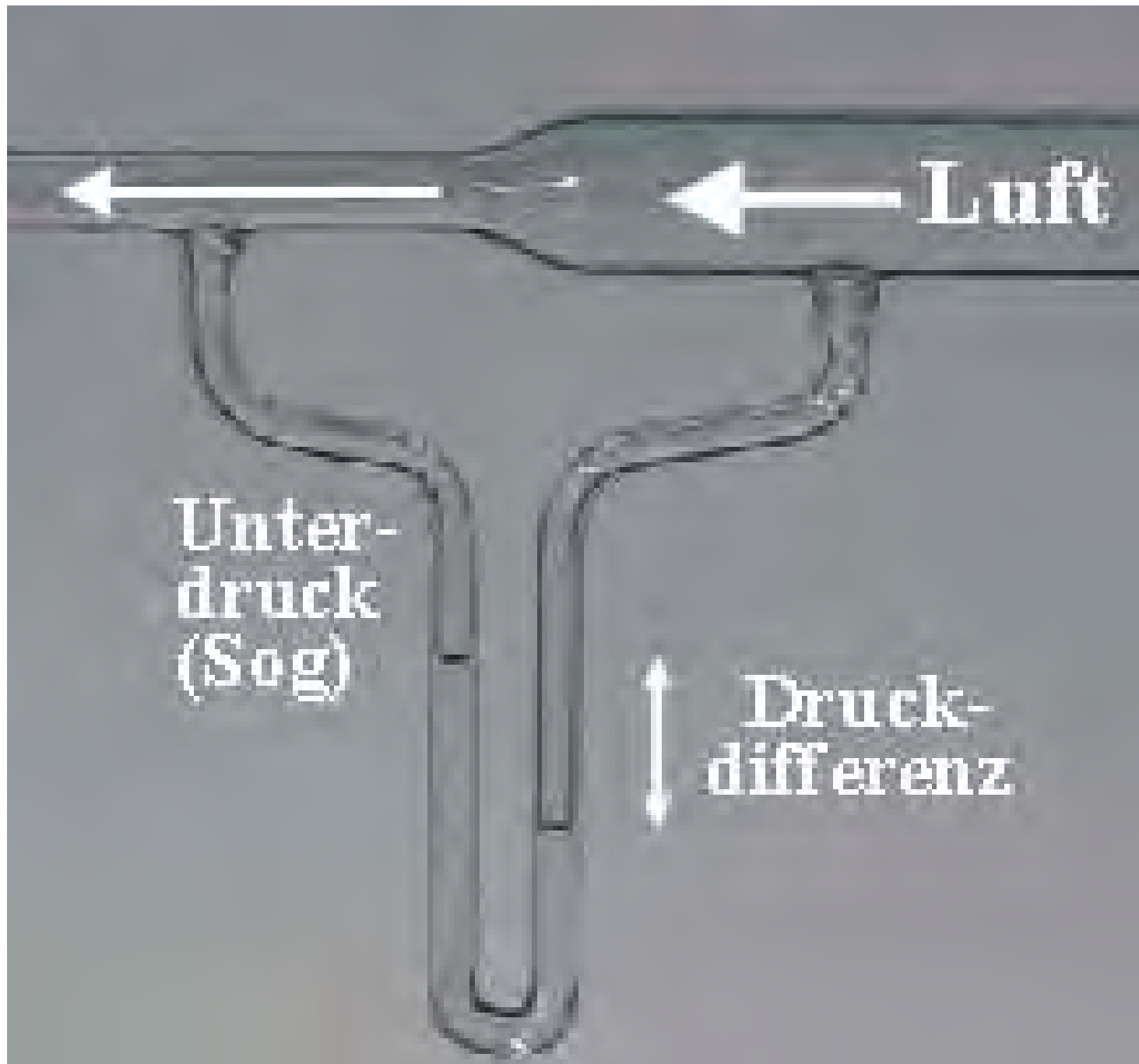
Flow velocity
 v_2



$$A_2 < A_1$$

$$v_2 > v_1$$

$$P_2 < P_1$$



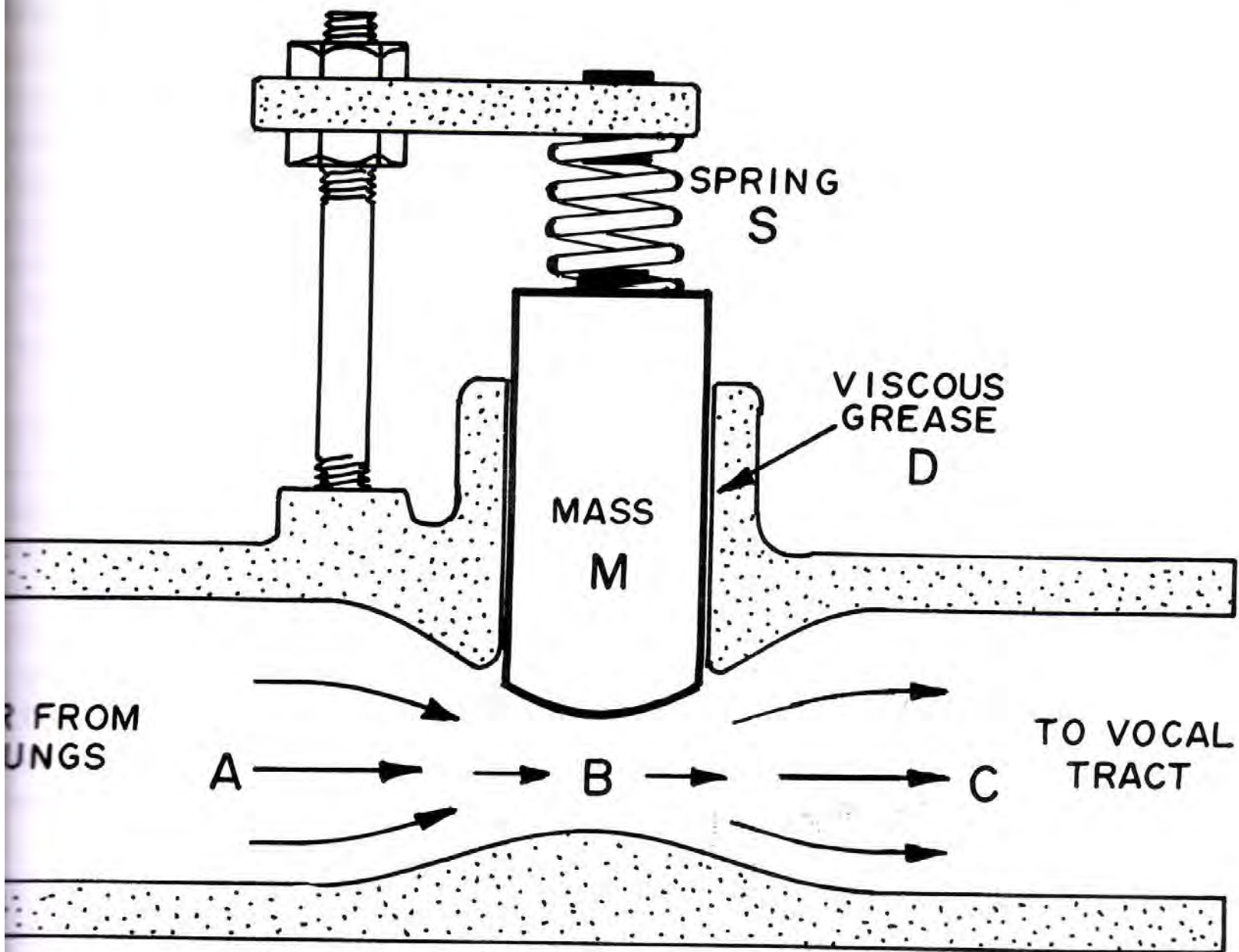


Fig. 19.2. A Mechanical Analog of the Larynx

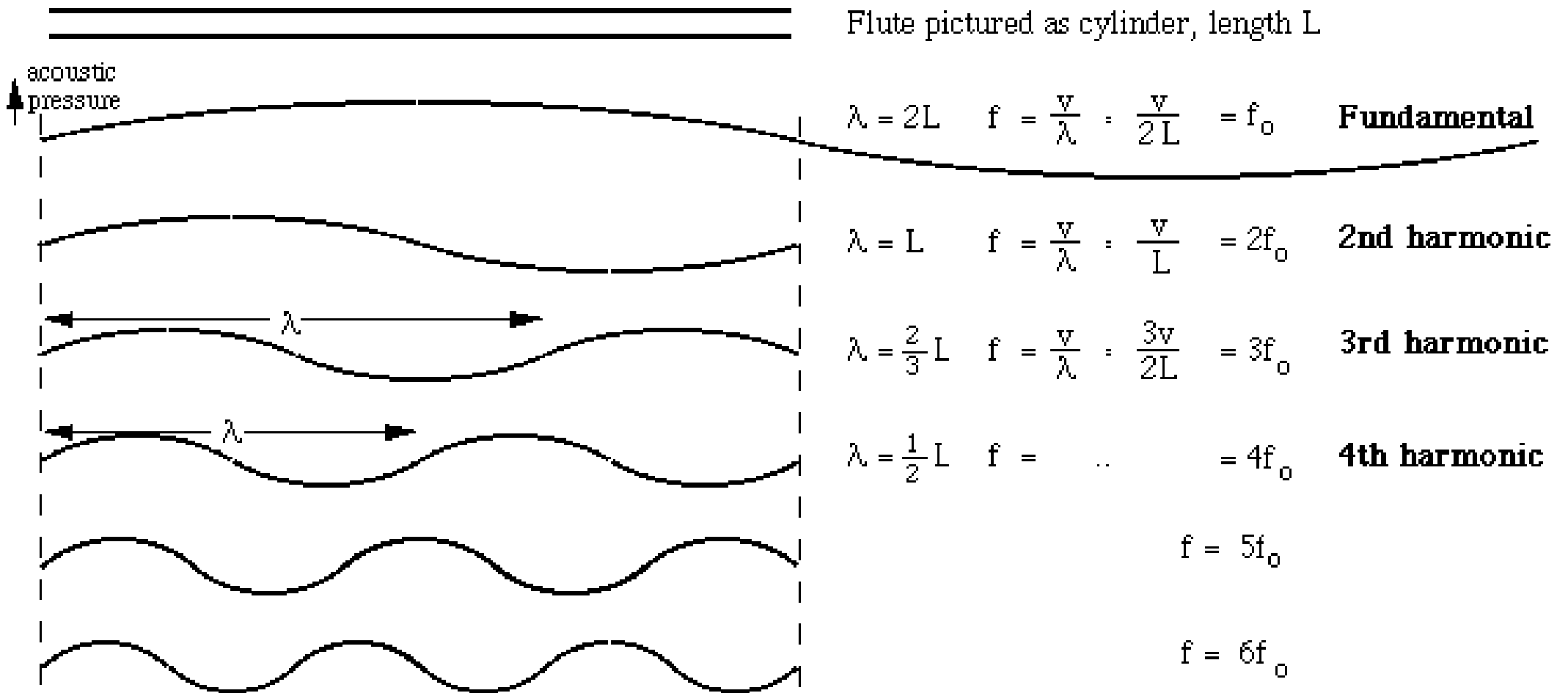
Φίλτρο αντηχείο:



Οι αρμονικές του σωλήνα

Ανοικτό

Ανοικτό



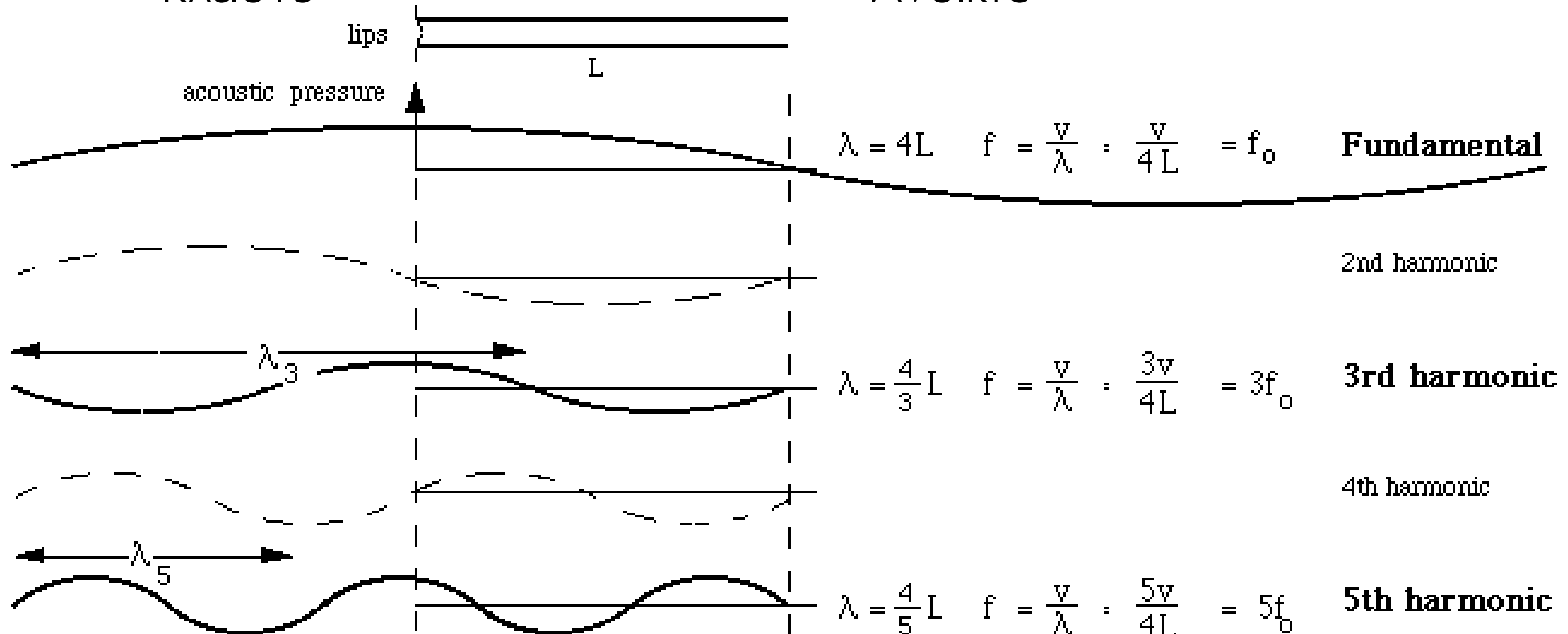
ΚΛΕΙΣΤΟ

ΑΝΟΙΚΤΟ

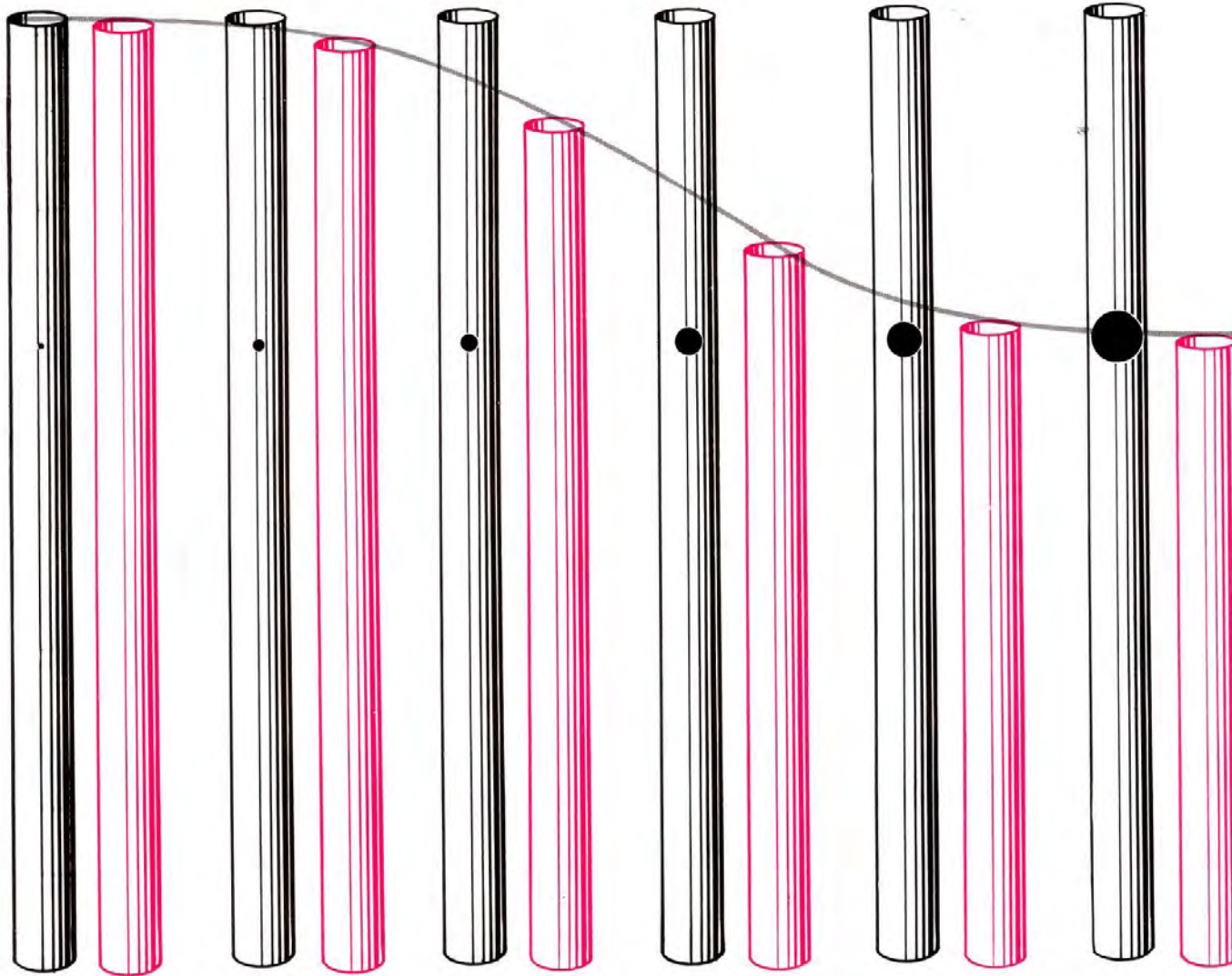
lips

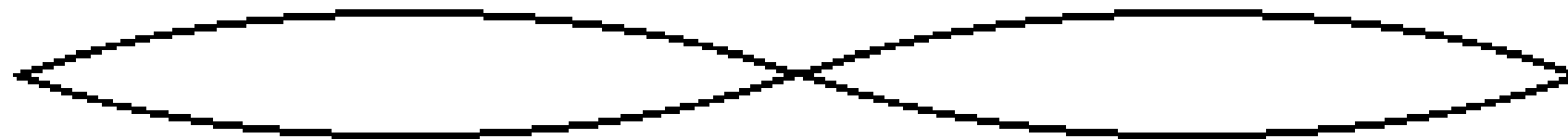
L

acoustic pressure



Κλίμακες





Η τρομπέτα



Τρομπέτα από τον τάφο του Tut-anch-Amun (1332 – 1323 BC)

Musicians playing the salpinx (trumpet) and the [hydraulis](#) (water organ).

Terracotta figurine made in Alexandria, 1st century BC





Cornicen - Trajanssäule (98 – 117)



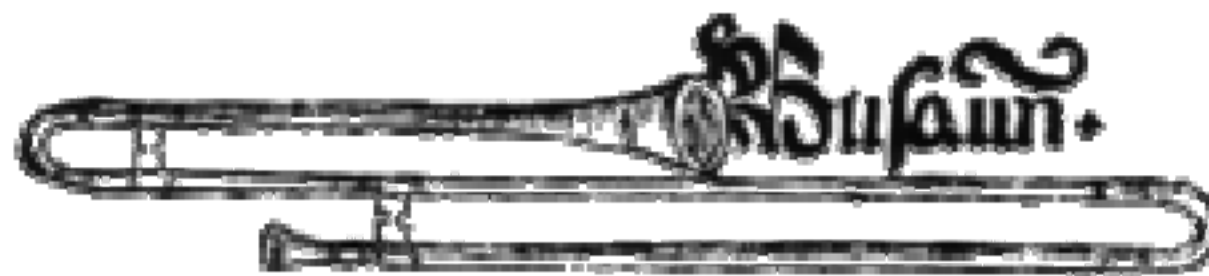
Lure
1.300 – 700 BC



Leonhardt Fronperger
Kriegsbuch
(Frankfurt, 1573)

Der Feldt Trommeter.

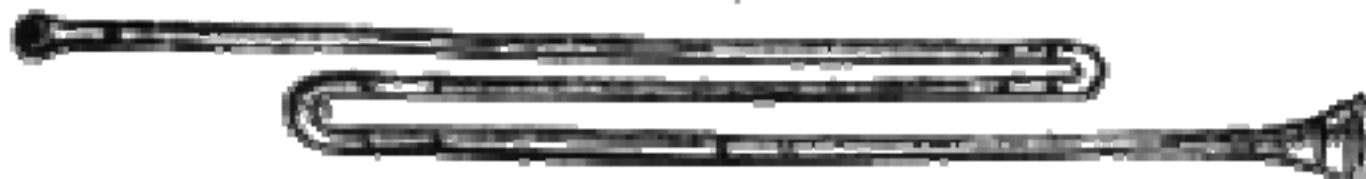




Clarinet



Trumpet Horn



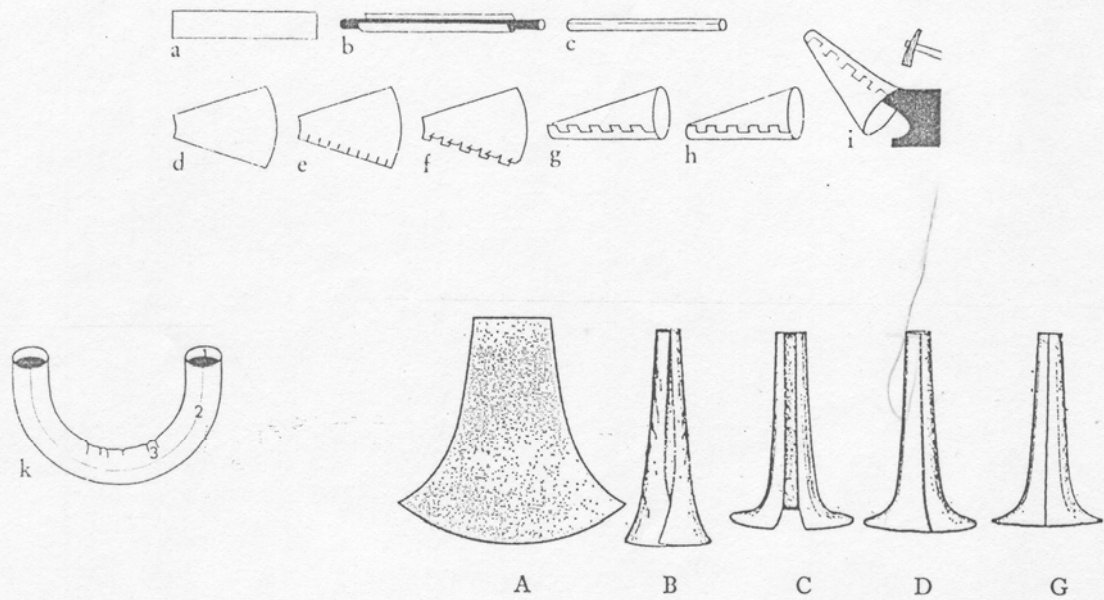
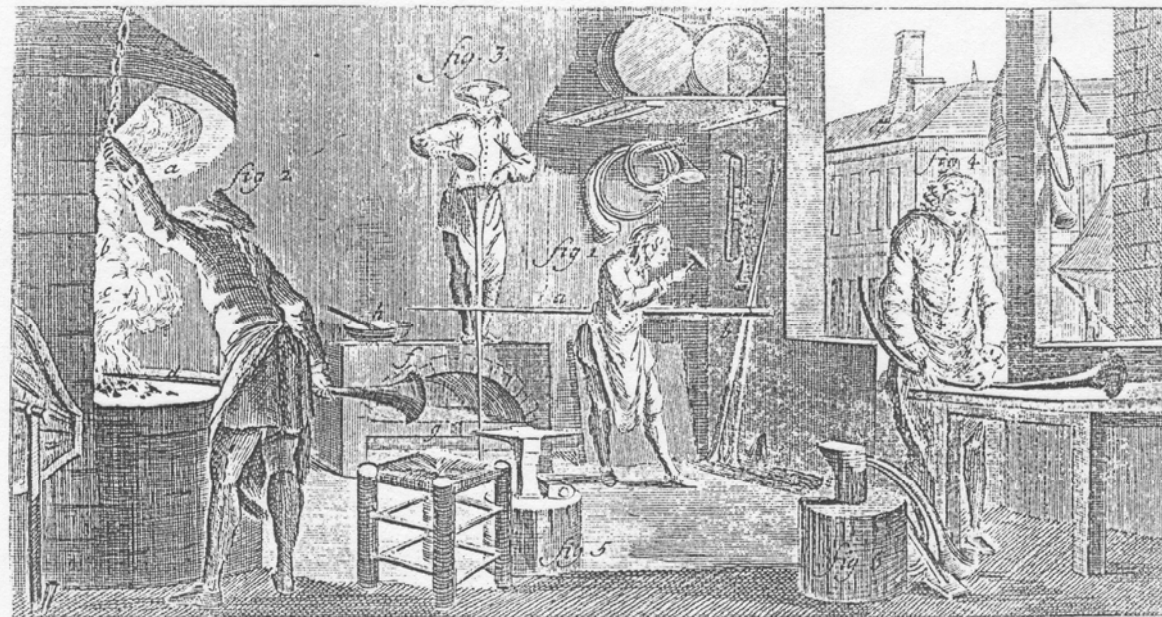
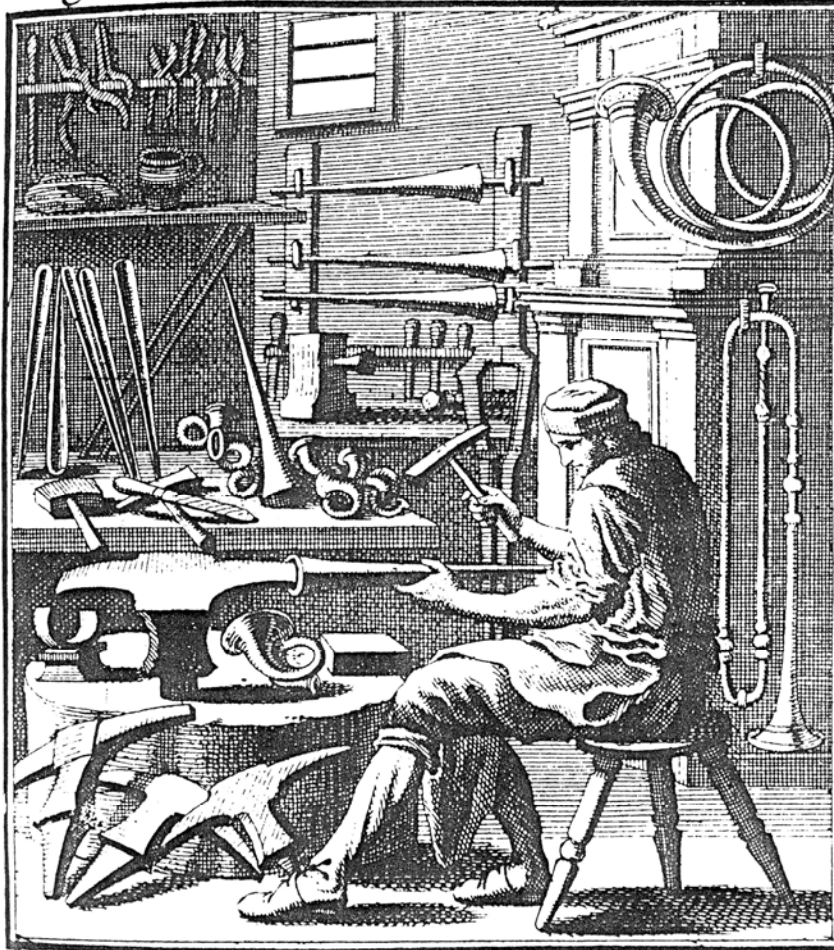


Fig. 54 Five stages in the formation of a trombone bell by hand methods



Der Trompetenmacher.
Angut und bösem Schall kennt man das Werk-Metall.



Verstopft das Ohr, zeigt nicht Gefallen,
Wann Lob-Trompeten um euch schallen,
durch die oft Heuchel Athem dringt;
Dann den wird Lob und Ehre küssen,
der sich zu seines Weylands Füßen,
in Demut durch die Pöthm-Lüft schwingt.



Left: Trumpet by Johann Wilhelm Haas,
Nürnberg, ca. 1690-1710

Center: Trumpet by Paul Hainlein,
Nürnberg, 1666.

Right: Trumpet by Johann Wilhelm Haas,
Nürnberg, ca. 1710-1720



Anton Weidinger (1766 – 1852)

„organisierte Trompete mit Klappen, mittels derer sich in allen Lagen alle chromatischen Töne erzeugen lassen“

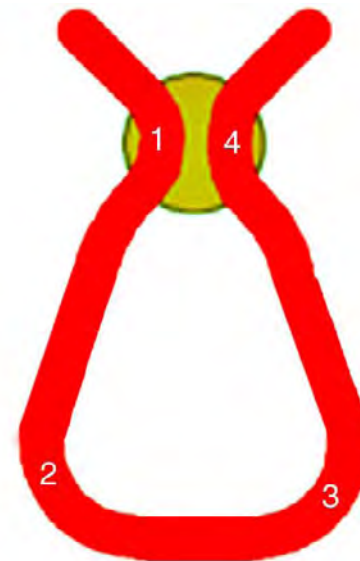
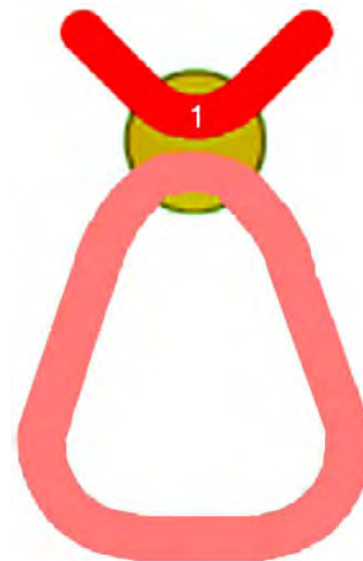
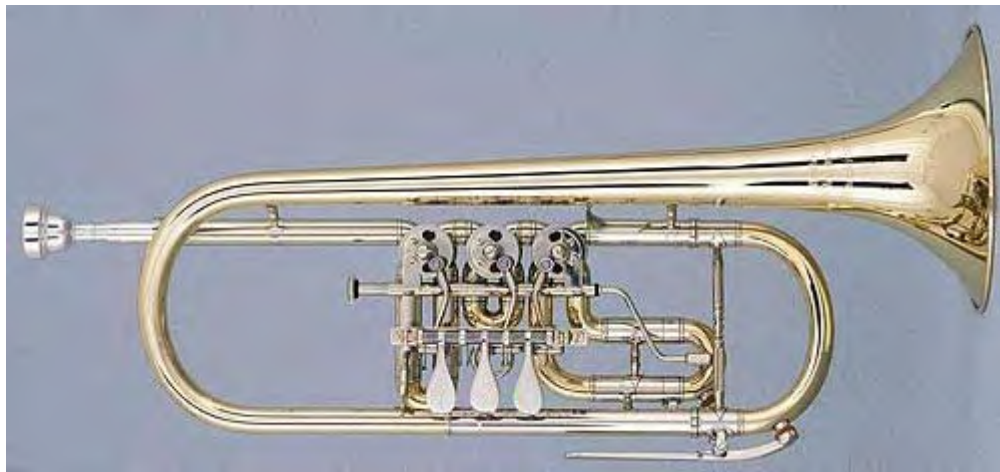
28. März 1800 eine „große öffentliche Akademie“

Joseph Haydn, Konzert für Trompete und Orchester in Es-Dur

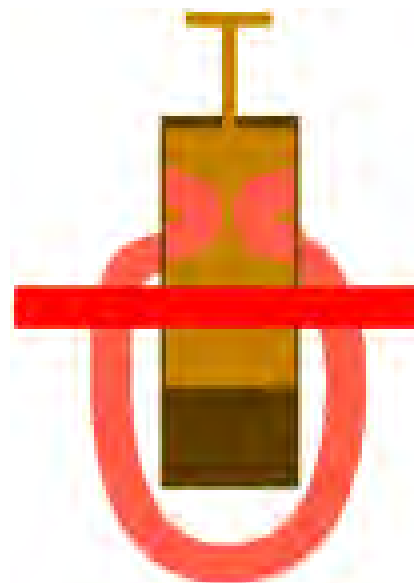
Johann Nepomuk Hummel, Konzert für Trompete und Orchester in E-Dur



Friedrich Bluehmel, 1818



Heinrich Stoelzel, 1813
Francois Perinet, 1833



Trumpet piccolo



Μεγάλα ονόματα

Versuch einer Anleitung
zur
heroisch-musikalischen
Trompeter- und Pauker-Kunst,
zu mehrerer Aufnahme derselben
historisch, theoretisch und praktisch beschrieben
und mit Exempeln erläutert
von
Johann Ernst Altenburg.



G. F. Beckers,
1828.

Zwey Theile.

Halle,
gedruckt und verlegt bey Joh. Christ. Hendel.
1795.

Das Pferd bleibt entweder der Potentat, in dessen Diensten man steht nebst Sattel und Zeug, oder man reitet auch sein eigenes Pferd, wie z. B. in Röm. Kaiserlichen, Hannöverschen und Holländischen Diensten, und bekommt doppelte Ration. Jede Ration beträgt gemeiniglich fünf bis sechs Mthr. monatlich.

Der Rang eines Trompeters kommt nicht bei allen Regimentern überein; gemeiniglich ist er mit dem eines Wachtmeisters in gleicher Abstufung.

Kapitel VII.

Von berühmten Trompetern in alten und neuen Zeiten.

Da ich bereits im ersten Capitel der Trompeter gedacht habe, denen man vormals die Erfindung der Trompete wiewol mit Unrecht zugeschrieben hat; so halte ich es für billig, das Andenken verdienstvoller Männer, die sich in den alten und neuern Zeiten besonders ausgezeichnet haben, erhalten zu helfen, theils vielen zur historischen Nachricht, theils auch andern zum Beispiel, damit sie sich bewetteifern, ihnen nachzuahmen.

Hier folgen sie nach der Ordnung:

- 1) Hemann, welcher der größte Trompeter bey den Hebräern gewesen seyn soll. ^{m)}
- 2) Achias, ein griechischer Trompeter, welcher in den bekannten olympischen Streitspielen nicht nur dreymal gekrönt, sondern dem auch, wegen seiner Vortreflichkeit im Blasen, eine Ehrensäule errichtet worden ist.
- 3) Aglais, eine Tochter des Megaloclis, von Alexandria gebürtig, hat eine starke Trompete geblasen; (soll aber dabey eine starke Fresserin und Säuserin gewesen seyn.)

4)

^{m)} S. Kalkbrenner, kurzer Abriß einer Geschichte der Tonkunst.

Gottfried Reiche (1667 – 1734)



Adolf Scherbaum (1909 – 2000)



Maurice Andre (1933)



Carole Dawn Reinhart (1941)



Maynard Ferguson (1928 – 2006)

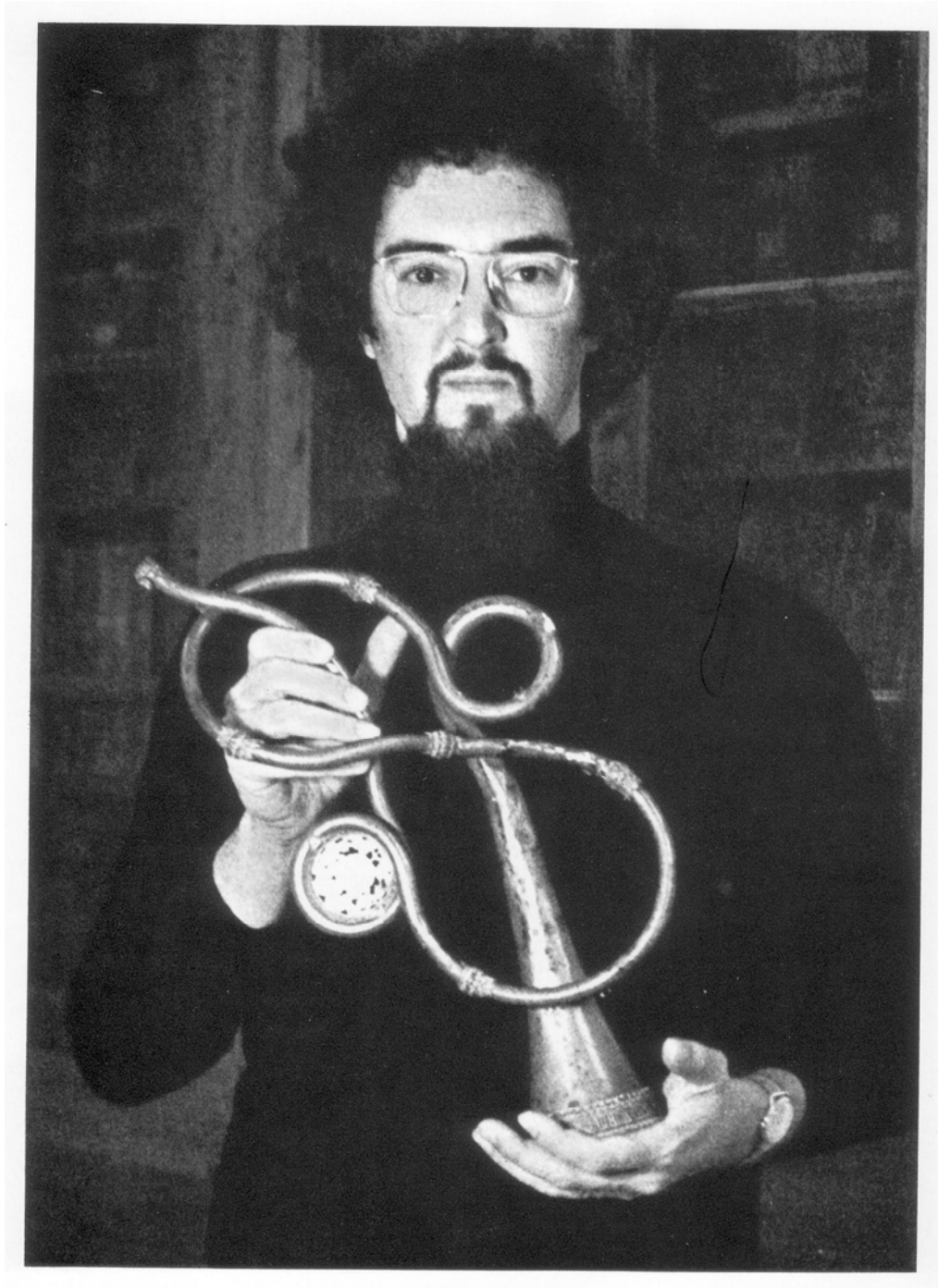


Bill Chase (1934 -1974)



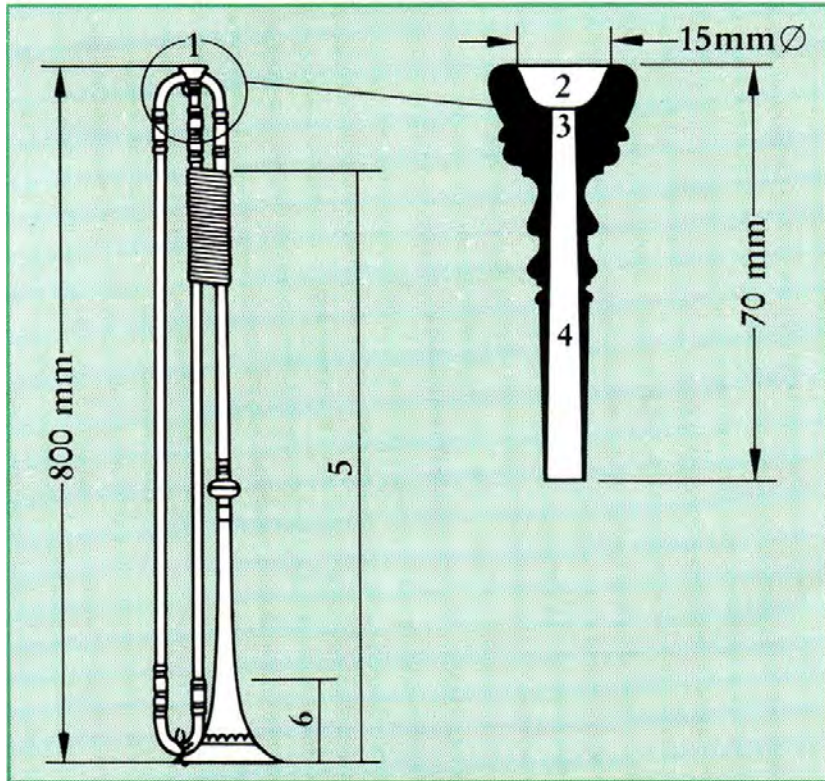
Edward H. Tarr (1936)

Trumpet
Anton Schnitzer
Nurnberg, 1585

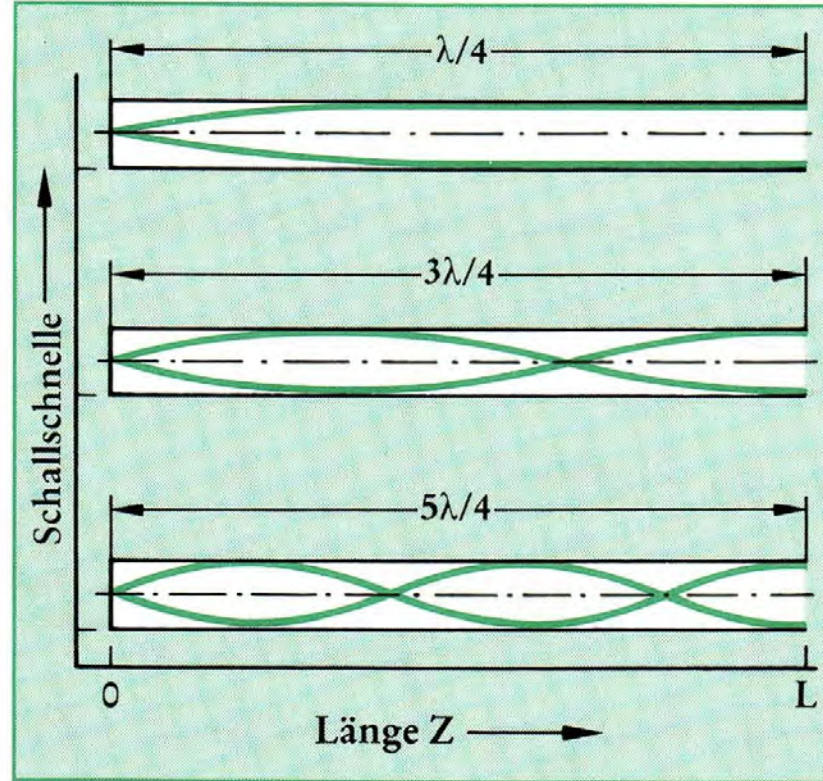


Η φυσική της τρομπέτας

1



2



$$\frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 p}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 p}{\partial z^2} + \frac{1}{S} \frac{dS}{dz} \cdot \frac{\partial p}{\partial z} \quad (3)$$

In dieser Gleichung, die auch schon von Euler und Bernoulli aufgestellt wurde, bedeuten p den Schalldruck, z die Ortskoordinate und S die Fläche der gekrümmten Wellenfronten, die eine Funktion der Ortskoordinate ist. Weitet sich das Rohr nicht auf ($dS/dz = 0$), geht diese Gleichung 3 wieder in Gleichung 1 über.

Die Webster-Gleichung kann nach Abspalten des oszillatorischen Schalldruckanteils

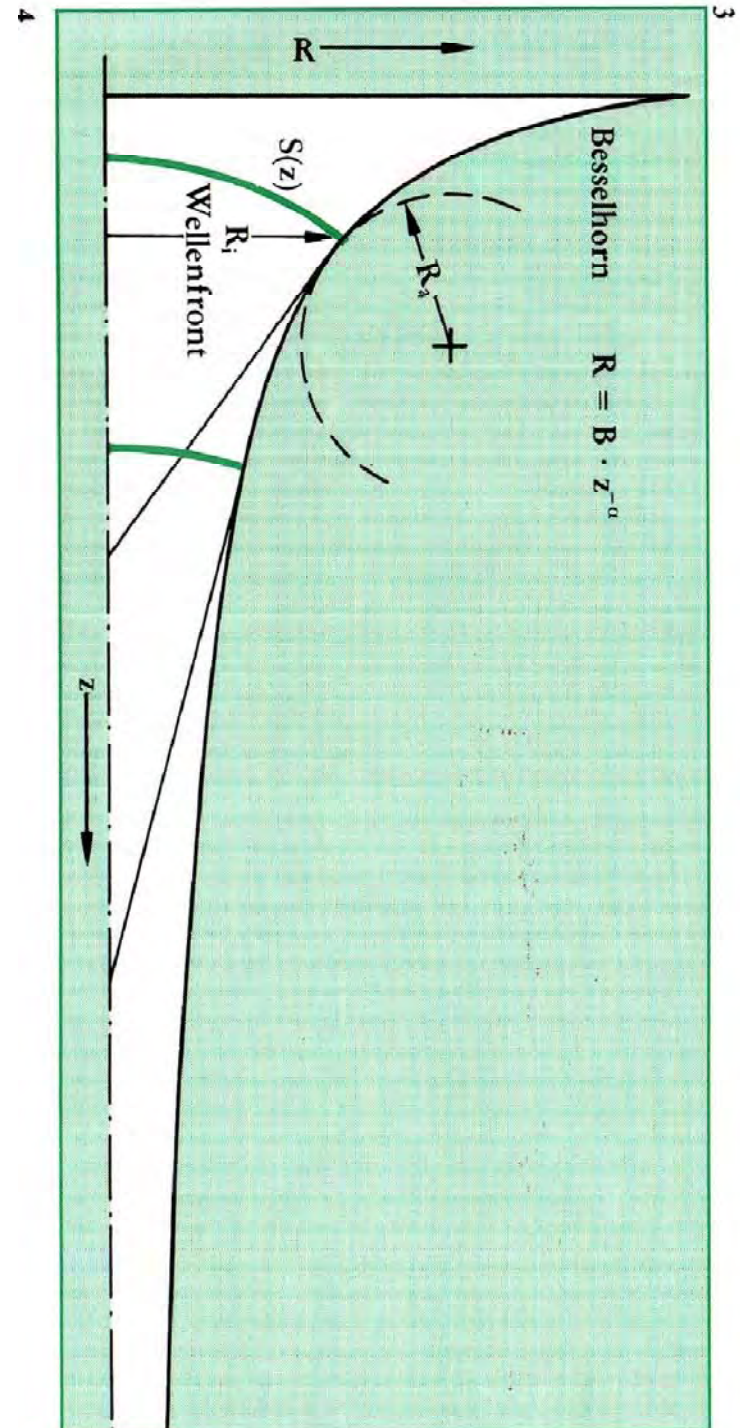
$$\tilde{p} = \bar{p} \cdot e^{i\omega t}, \quad (4)$$

und nach der Substitution einer Druck-Wellenfunktion [3]

$$\psi = \bar{p} \cdot S^{1/2} \quad (5)$$

in eine Form gebracht werden, die das Aussehen der Schrödinger-Gleichung hat:

$$d^2\psi/dz^2 + (k^2 - U)\psi = 0. \quad (6)$$



Ersetzt man noch die sphärische Fläche S durch eine flächengleiche Kreisscheibe mit $S = \pi R_s^2$, so kann die Hornfunktion U , die dem Potential der Quantenmechanik äquivalent ist, einfach angegeben werden:

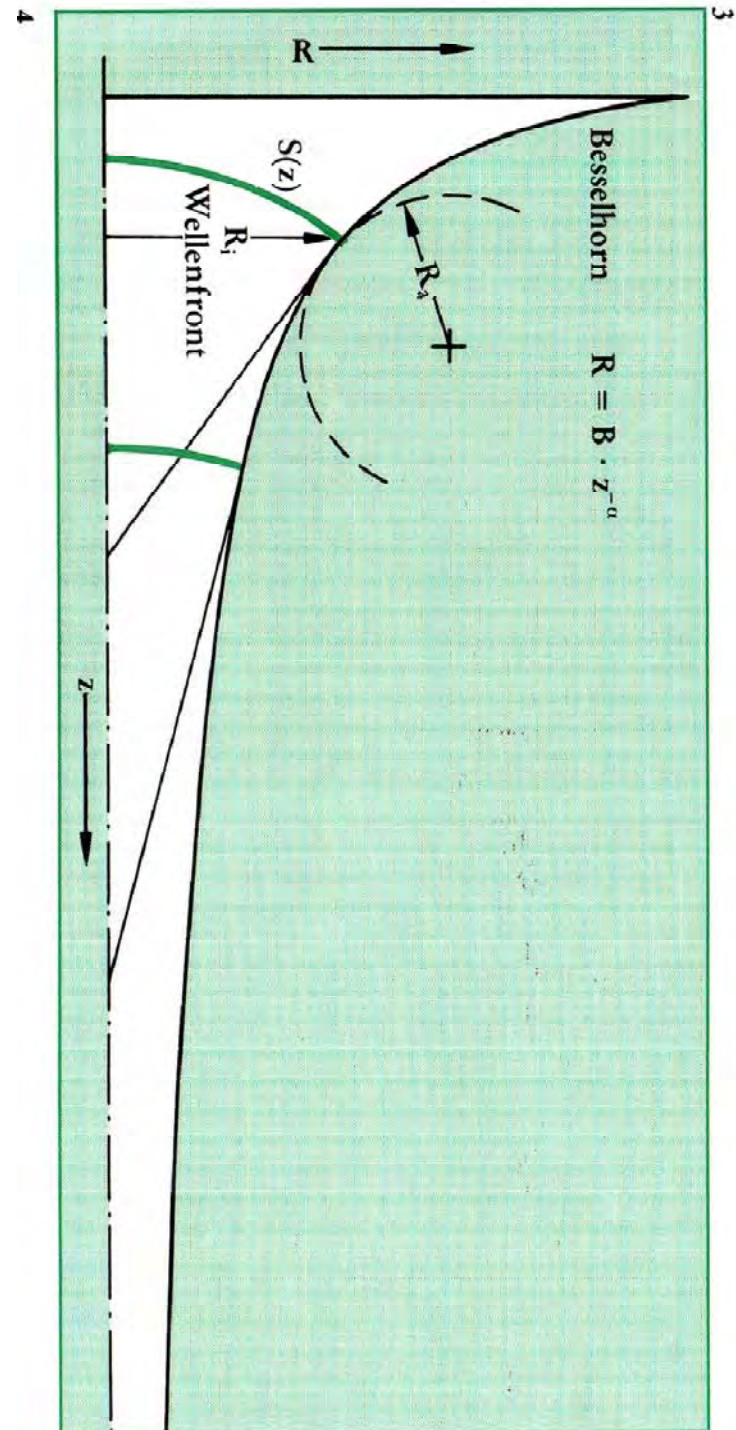
$$U = (d^2 R_s / dz^2) / R_s. \quad (7)$$

Näherungsweise läßt sich U auch aus dem inneren und dem äußeren Radius des Schallstücks berechnen (Abbildung 3):

$$U \approx 1 / R_i R_a \quad (8)$$

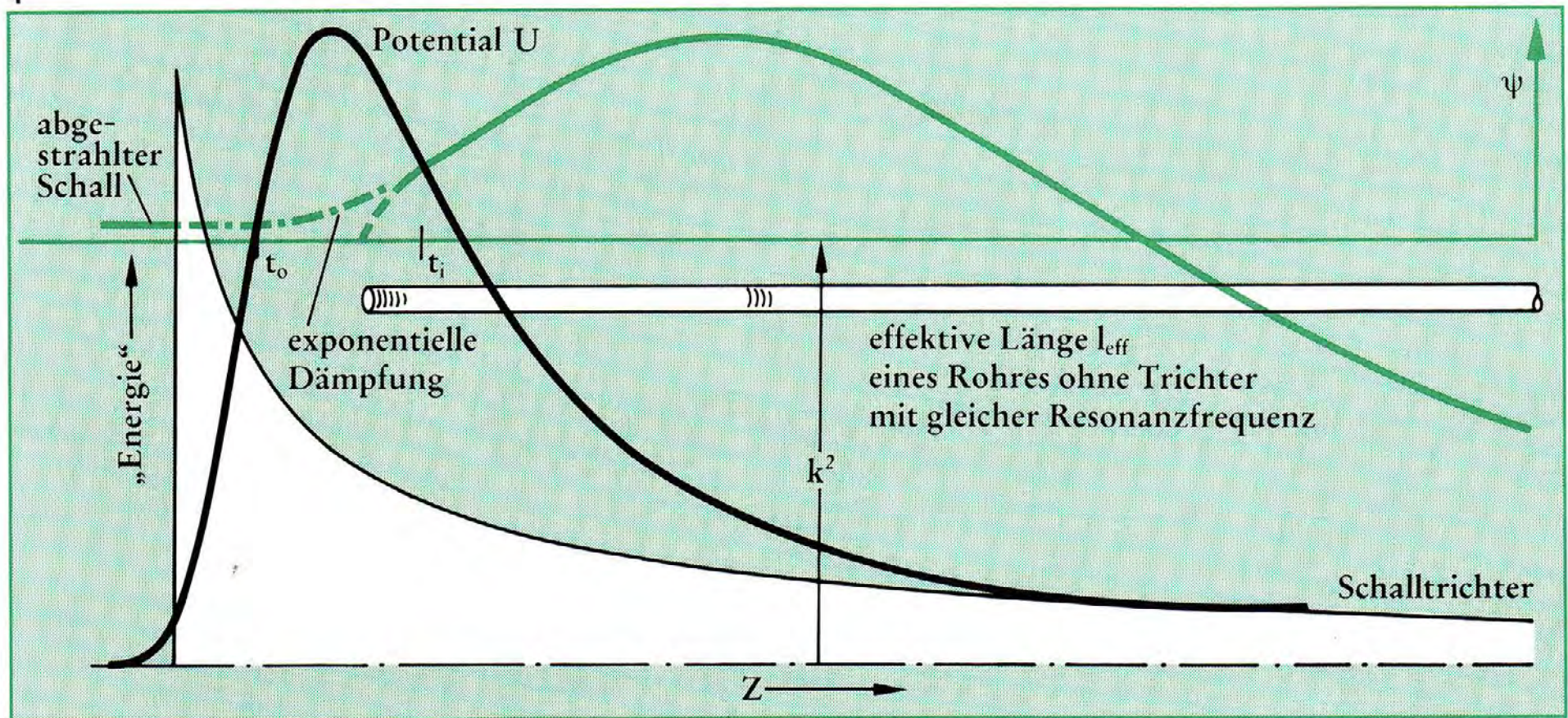
Der Vorteil dieser Umformung der Webster-Horn-Gleichung besteht darin, daß man nun quantenmechanische Vorstellungen und Rechenverfahren auf den Fall einer Schallwelle, die in einem Schalltrichter verläuft, übertragen kann. Die Eigenwerte k_n und die Eigenfunktionen ψ_n geben die Frequenzen und die Druckverteilungen der erzeugbaren stehenden Wellen im Horn wieder. Der Querschnitt des Schallstückes der Trompete wird in guter Näherung durch die Form eines Besselhorns dargestellt:

$$R(z) = B \cdot z^{-\alpha}. \quad (9)$$

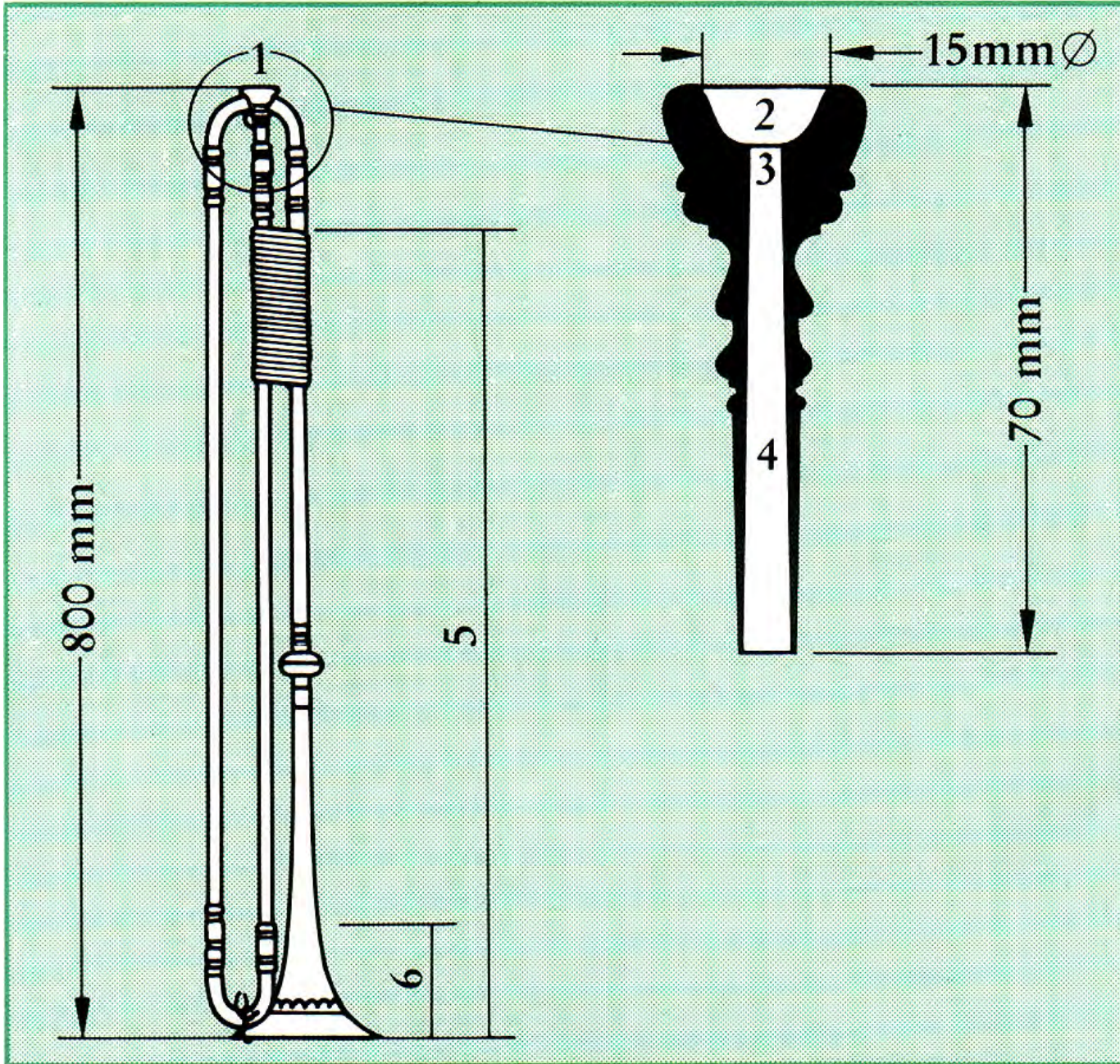


B und α sind dabei Konstanten, die die Form des Instrumentes bestimmen. Abbildung 4 zeigt diesen Querschnittsverlauf und den Verlauf der Hornfunktion U (des „Potentials“). Eine Welle mit kleinem Wellenvektor k , also „kleiner Energie“ ($E \sim k^2$), wird bereits ein ganzes Stück früher vom Potentialberg $U(z)$ reflektiert, als eine Welle mit großer Energie. Das heißt, die tiefen Frequenzen „sehen“ ein kürzeres Schallstück als die hohen Frequenzen. Man drückt diesen Sachverhalt auch dadurch aus, daß man sagt, die „effektive Länge“ des Schallstücks ist frequenzabhängig. Die Verschiebung der Frequenzen

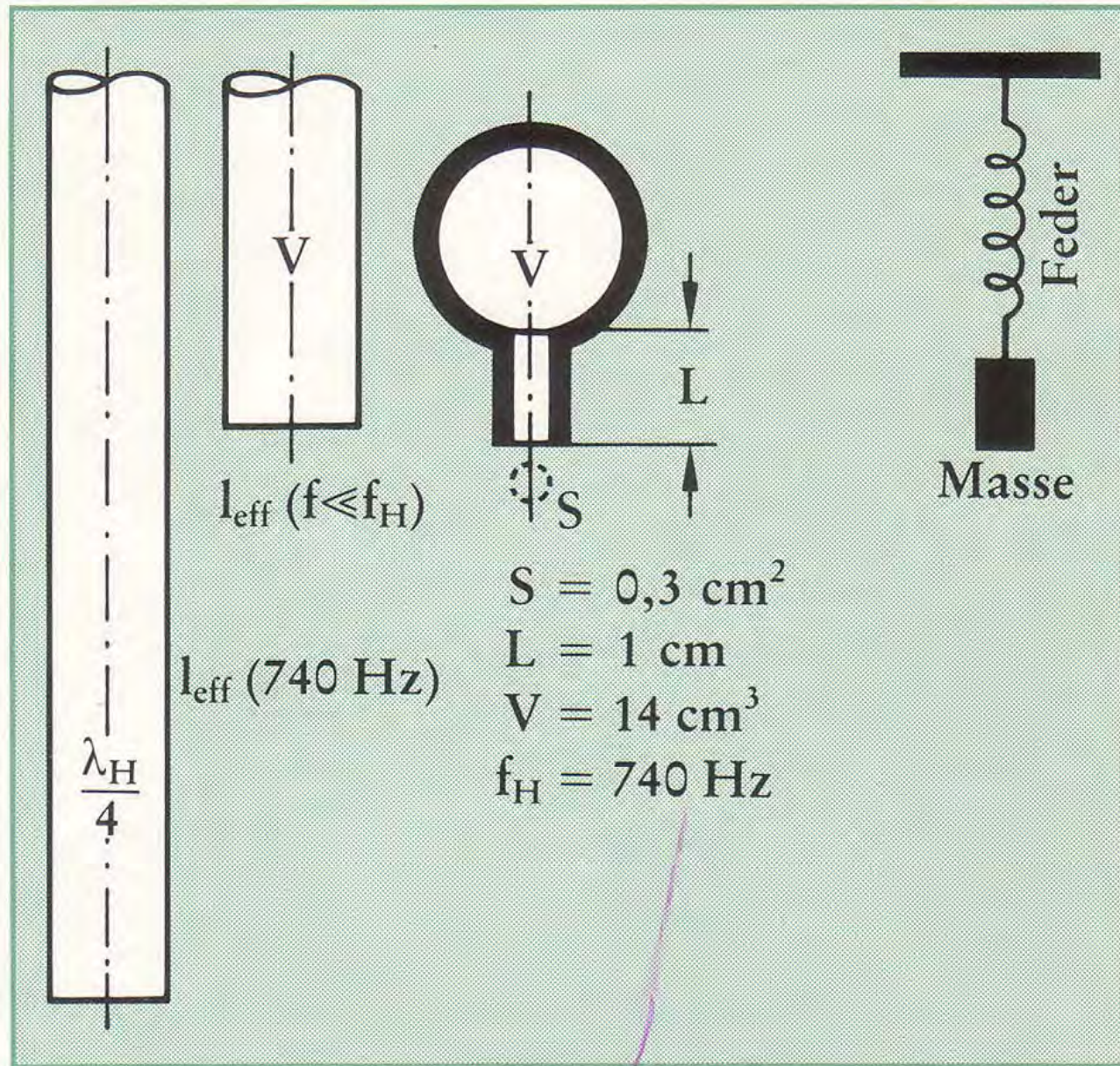
4

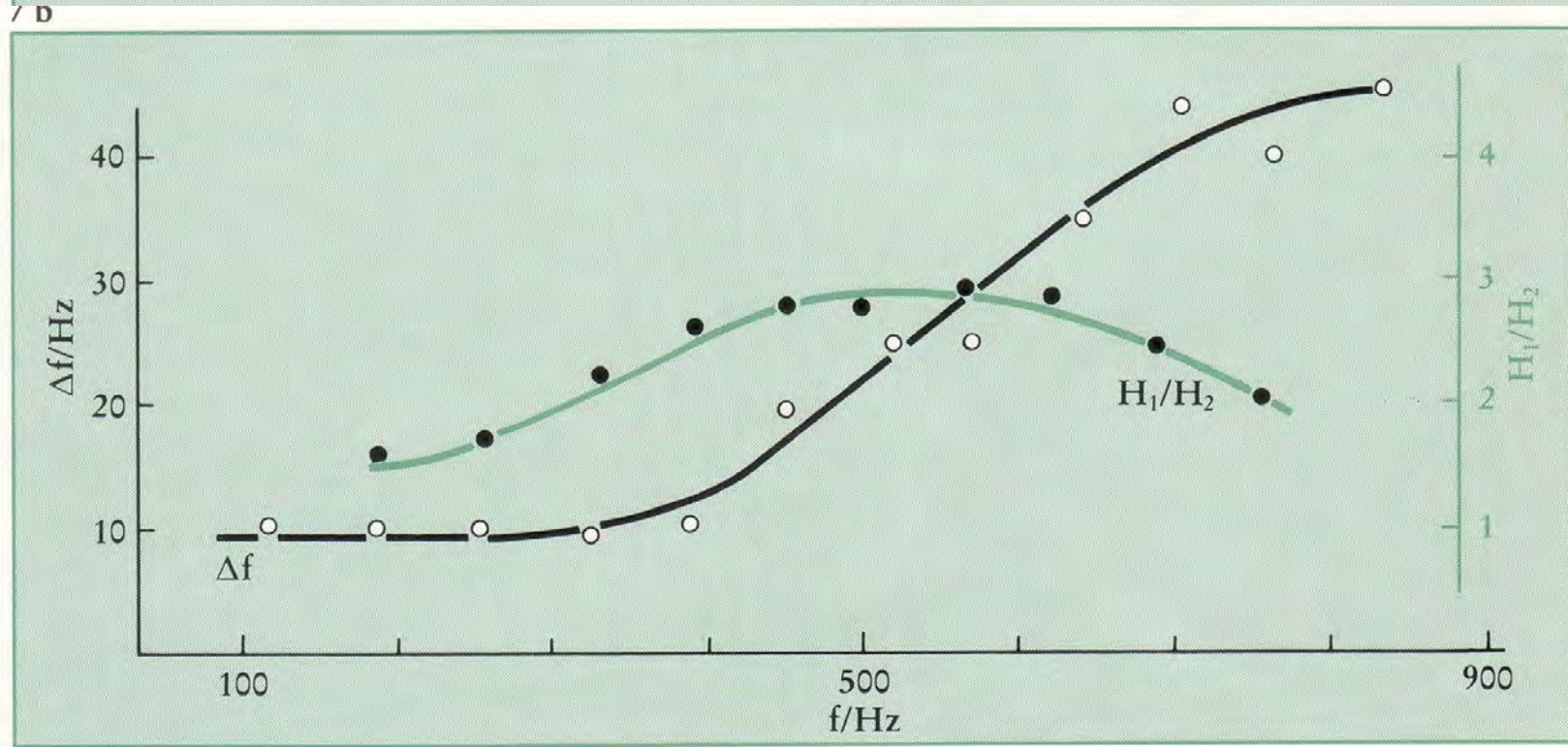
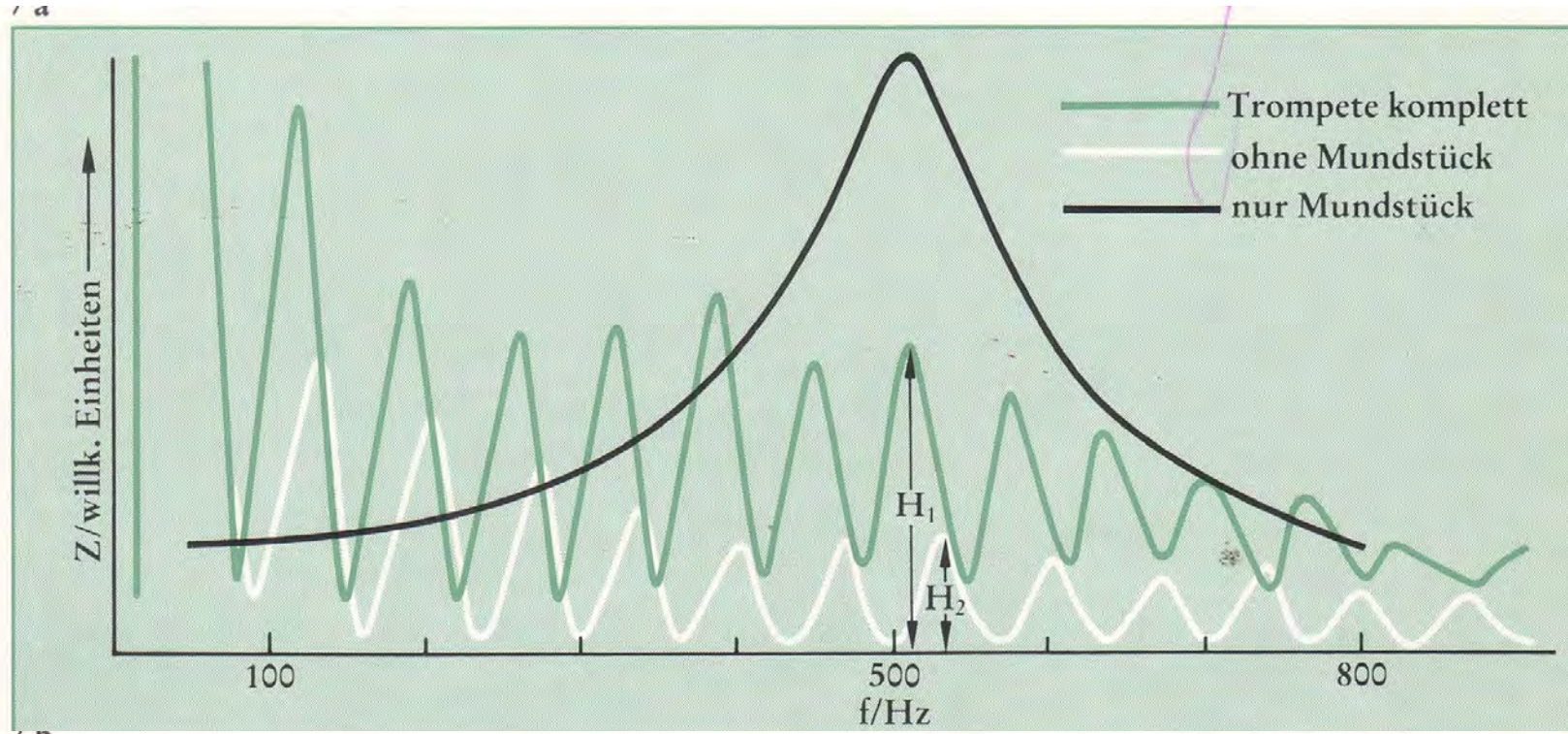


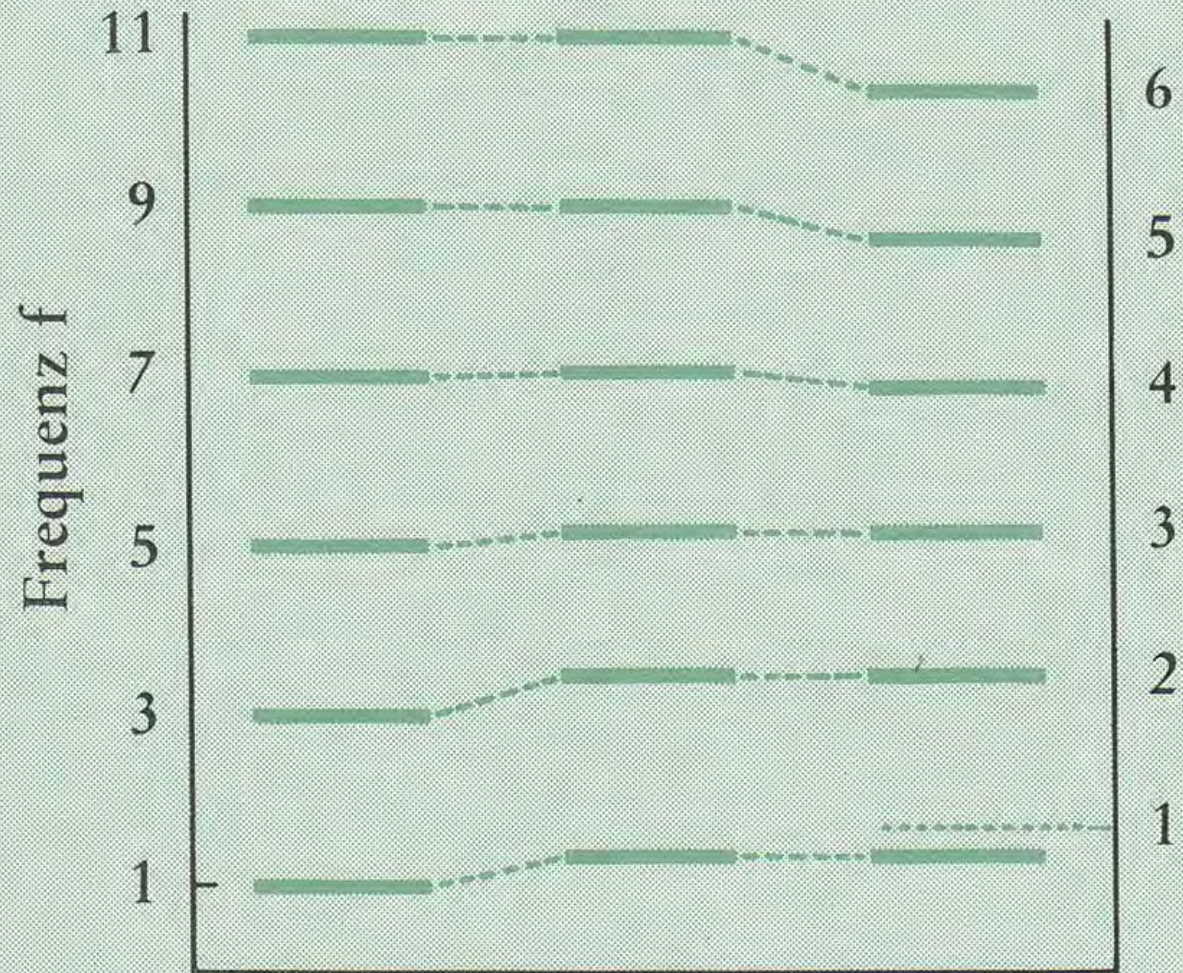
1



6







zylindrisches
Rohr (ent-
spricht $U=0$)

mit
Schall-
stück

komplette
Trompete

<http://www.phys.unsw.edu.au/jw/brassacoustics.html#family>

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

Farinelli

<http://www.youtube.com/watch?v=srEOxQtNxMk&feature=related>

Trompetenaufzug

<http://www.youtube.com/watch?v=Z88m42mplUg&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=46WhumCY7fw&feature=related>

Monteverdi

<http://www.youtube.com/watch?v=yxBT1pfVAKQ>

Σάλπιγγα (τρομπέτα χωρίς τρύπες)

<http://www.youtube.com/watch?v=26TiS8DK4Nk&feature=related>

Gottfried Reiche

<http://www.youtube.com/watch?v=cGulC6fMIBk&playnext=1&list=PLB2D506750AEF75DD>

Fasch (Sommerhalder)

<http://www.youtube.com/watch?v=sslzAjVFkIM&feature=related>

Michael Haydn

<http://www.youtube.com/watch?v=B4mkw2fEcPQ&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=BNMXVbm-dN4&feature=related>

http://www.youtube.com/watch?v=LYmZ3d7_tf8&feature=related

<http://www.youtube.com/watch?v=qoIYAEaGXKo&feature=related>

Bach, Brandenburger Nr 2

http://www.youtube.com/watch?v=EC1E4_imS0A&feature=related

http://www.youtube.com/watch?v=EC1E4_imS0A&feature=related

<http://www.youtube.com/watch?v=CY5EleiLXcM>

Bach, Magnificat

<http://www.youtube.com/watch?v=8aHuu2HDaRY>

Bach, Himmelfahrtsoratorium

http://www.youtube.com/watch?v=Vkj4jf_yfvE&feature=related

Klappentrompete

<http://www.youtube.com/watch?v=EgYCMzgZdiQ&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=1pjAtNhZFZo&NR=1>

Richard Strauss, Eine Alpensinfonie (1915)

<http://www.youtube.com/watch?v=xK7z2NhUrsQ&feature=related>

Leos Janacek, Simfonieta (1926)

<http://www.youtube.com/watch?v=o3p2XxjuV0Y>

Hans Gansch

<http://www.youtube.com/watch?v=lOcgoVKgKgU&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=nSgVt1o2v-o&feature=related>

Hypnotic Brass Ensemble

http://www.youtube.com/watch?v=ITQa_aU7pfE&feature=related

Arturo Sandoval

<http://www.youtube.com/watch?v=uHmOTetP1yQ&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=e4xX2R5KQow&feature=related>

Bill Chase

<http://www.youtube.com/watch?v=a5ODTINxlzQ&feature=related>

Maynard Ferguson

http://www.youtube.com/watch?v=th_5WmwDZVE&feature=related

<http://www.youtube.com/watch?v=bGErl-pXE5E&feature=related>

Wynton Marsalis

<http://www.youtube.com/watch?v=0-jDld11jhw&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=Yvaw2NtJgDc&feature=related>

Arban

Carnival of Venice Sergei Nakariakov

<http://www.youtube.com/watch?v=wdzZLCWeuwY>

Paul Mayes plays Arban Study No.1

<http://www.youtube.com/watch?v=PgGyqddyFK0>

6 Oktaven

http://www.youtube.com/watch?v=eKp9zMsps_E&NR=1&feature=fvwp