

1. BESC

1.1

MENSUR-RECHENSCHIEBER FÜR ORGELPFEIFEN

System RENSCH

SCALING SLIDE RULE FOR ORGAN PIPES

RENSCH System



Anleitung

Instructions

Nach jahrelangen Vorbereitungen kann nun der MENSUREN-RECHENSCHIEBER FÜR ORGELPFEIFEN vorgelegt werden.

Allen Kollegen, die mich durch Beantwortung zahlreicher Fragen bereitwillig unterstützt haben, sei herzlich gedankt. Besonderen Dank schulde ich den Herren G. Brunzema, H. G. Klais und H. Strothmann für spezielle Anregungen, sowie Herrn William Jurgenson, der die Übersetzung der Anleitung ins Englische besorgte. Die Firma Aug. Laukhuff, Weikersheim, ermöglichte durch ihr Entgegenkommen eine großzügige Ausstattung des Rechenschiebers. Schließlich gebührt Dank der Firma Faber-Castell, Geroldgrün/Bayern, die durch eine intensive Beschäftigung mit den besonderen Problemen eines Orgelbau-Rechenschiebers eine gediegene Ausführung gewährleistete.

After many years of preparation, the SCALING SLIDE RULE FOR ORGAN PIPES can now be shown.

I wish to thank all my fellow organ-builders who have willingly assisted me by answering many questions. To Messrs. G. Brunzema, H. G. Klais and H. Strothmann I am especially indebted for exceptional suggestions as well as to Mr. William Jurgenson for the English translation of the instructions. The firm of Aug. Laukhuff, Weikersheim, made larger scale production possible through its cooperation. Lastly I am indebted to the firm of A. W. Faber-Castell, Geroldgrün/Bavaria, who warranted a sound execution of the slide rule by the intensive engagement with those mathematical and technical problems peculiar to the production of a slide rule for organ-building.

Lauffen/Neckar, im Februar 1970

Richard Rensch

MENSUR-RECHENSCHIEBER FÜR ORGELPFEIFEN

1. BESCHREIBUNG

- 1.1 Zweck des Rechenschiebers
- 1.2 Ablesarten mit Läufer und Ableselineal
- 1.3 automatische Anzeigen
- 1.4 die Skalen 1-9
- 1.5 der Läufer
- 1.6 Rückseite des RS

2. KONSTANTE MENSUREN

- 2.1 Durchmesser-Mensuren
 - 2.11 Normmessur (NM)
 - 2.111 8' NM
 - 2.112 Fußtonmarkierungen
 - 2.113 Fußtonlagen
 - 2.114 NM-Beispiele
 - 2.115 andere absolute Weiten
 - 2.116 $\pm n$ HT
 - 2.12 andere Proportionen zwischen 1 : 2.1 und 1 : 1.25
 - 2.13 gebrochene Messuren
- 2.2 Labienmessungen
 - 2.21 parallel verlaufende Labien
 - 2.22 Labien aus anderen Proportionen
- 2.3 Umfang-Mensuren (Plattenbreite)

3. FEST-VARIABLE MENSUREN

4. FREI-VARIABLE MENSUREN

- 4.1 Durchmesser-Mensuren
- 4.2 Labienmessungen

5. NICHTZYLINDRISCHE PFEIFEN

- 5.1 konische Register

- 5.2 trichterförmige Register
- 5.3 andere nichtzylindrische Formen

6. LÄNGENMENSUREN

- 6.1 zylindrische Pfeifen, Labium 4-teilig
- 6.2 zylindrische Pfeifen anderer Labierung
- 6.3 Gedeckte und Rohrflöten

7. UMRECHNUNG VERSCHIEDENER QUERSCHNITTE

- 7.1 Metall - Holz
- 7.2 Holz - Metall

8. FREQUENZABWEICHUNG DURCH TEMPERATURSCHWANKUNG

9. ANALYSE VORHANDENER PFEIFEN

- 9.1 Konstante Messuren
- 9.2 NM $\pm n$ HT
- 9.3 variable Messuren (grafisch)

10. BEHANDLUNG DES RS ABKÜRZUNGEN:

Bsp	Beispiel	NM	Normmessur
D, Ø	Durchmesser	PB	Plattenbreite
HT	Halbton	RS	Rechenschieber
Lab	Labium	Sk	Skala
LS	Läuferstrich	tlg	-teilig
LSk	Läuferskala	U	Umfang
lth	theoretische Länge	Z	Zunge
MK	Mündungskorrektur	ZSk	Zungenskala

LITERATUR/BIBLIOGRAPHY:

Ellerborst, Handbuch der Orgelkunde, Einsiedeln 1936

Mabrenholz, Die Orgelregister, Kassel 1930

Mabrenholz, Die Berechnung der Orgelpfeifenmessungen,
Kassel 1938

Töpfer - Smets, Lehrbuch der Orgelbaukunst, Mainz 1955

Alle Rechte, auch die der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung. (C) Aug. Laukhuff, Weikersheim, 1969. Printed in Germany.
Alle Angaben nach bestem Wissen, aber ohne Gewähr.

All rights, also pertaining to the translation in foreign languages, reserved. Reprinting, entirely or excerpts, only with permission. (C) Aug. Laukhuff, Weikersheim, 1969. Printed in Germany.
All statements according to the best knowledge, but without warranty.

1. BESCHREIBUNG

1.1 Der Mensurrechenschieber dient zum Ablesen von Pfeifensuren aller Art für Metallpfeifen, Holzpfeifen, Labialpfeifen, Zungenstimmen. Er besteht aus folgenden Teilen:

- a) Stabkörper mit oberem und unterem Skalenteil
- b) Zunge mit mittlerem Skalenteil
- c) Läufer
- d) aufsteckbares Ableselineal für Diagramme.

1.2 Es können damit u. a. ermittelt und abgelesen werden die Mensuren

für jedes Register zwischen $32'$ und $1/32'$

bis zum 19. bzw. 32. Oberton

für jeden beliebigen Ton von C_1 bis c_{61} und

für jeden beliebigen Durchmesser zwischen 540 mm und 2 mm (Plattenbreite zwischen 1500 mm und 6 mm).

Hierzu ist jeweils nur 1 Einstellung und die Betätigung des Läufers notwendig. Ohne weitere Hilfsmittel können alle Mensuren für 22 konstante Verhältnisse zwischen 1 : 2.1 und 1 : 1.25, sowie nach Angaben als Abweichung in HT von NM abgelesen werden.

Nach Aufstecken des Ableselineals kann in gleicher Weise jede beliebige variable (oder auch konstante), auf einem geeigneten Diagrammbogen grafisch dargestellte Mensur (Labial-, Zungen-, Durchmesser-, Umfang-, Labien- und andere Mensur) durch Betätigung des Läufers direkt abgelesen werden.

1.3 Bei jeder Ablesung werden automatisch ohne weiteres mit angezeigt und können abgelesen werden u. a.

- a) Durchmesser
- b) Plattenbreite
- c) halbe Plattenbreite
- d) Labierung von $2/7$ bis $1/6 = 3^{1/2}$ -teilig bis 6-teilig mit Dezimal-Zwischenwerten (z. B. 4.2 tlg)
- e) Mündungskorrektur zur Längenbestimmung in Abhängigkeit von $\emptyset$ bzw. PB und Labierung.

Umgekehrt können vorhandene Pfeifen auch analysiert werden.

1.4 Die Zahlenskalen sind Reziprokskalen, d. h. sie verlaufen von rechts nach links, da die Tonskalen von links nach rechts verlaufen. Wie bei jedem Rechenschieber bedeuten die Zahlen keine absoluten Werte, sondern lediglich Ziffernfolgen ohne Stellenwerte.

Über die Grundlagen des Rechnens mit dem Rechenschieber geben die Beschreibungen zu den einfachsten Schulrechenstäben leicht faßlich Auskunft.

Aus praktischen Gründen sind beim Mensurrechenschieber mehrere Skaleneinheiten (1-10) nebeneinandergesetzt. Auf Sk (4) und (7) sind sie mit Zahlenwerten beziffert, die den Millimeterwerten von $\emptyset$ und Umfang entsprechen.

Die Skalen bedeuten im einzelnen (s. Fig. 1):

Stabkörper oberer Teil von oben nach unten

Skalenummer:

(1) Tonmarkierungen C_1 bis c_{61} für die Oktav-Durchmesser-Verhältnisse zwischen 1:2.1 und 1:1.682.

Die Töne sind sowohl mit C, c, c', c'' usw. als auch nach der international gebräuchlichen Numerierung C_1 , c_{13} , c_{25} , c_{37} usw. gekennzeichnet. Die c- und fis-Linien sind durch orange bzw. gelbe Hinterlegung zur Erleichterung der Orientierung hervorgehoben. Bei den Zwischentönen sind abwechselnd Buchstaben und Nummern benutzt. Dadurch wird die Verschiedenheit in der Bezeichnung der beiden letzten Töne der Oktave (ais, b, h) umgangen.

Tonmarkierungen sind die Kreuzungspunkte zwischen den strahlenförmig angeordneten Tonlinien und den waagrechten Proportionsmarkierungen. Die Proportionslinien 1:x sind im Abstand von $x = 0.05$ angeordnet, zusätzlich noch weitere für den Orgelbau wichtige Proportionen:

1 : 2.1	
1 : 2.05	
1 : 2	
1 : 1.95	
1 : 1.9	
1 : 1.85	
1 : 1.8	= 5 : 9
1 : 1.75	= 4 : 7
1 : 1.73	= 1 : 2 auf den 16. HT (dis), $1 : \sqrt[3]{3}$
1 : 1.714	= 7 : 12
	(fallende Mensuren >)
1 : 1.682	= NM, 1 : 2 auf den 17. HT (e), $1 : \sqrt[4]{8}$

Da diese Töpfersche »Normalmensur« vielfach als Normensur verwendet wird und die Mensuren einer Pfeife als

Abweichung von der NM dargestellt werden ($\pm n$ HT), ist diese Skala nach links um 12 HT erweitert mit entsprechender Bezeichnung — 1 bis — 12 HT. Für diese Bezeichnung ist C_1 als 0-Punkt markiert. Ebenso wird von $C_1 = 0$ aus nach rechts die Bezeichnung von +1 bis +12 HT angegeben.

(2) Rechts davon befindet sich eine Skala für die Umrechnung von rundem auf rechteckigen Pfeifenquerschnitt.

(3₁) Links Temperaturskala in °C und °F zur Ermittlung der Frequenzen bei unterschiedlichen Temperaturen, korrespondiert mit Sk (3₂).

Auf der Zunge

(3₂) Frequenzskala

(4) logarithmische Skala reziprok, je Einheit 150 mm Teilung, zum Ablesen von Durchmesser, Labienbreiten und anderen Werten von 2-540 mm.

(5) Skala der Fußtonlagen-Positionen, bezogen auf Sk (4) und NM, von 32' bis $1/32'$ mit Zwischen-Aliquoten.

(6) Skala zum Ablesen der Mündungskorrektur in mm, bezogen auf den $\emptyset$ bei Lab $1/4$.

(7) logarithmische Skala, reziprok, gegen (4) um π versetzt, zum Ablesen der Plattenbreiten in mm, bezogen auf $\emptyset$ in (4).

Stabkörper unterer Teil von oben nach unten

(8) reziproke logarithmische Skalen mit neutraler Bezifferung, Einheit 150 mm Teilung.

(9) Tonmarkierungen C_1 bis c_{61} , ähnlich wie auf oberem Teil [s. (1)], für die Proportionen

$$1 : 1.664 = 3 : 5$$

$$1 : 1.633 = 1 : 2 \text{ auf den 18. HT (f), } 1 : \sqrt[3]{2^{2/3}}$$

$$1 : 1.6 = 5 : 8$$

$$1 : 1.581 = 1 : 2 \text{ auf den 19. HT (fis), } 1 : \sqrt[3]{2.5}$$

$$1 : 1.55$$

$$1 : 1.5 = 2 : 3$$

$$1 : 1.45$$

$$1 : 1.4 = 5 : 7$$

$$1 : 1.35$$

$$1 : 1.3 = 10 : 13$$

$$1 : 1.25 = 4 : 5$$

(steigende Messuren $\angle$)

1.5 Der Läufer

Der durchgehende **schwarze Läuferstrich** dient zum Koordinieren der verschiedenen Skalen beim Ablesen. Die (**blaue**) **Läuferskala** markiert die Labienbreiten von 3.5- bis 6-teilig ($= \frac{2}{7}$ bis $\frac{1}{6}$), bezogen auf den LS.

Die roten durchgehenden Läuferstriche rechts und links dienen u. a. zum Ablesen der Proportionen 1 : 2, 1 : 3 und 2 : 3. Der (**blaue**) Markierungsstrich unter der Lsk dient zum Ablesen der Mündungskorrektur bei anderen als 4-teiligen Labierungen.

1.6 Rückseite des RS

Auf der Rückseite des RS befinden sich zwei Tabellen der Theoretischen Pfeifenlängen mit Angabe der Frequenzen bei $a' = 435 \text{ Hz}$ und $a' = 440 \text{ Hz}$ (siehe auch 6.). Rechts und links daneben sind 12 der wichtigsten Rechenarten in Symbolen dargestellt. In der Überschrift ist jeweils vor dem Se-

mikolon (;) die Aufgabe, dahinter die Lösung genannt. Die Anfangseinstellung ist markiert (Fig. 2).

Die Gummipuffer dienen zur rutschfesten Auflage des RS auf dem Netzpapier und zum Festklemmen des Ableselineals zur Aufbewahrung. Außerdem erleichtern sie die Feineinstellung der Zunge, wenn man bei flach auf einer Unterlage liegendem RS mit Daumen und Mittelfinger einer Hand leicht auf die obere und untere Kante des RS drückt. Die Zunge läßt sich dann leicht und ruckfrei verschieben. Nach Loslassen der Stabkanten klemmt sie wieder leicht fest.

2. KONSTANTE MENSUREN

2.1 Durchmesser-Mensuren

Zum Ablesen dient in erster Linie die Sk (4) in Verbindung mit den Tonskalen (1) und (9) und der Ordnungssk (5).

2.11 Norm-Mensur

Der sogen. Töpferschen Normalmensur (1 : 2 auf dem 17. HT) kommt als Normmensur (NM) besondere Bedeutung zu. Sie befindet sich direkt über der Sk (4). Ihr Anfangspunkt C_1 ist durch einen senkrechten Strich über einer 0 gekennzeichnet.

2.111 Wenn sich die Zunge des RS in Ruhestellung befindet, d. h. weder rechts noch links über den Stabkörper hinaussteht ist auf Sk (4) unter C_1 abzulesen

155,5 mm.

Das ist der $\varnothing$ NM $8' C_1$. Anhand der Tonsk (1) NM kann nun der $\varnothing$ für jeden beliebigen Ton in mm auf Sk (4) abgelesen werden für ein Register $8' NM$, z. B.

C_1 155.5 c_{13} 92.4 c_{25} 54.9 e_{29} 46.2 gs_{33} 38.8 usw.

2.112 Wenn man zum Ablesen den Läufer benutzt, was sich immer empfiehlt, so stellt man fest, daß bei dieser Zungenstellung

unter Sk (1) NM C_1 in Sk (5) die Markierung »8'« steht, unter c_{13} 4', unter c_{25} 2' usw. Auch die anderen Angaben von Sk (5) decken sich mit den entsprechenden Tönen auf Sk (1) NM. Allerdings sind die Abweichungen zu berücksichtigen, die dadurch entstehen, daß für die Tonfolgen C_1 - c_{61} die HT-Schritte der gleichschwebenden Temperierung angegeben sind, während sich die Positionen der Fußtonlagen nach der reinen Stimmung richten.

- 2.113 Mit Hilfe der Sk (5) kann der Anfangspunkt folgender 68 Fußtonlagen auf C_1 eingestellt werden:

Oktaven	Quinten	Terzen	Septimen	Nonen
32'	$\frac{32}{3} = 10\frac{2}{3}$	$\frac{32}{5} = 6\frac{2}{5}$	$\frac{32}{7} = 4\frac{4}{7}$	$\frac{32}{9}$
16'	$\frac{16}{3} = 5\frac{1}{3}$	$\frac{16}{5} = 3\frac{1}{5}$	$\frac{16}{7} = 2\frac{2}{7}$	$\frac{16}{9}$
8'	$\frac{8}{3} = 2\frac{2}{3}$	$\frac{8}{5} = 1\frac{3}{5}$	$\frac{8}{7} = 1\frac{1}{7}$	$\frac{8}{9}$
4'	$\frac{4}{3} = 1\frac{1}{3}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{4}{7}$	$\frac{4}{9}$
2'	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{5}$	$\frac{2}{7}$	$\frac{2}{9}$
1'	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{9}$
$\frac{1}{2}'$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{14}$	$\frac{1}{18}$
$\frac{1}{4}'$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{28}$	
$\frac{1}{8}'$	$\frac{1}{24}$			
$\frac{1}{16}'$				
$\frac{1}{32}'$				

Einer Anzahl dieser Fußton-Positionen kommt nur theoretische Bedeutung zu. Die Wichtigsten sind zu leichter Orientierung durch besondere Kennzeichnung hervorgehoben:

Oktaven	□
Quinten	○
Terzen	T

- 2.114 Die Anwendung soll durch einige Beispiele erklärt werden:

Bsp A: Ein 2'-Register nach NM soll abgelesen werden:

- Läuferstrich (LS) auf Sk (1) NM C_1
- ZSk (5) Markierung »2'« unter LS
- Nun kann jeder beliebige Ton abgelesen werden, z. B. C_1 54.9, c_{13} 32.6, c_{25} 19.3, f_{30} 15.6 usw.

Bsp B: Terz $1\frac{3}{5}$ NM:

- LS auf Sk (1) NM C_1
- ZSk (5) $\frac{8}{5}$ unter LS
- ablesen: C_1 46.3, c_{13} 27.5, c_{25} 16.4, f_{31} 12.6 usw.

Andere Aliquoten:

$\frac{16}{11}$	$\frac{16}{13}$	$\frac{16}{15}$	$\frac{2}{17}$	$\frac{16}{19}$	$\frac{1}{21}$
$\frac{8}{11}$	$\frac{8}{13}$	$\frac{8}{15}$	$\frac{1}{17}$	$\frac{8}{19}$	
$\frac{4}{11}$	$\frac{4}{13}$	$\frac{4}{15}$		$\frac{4}{19}$	
$\frac{2}{11}$	$\frac{2}{13}$	$\frac{2}{15}$		$\frac{2}{19}$	
$\frac{1}{11}$	$\frac{1}{13}$	$\frac{1}{15}$		$\frac{1}{19}$	
	$\frac{1}{26}$	$\frac{1}{30}$			

- 2.115 Beginnt ein abzulesendes Register nicht mit der Weite der NM, so wird die Zunge solange verschoben, bis der gewünschte Wert unter C_1 NM steht. Dann kann normal abgelesen werden:

Bsp C (s. auch Fig. 2, I): $C_1 = 60$ mm Ø, Verlauf nach NM

- LS auf Sk (1) NM C_1
- 60 auf ZSk (4) unter LS schieben
- ablesen: c_{13} 35.6, c_{25} 21.2, c_{37} 12.5 usw.

Bsp D: $c_{13} = 25$ mm Ø

- LS auf Sk (1) NM c_{13}
- 25 auf ZSk (4) unter LS
- ablesen: C_1 42.1, c_{25} 14.9, c_{37} 8.8 usw.

- 2.116 Ist angegeben, um wieviel HT ein Register von NM abweicht, so werden die Skalenerweiterungen von (1) NM benutzt (s. 1.4).

Bsp E (s. auch Fig. 2, II): 16' nach NM, 4 HT enger (-4 HT)

- LS auf Sk (1) NM -4 (links von C_1) stellen
- ZSk (5) 16' unter LS schieben
- ablesen nach Sk (1) NM: C_1 220, c_{13} 130.5, c_{25} 77.7, f_{30} 62.5

Bsp F: 4' nach NM, 6 HT weiter ($+6$ HT)

- LS auf Sk (1) NM $+6$ ($=Fs_7$, nicht etwa $E_6!$)
- ZSk (5) 4' unter LS ziehen
- ablesen: C_1 120, c_{13} 71, c_{25} 42.3, c_{37} 25.1 usw.

2.12 Andere konstante Proportionen

Der RS gibt 22 Markierungen für konstante Messuren zwischen 1 : 2.1 und 1 : 1.25 an (s. 1.4). Folgende Beispiele erklären, wie mit ihnen abgelesen wird.

Bsp G: 8' mit NM-Weite auf C_1 , Verlauf nach 3 : 5 ($= 1 : 1.664$):

- LS auf Sk (9) 3 : 5 C_1
- ZSk (5) 8' unter LS ziehen
- auf ZSk (4) mit Hilfe des LS über Sk (9) 1.664 ablesen: C_1 155.5, c_{13} 93.2, c_{25} 56, c_{37} 33.6, c_{49} 20.2 usw.

Bsp H (siehe auch Fig. 2, III): $C_1 = 65$ mm $\emptyset$, Verlauf nach 4 : 7 ($= 1 : 1.75$)

- LS auf Sk (1) 4 : 7 C_1
- ZSk (4) 65 unter LS ziehen
- ablesen Sk (1) 4 : 7: c_{13} 37.1, c_{25} 21.2, c_{37} 12.1 usw.

- 2.13 Der Übergang von einer konstanten Proportion zu einer anderen ergibt die sogenannte „gebrochene Mensur“.

Bsp I: Ein 8'-Register soll folgendermaßen verlaufen:

$C_1 - c_{13}$ nach 5 : 8 ($= 1 : 1.6$)
 $c_{13} - c_{37}$ nach NM
 $c_{37} - g_{56}$ nach 7 : 12 ($= 1 : 1.714$), $C_1 = 130$ mm $\emptyset$

Vorgang:

- LS auf Sk (9) 1.6 C_1
- ZSk (4) 130 unter LS
- $C_1 - c_{13}$ in Sk (9) 1.6 ablesen: C_1 130, c_{13} 81.2
- Da ab c_{13} nach NM muß LS auf c_{13} Sk (1) NM geschoben werden und
- der letzte abgelesene Wert (81.2) eingestellt werden: ZSk (4) 81.2 unter LS
- nun wird weiter abgelesen an Sk (1) NM bis c_{37} : c_{25} 48.3, c_{37} 28.7
- ab c_{37} entwickelt sich die Mensur nach 7 : 12. Umstellen: LS auf Sk (1) 1.714 c_{37}
- ZSk (4) 28.7 ($=$ letzter abgelesener Wert) unter LS ziehen
- weiter ablesen aus Sk (1) 1.714: fs_{43} 22, c_{49} 16.7, g_{56} 12.2

Bsp J: Terz $1\frac{3}{5}$, $C_1 = 55$ mm $\emptyset$, Halbierung des $\emptyset$

auf dem	von	bis
16. HT ($= 1 : 1.73$)	C_1	fs_{19}
18. HT ($= 1 : 1.633$)	fs_{19}	c_{37}
19. HT ($= 1 : 1.581$)	c_{37}	g_{56}

- LS auf Sk (1) 1.73 C_1
- ZSk (4) 55 unter LS
- $C_1 - fs_{19}$ ablesen: C_1 55, c_{13} 31.8, fs_{19} 24.2

- d) umstellen: LS auf Sk (9) 1.633 fs₁₉, ZSk (4) 24.2 unter LS
- e) fs₁₉ - c₃₇ ablesen nach Sk (9) 1.633:
c₂₅ 18.9, c₃₇ 11.6
- f) umstellen: LS auf Sk (9) 1.581 c₃₇, ZSk (4) 11.6 unter LS
- g) c₃₇ - g₅₆ ablesen nach Sk (9) 1.581:
c₄₉ 7.3, g₅₆ 5.6

2.2 Labienmessungen

Die Labierung kann mit Hilfe der blauen Läuferskala (LSk) auf Sk (4) abgelesen werden, wenn der LS auf den Ø gestellt ist.

Die LSk gibt Labienwerte von 3.5-teilig bis 6-teilig (= $\frac{2}{7}$ bis $\frac{1}{6}$) an, nach Dezimalen unterteilt.

- 2.21 Parallel verlaufende Labien stehen in fester Abhängigkeit vom Ø. Sie können ohne weiteres direkt abgelesen werden.
Bsp K: (siehe auch Fig. 2, IV)

$$\begin{array}{ll} \text{Ø } 100 \text{ mm, Lab } 4 \text{ tlg } (\frac{1}{4}) = 79 \text{ mm} \\ 70 \quad 3.5 \text{ tlg } (\frac{2}{7}) = 63 \\ 50 \quad 4.6 \text{ tlg} = 34.1 \end{array}$$

- 2.22 Die Labierung kann natürlich auch von einer anderen Proportion als der des Ø abgelesen werden:

Bsp L: 4'-Register, Ø nach NM + 3 HT, Labierung 4.5 tlg nach 1 : 1.633

- LS auf Sk (1) NM + 3
- ZSk (5) 4' unter LS
- für die Ø wird die Sk (1) NM benutzt, für die Labien Sk (9) 1.633: Ø C₁ = 105, LS auf Sk (9) 1.633 C₁ schieben, Lab bei LSk 4.5 ablesen: 69 mm. Diese Pfeife ist also, absolut bewertet, 4.8 tlg labiert.

Weitere Werte:

Ton	Ø	Lab	absolute Labierung, bezogen auf Ø
C ₁	105	69	4.8
c ₁₃	62.5	42.4	4.63
c ₂₅	37.2	26	4.5
c ₃₇	22	15.9	4.35
c ₄₉	13.1	9.8	4.2
g ₅₆	9.6	7.3	4.15

Die Labierung steigt also von 4.8 tlg auf 4.15 tlg. Der Kulminationspunkt der Beziehung ist dabei c₂₅.

2.3 Umfangsmessuren

Der Umfang (U) = Plattenbreite (PB) wird mit Hilfe des LS, ausgehend von ZSk (4), auf ZSk (7) ohne weitere Einstellung direkt abgelesen.

Bsp M: (siehe auch Fig. 2, V)

$$\begin{array}{ll} \text{Ø } 100 \text{ mm; } U = 314 \text{ mm} \\ 65 \quad 204 \\ 25 \quad 78.5 \end{array}$$

Die Halbe Plattenbreite kann genau so leicht abgelesen werden, und zwar am rechten roten LS. Wenn der Ø auf Sk (4) mit dem schwarzen LS eingestellt ist, zeigt der rechte rote LS in Sk (7) die halbe PB an:

Bsp N: Ø 65 mm; halbe PB = 102 mm

3. FEST-VARIABLE MENSUREN

Hierunter versteht man Messuren, die als Grundlage ein konstantes Verhältnis aufweisen, dessen geometrische Reihe aber durch Addition oder Subtraktion eines konstanten mm-Wertes zerstört wird. Im Vergleich zu NM ergeben sich dadurch sinus- bzw. cosinusartige Kurven.

Die Grundmessur wird wie unter 2. beschrieben abgelesen, die Konstante wird dann addiert bzw. subtrahiert.

4. FREI-VARIABLE MENSUREN

Zur Konstruktion frei-variabler Messuren ist es üblich, ein Diagramm anzufertigen, welches den Verlauf der Abweichung eines Registers von NM für den gesamten Umfang in HT sichtbar macht. Die waagrechte Grundlinie eines solchen Diagramms liegt etwa in der Mitte und stellt - als Gerade - die NM dar. Nach oben sind die HT weiter als NM, nach unten die HT enger als NM angegeben. Die senkrechte Teilung stellt die Tonskala dar (Fig. 2).

Um die Bewegung der entstehenden Linien und Kurven besser sichtbar zu machen, wird der Maßstab der senkrechten Teilung gegenüber der waagrechten zweckmäßig im Verhältnis 1:2 verkürzt, d. h. 1 HT der Weitenmessur entspricht in der Streckenlänge 2 HT der Tonskala.

Nach Klotz werden die Register entsprechend ihrer Tonhöhe aufgezeichnet, d. h. C_1 des 4' kommt unter denselben Tonstrich wie c_{13} des 8'. Da man die Töne der Register in der Orgel aber im Zusammenklang so hört, wie sie über den Tasten stehen, ist es zweckmäßig, auch die grafische Darstellung in dieser Form vorzunehmen. Das heißt C_1 8' steht auf demselben Tonstrich wie C_1 4'. Mit dem Diagramm soll ja die *gehörsmäßige Auswirkung* der Messurenentwicklung dargestellt werden, um die klangplastische Messurenkonstruktion zu kontrollieren.

Wenn man zur Aufzeichnung dieser grafischen Darstellung ein Netz verwendet, welches als HT-Abstand der Weitenmessur die gleiche Teilung verwendet, wie sie sich aus dem RS mit seiner Teilung von 150 mm pro Einheit ergibt, so läßt sich mit Hilfe eines an den Läufer aufzusteckenden Ableselineals jeder Messurenwert direkt aus der Grafik in mm ablesen. Gegenüber der Aufzeichnung von Messuren

auf halblogarithmisches Millimeterpapier, aus der ebenfalls mm-Werte direkt abgelesen werden können, hat diese Methode den Vorteil einer weit größeren Aussagekraft der Grafik. Durch die logarithmische Teilung des Millimeterpapiers werden die Messurlinien so abgeflacht, daß eine übersichtliche Kontrolle besonders bei nahe beieinanderliegenden Werten nicht mehr gegeben ist.

Durch die Verkürzung der Tonskala zur Weitenkala im Verhältnis 1:2 ergibt sich die Schräge des Ableselineals.

4.1 Durchmesser-Messuren

Zum Ablesen wird das Lineal an den Läufer gesteckt. Der LS wird durch den Linealstrich fortgesetzt. Die linke Kante des Lineals entspricht dem linken roten Läuferstrich.

Nun wird der RS mit seiner oberen Kante wie ein Lineal an eine beliebige Waagrechte des Gitternetzes unterhalb des tiefsten Punktes der Messurenkurven angelegt und der Läufer so verschoben, daß der Linealstrich den Kreuzungspunkt der Senkrechten C_1 mit der Waagrechten ± 0 HT auf dem Gitternetz schneidet.

Wählt man als waagrechte Anlegelinie im Gitternetz — 10 HT und legt den RS an der an seinem oberen Rand befindlichen Marke + 10 HT in der Gitternetz-Senkrechten C_1 an, so schneidet der Linealstrich den Kreuzungspunkt $C_1 / \pm 0$ HT, wenn der LS in Sk (1) NM C_1 steht:

Bsp O: (siehe auch Fig. 2, VII)

- a) RS wie ein Lineal an die Linie — 10 HT des Gitternetzes so anlegen, daß die Marke + 10 HT am oberen Rand des RS am Schnittpunkt der Waagrechten — 10 HT mit der Senkrechten C_1 auf dem Gitternetz liegt.

- b) Läufer so verschieben, daß der Linealstrich den Kreuzungspunkt der Senkrechten C_1 mit der Waagrechten ± 0 HT auf dem Gitternetz schneidet (LS soll anzeigen: NM C_1 ; etwaige Ungenauigkeiten, die durch das Arbeiten des Papiers auftreten können, können durch Verschieben des RS korrigiert werden).

Soll nun z. B. ein 2' abgelesen werden, so wird die 2'-Marke der Sk (5) unter den Läuferstrich gezogen. Nun wird der Läufer so lange verschoben, bis der Linealstrich auf dem Schnittpunkt der senkrechten Tonteilung mit der Mensurlinie steht. Auf Sk (4) kann nun am LS der $\emptyset$ abgelesen werden. Selbstverständlich werden dabei alle anderen Angaben wie unter 1.3 beschrieben mit angezeigt.

Bsp P: Ablesen der Durchmesser für eine variable Mensur Waldflöte 2' (siehe Diagrammblatt Fig. 3 und Fig. 2, VII)

- RS wie unter O beschrieben anlegen
- ZSk (5) 2'-Marke unter LS ziehen
- Läufer verschieben, bis Linealstrich auf dem Schnittpunkt der Linie des abzulesenden Tones mit der Mensurlinie steht.
- ablesen: C 73, Fs 55, c 40.5, c' 22, gs' 15, h' 13.1, e'' 10.7, c''' 8, fs''' 6.6, c'''' 5.6

Durch Ablesen jedes beliebigen Tones kann die Bewegung der Kurve ganz exakt fixiert werden. In der Praxis wird aber die Angabe der C-Werte bzw. der Kurven-Wendepunkte ausreichen.

4.2 Labienmessungen

Verlaufen die Labien nach einem festen Verhältnis parallel zum $\emptyset$, so können sie mit Hilfe der LSk direkt abgelesen werden, wie unter 2.2 beschrieben.

Wenn die Labien selbständig verlaufen, also unabhängig vom $\emptyset$ frei-variabel gestaltet werden, so sollten sie zur Aufzeichnung auf ein naheliegendes Verhältnis bezogen werden, um den Zusammenhang mit der $\emptyset$ -Mensurlinie leicht sichtbar zu zeigen.

Eingestellt wird der angelegte RS am Schnittpunkt von Linealstrich, Tonlinie und Labienmensurkurve auf dem Gitternetz, die Ablesung auf dem RS erfolgt bei dem Teilstrich der blauen LSk, der dem gewählten Labienverhältnis (z. B. 5 tlg) entspricht.

Diese Methode empfiehlt sich, wenn man zum Anlegen des RS nicht die + 10 HT-Marke des RS benutzt hat oder $\emptyset$ - und Lab-Werte jedes abzulesenden Tones unmittelbar hintereinander ablesen will. Hat man den RS aber so angelegt, daß der LS in Nullstellung ($C_1/\pm 0$ HT) auf NM C_1 steht, so kann man auch das gewählte Verhältnis mittels der LSk auf die dem Register entsprechende Zungengrundstellung übertragen. Darauf kann mit Linealstrich und LS wie bei den $\emptyset$ -Mensuren von der Labien-Mensurlinie abgelesen werden.

Bsp Q: Waldflöte 2' (siehe Diagrammblatt Fig. 3, Labienmensur gestrichelt, auf 5 tlg bezogen)

- RS wie unter O beschrieben anlegen
- LSk 5 über Sk (1) NM C_1 ziehen
- ZSk (5) 2'-Marke unter schwarzen LS ziehen. Dadurch ist das Bezugsverhältnis eingestellt.
- Es wird nun unter dem Linealstrich (an der Labien-Mensurkurve) abgelesen wie oben beschrieben:
C 40, c 24.5, c' 15.4, gs' 11.3, h' 9.8, e'' 7.8, c''' 5.4, c'''' 3

5. NICHTZYLINDRISCHE PFEIFEN

5.1 Konische Register

Folgende Verhältnisse können mit dem Läufer in ZSk (4) direkt abgelesen werden (siehe Fig. 2, VI):

Verhältnis	Einstellung
$\frac{1}{3}$	Du am linken roten LS, Do am rechten roten LS
$\frac{1}{2}$	Du am schwarzen LS, Do am rechten roten LS
$\frac{2}{3}$	Du am linken roten LS, Do am schwarzen LS

Für Verhältnisse zwischen $\frac{1}{6}$ und $\frac{2}{7}$ (1 : 6 bis 1 : 3.5) kann folgendermaßen verfahren werden:

Schwarzer LS auf Du-Wert in Sk (7), Ablesen des Do an der LSk auf Sk (4). Dabei gibt

LSk	=	Do
3.5		$\frac{2}{7}$
4		$\frac{1}{4}$
4.5		$\frac{2}{9}$
5		$\frac{1}{3}$ usw.

Bsp R: Du 90	Do $\frac{2}{7}$ =	25.7
75	$\frac{1}{4}$ =	18.8
150	$\frac{2}{9}$ =	33.3

Andere Verhältnisse können mit Hilfe der verschiedenen LS und der blauen LSk eingestellt werden, indem man den Nenner mit einem der LS in Sk (4) oder (7) einstellt und in der LSk einen passenden Teilstrich sucht, der in Sk (4) auf den Zähler der Proportion zeigt:

Bsp S: Proportion 5 : 7 (= $\frac{5}{7}$)

- Schwarzer LS auf 7 oder 70 in Sk (4)
- bei 5 oder 50 feststellen: blauer Teilstrich 4.4; der Abstand zwischen schwarzem LS und LSk 4.4 gibt also die Proportion 5 : 7 an.

Bsp T: Proportion 6 : 7

- Linker roter LS in Sk (7) auf 60 oder 600
 - bei 7 oder 70 in Sk (4) feststellen: blauer Teilstrich 5.7
- Die Proportionen können auch durch Einstellen in Sk (7) und (8) errechnet werden:

Bsp U: Du 70 mm, Do = $\frac{3}{5}$ Du

- 500 (oder 50) Sk (7) über eine 3 der Sk (8) stellen
- damit gibt Sk (8) den Do im Verhältnis 3 : 5 für jeden auf Sk (7) eingestellten Wert:
- ablesen: Du in Sk (7) 70 mm; Do in Sk (8): 4 - 2 = 42 mm

Selbstverständlich kann die Einstellung auch zwischen Sk (4) und Sk (8) erfolgen.

5.2 Für trichterförmige Register gilt das unter 5.1 Gesagte entsprechend.

5.3 Alle anderen Pfeifenformen können mit Hilfe der seither beschriebenen Anwendungsarten sowohl in Abhängigkeit beliebiger Pfeifenverhältnisse als auch völlig frei gestaltet abgelesen werden. Einzelheiten ergeben sich bei Beschäftigung mit der Materie von selbst.

6. LÄNGENMENSUREN

Die Pfeifenlängen sind u. a. abhängig von

- Weitenmessur
- Labiumbreite
- Pfeifenform
- Aufschnitthöhe
- Winddruck (Lautstärke)
- Stimmvorrichtung

a) und b) sind relativ leicht festzustellen und zu berücksichtigen. Die anderen Faktoren sind individuell so ver-

schieden, daß alle Angaben zur Längenmessur immer nur Annäherungswerte darstellen können.

Die Tabellen der theoretischen Pfeifenlängen (lth) auf der Rückseite des RS beziehen sich auf $a' = 435$ Hz und $a' = 440$ Hz bei 15° Celsius. Im Zusammenwirken mit Sk (6) sind die Tabellenwerte von 435 Hz für Pfeifen mit Stimmeinschnitten (ohne Expression) bei $a' = 440$ Hz bei 15° C brauchbar. Die lth nach $a' = 440$ Hz bei 15° C lassen sich auch mit Sk (1) 1 : 2 in Sk (4) leicht ablesen:

16'-Marke Sk (5) unter Sk (1) 1 : 2 C_1 stellen, ergibt $\approx$ lth für den 8'.

6.1 Zylindrische Pfeifen, Lab 4 tlg.

ZSk (6) gibt den Wert der Mündungskorrektur (MK) im Verhältnis zum $\emptyset$. Für offene zylindrische Pfeifen muß dieser Wert von lth abgezogen werden. Er gilt unverändert bei Lab 4 tlg.

Bsp V: (siehe auch Fig. 2, VIII)

Länge 8' C, 130 mm $\emptyset$, Lab 4 tlg

lth	2634 mm
MK	— 200 mm
Zuschnittlänge des Körpers (mit Stimmschlitz-Überl.)	2434 mm

Länge 8' C, 160 mm $\emptyset$, Lab 4 tlg

lth	2634 mm
MK	— 252 mm
Zuschnittlänge des Körpers	2382 mm

6.2 Zylindrische Pfeifen anderer Labierung

Zum Ablesen der MK für zylindrische Pfeifen anderer Labierung wird die LSk und der kurze blaue Markierungsstrich auf dem Läufer verwendet.

Der der Labienteilung entsprechende Strich der LSk wird auf ZSk (4) auf den $\emptyset$ -Wert eingestellt. Die MK wird beim blauen Markierungsstrich in Sk (6) abgelesen.

Bsp W: (siehe auch Fig. 2, IX)

Länge 8' C, 160 mm $\emptyset$, Lab 5 tlg

a) LSk 5 tlg auf 160 in ZSk (4) stellen	
b) am blauen Strich in Sk (6) ablesen: 322	
lth	2634 mm
MK	— 322 mm
Körperlänge	2312 mm

6.3 Gedeckte

Für gedeckte Metallpfeifen erhält man die Körperlänge (nicht die abgestimmte Länge mit Hut!) durch Abzug von 2 D von $\frac{1}{2}$ lth. Diese MK kann man direkt am schwarzen LS ablesen in Sk (4), wenn man den $\emptyset$ mit dem rechten roten LS einstellt.

Bsp X: Länge des Körpers Gedeckt 8' C_1 , 80 mm $\emptyset$

lth	1317 mm
MK = 2 D	— 160 mm
Körperlänge	1157 mm

Rohrflöten werden wie Gedeckte berechnet, aber $lth + 2HT$ (gilt für Rohr- $\emptyset = \frac{1}{4}$ Pfeifen- $\emptyset$; Rohrlänge = $\frac{1}{4}$ Körperlänge).

7. UMRECHNUNG VERSCHIEDENER QUERSCHNITTE

Hierzu dient Sk (2) in Verbindung mit ZSk (4).

7.1 Der $\emptyset$ -Wert einer runden Pfeife wird auf dem Markierungspfeil der Sk (2) gestellt. Bei unveränderter Zungenstellung wird das Lab-Verhältnis mit Hilfe der rechten Skalenhälfte

festgestellt. Die Labienbreite ist gleichzeitig die Breite der rechteckigen Pfeife. Unter der gleichen Verhältniszahl auf dem linken Teil der Sk (2) ist die Pfeifentiefe in Sk (4) abzulesen, die in Verbindung mit der Breite (= Lab) den gleichen Querschnitt ergibt wie die runde Pfeife des eingestellten Ø.

Bsp Y (siehe auch Fig. 2, X): 90 mm Ø, 4,5 tlg lab, umrechnen auf rechteckigen Querschnitt

- ZSk (4) 90 unter Sk (2) Pfeil ziehen
- 4,5 tlg Lab ablesen: 63
- unter 4,5 linker Teil Sk (2) Pfeifentiefe ablesen: 101. Rechteckmaße: 101 x 63 mm

Bsp Z: 135 mm Ø, Lab 100 mm

- ZSk (4) unter Sk (2) Pfeil ziehen mit 135
- bei Sk (4) 100 ablesen: 4,25 tlg Lab
- unter 4,25 Sk (2) links ablesen: 143
Rechteckmaße: 143 x 100 mm

- 7.2 Manche Orgelbauer setzen Holzregister in Metall fort, wobei die Labienmensur weiterläuft, der Querschnitt aber 2 HT weiter wird.

Bsp AA: (siehe auch Fig. 2, XI)

letzte Holzpfeife $h' = 25,2 \times 17,4$ mm

erste Metallpfeife $c'' = ?$

Zuerst wird der zugehörige Ø zur Holzpfeife festgestellt:

- LS auf Sk (1) NM C_1
- Sk (4) 17,4 unter LSk 4 tlg ziehen
- LS über Sk (4) 25,2; ablesen: — 3 HT
- diese Differenz geteilt durch 2 = 1,5; LS auf — 1,5 HT stellen
- Ø ablesen: 23,6 mm

Nun können Ø- und Lab-Maße bestimmt werden:

Ø $h' = 23,6$; + 1 HT = 24,7; damit ist die Weite + 2 HT
Lab $h' = 17,4$; — 1 HT = 16,7 (= 4,65 tlg)

8. FREQUENZABWEICHUNG DURCH TEMPERATURSCHWANKUNG

Sk (3_1) gibt Celsiusgrade zwischen 0 und 30 und Fahrenheitgrade zwischen 32 und 85 an. Sie gibt in Verbindung mit Sk (3_2) die Abweichung der Stimmung in Hz bei Veränderungen der Temperatur.

Bsp BB: Vereinbart ist $a' = 440$ Hz bei 15°C . Wieviel Hz hat a' bei 5°C ?

- LS auf Sk (3_1) 15°
- Sk (3_2) 440 unter LS ziehen
- bei 5° ablesen: 432 Hz

9. ANALYSE VORHANDENER PFEIFEN

Sämtliche geschilderten Vorgänge können in umgekehrtem Sinne auch zur Analyse vorhandener Pfeifen benutzt werden. Die wichtigsten Anwendungsarten:

- 9.1 **Konstante Messurenverhältnisse** können festgestellt werden, indem man bei der senkrechten Mittellinie des Tones c_{25} einen bekannten Wert einstellt. Da diese Tonlinie genau senkrecht steht, gilt sie für sämtliche Verhältnisse, die sich ja alle von hier ausgehend nach links und rechts entwickeln. Der andere bekannte Wert wird mit dem LS eingestellt. Dann kann man feststellen, bei welcher Markierungslinie sich der LS mit dem betreffenden Tonstrahl schneidet; diese zeigt das gesuchte Verhältnis an.

Bsp CC: In welchem Verhältnis stehen die beiden Pfeifen C_1 100 Ø und c_{13} 57.8 Ø zueinander (siehe auch Fig. 2, XII)

- LS auf c_{25}
- Sk (4) 100 darunterziehen
- LS auf 57.8 stellen
- Schnittpunkt des c_{37} -Strahles mit Markierungslinie zeigt: $1 : \sqrt{3} = 1 : 2$ auf dem 16. HT (1 : 1.73)

9.2 Jede Mensur kann als Abweichung in HT von NM dargestellt werden. Diese Abweichung wird folgendermaßen ermittelt:

Bsp DD: Pfeife 4' $c_{13} = 60 \text{ mm } \varnothing = \pm ? \text{ HT} ?$

- LS auf Sk (1) NM c_{13}
- Zungenskala (4) 60 unter LS ziehen
- LS auf (5) Marke 4' stellen
- ablesen in Sk (1) NM: + 2 HT

9.3 Es kann auch jedes aufgemessene Register mit Hilfe des RS als Diagrammkurve aufgezeichnet werden. Man geht dabei wie unter 4. beschrieben vor, ausgehend von den Aufmaßen. Da man auf dem Netzpapier Punkte markieren muß zum Ausziehen der Kurve, verwendet man zur Einstellung nicht den LS, sondern den linken roten LS und den linken Rand des Ableselineals.

Bsp EE: 4' C_1 100 mm Ø

- RS wie unter O beschrieben anlegen
- ZSk (5) 4'-Marke unter schwarzen LS ziehen
- linken roten LS auf ZSk (4) 100 stellen

d) Schnittpunkt der linken Linealkante mit der Senkrechten C_1 des Gitternetzes markieren.

Die Verbindung mehrerer so gefundener Punkte ergibt die Mensurenkurve.

Legt man den RS nicht nach Bsp O, sondern wie davor beschrieben frei an, so legt man zur Grundeinstellung nicht den Linealstrich, sondern den linken Linealrand auf den Schnittpunkt $C_1/\pm 0 \text{ HT}$ des Gitternetzes. Nun kann Sk (5) nach dem schwarzen LS eingestellt werden; auch die zu markierenden Maße werden am schwarzen LS eingestellt, aber wie unter DD am linken Linealrand markiert.

10. BEHANDLUNG DES RS

Der Messurrechenschieber für Orgelpfeifen ist aus einem hochelastischen Spezialwerkstoff gefertigt und daher bei sachgemäßer Behandlung bruchsticher. Er ist klimabeständig, unempfindlich gegen Feuchtigkeit, nicht entflammbar und beständig gegen die meisten Chemikalien. Man soll den RS aber nicht mit ätzenden Flüssigkeiten oder starken Lösungsmitteln (z. B. Benzin) in Verbindung bringen, die wenn nicht den Werkstoff selbst, doch zumindest die Farbe der Teilstriche und Aufschriften angreifen können. Bei Bedarf kann die Schieberzügigkeit durch reine Vaseline oder Silikonöl günstig beeinflusst werden. Um die Ablesegenauigkeit nicht zu beeinträchtigen, sollten die Skalen und der Läufer vor Verschmutzung und Verkratzung geschützt und mit den in Fachgeschäften erhältlichen Spezialmitteln gereinigt werden.

SCALING SLIDE RULE FOR ORGAN PIPES

1. DESCRIPTION

- 1.1 Purpose of the slide rule
- 1.2 Possibilities of reading with hairline and reading line
- 1.3 Automatic readings
- 1.4 The scales # 1 — # 9
- 1.5 The hairline
- 1.6 The backside of the slide rule

2. CONSTANT SCALES (Pipe)

- 2.1 Diameter scales
 - 2.11 Normal scale (NM)
 - 2.111 8' NM
 - 2.112 Foot-tone markings
 - 2.113 Foot-tone levels
 - 2.114 NM examples
 - 2.115 Other given diameters
 - 2.116 $\pm n$ Halftones
 - 2.12 Other ratios between 1 : 2.1 and 1 : 1.25
 - 2.13 Broken constant scales
- 2.2 Mouth scales
 - 2.21 Parallel progressing scales
 - 2.22 Labia from other ratios
- 2.3 Circumference scales (Plate width)

3. FIXED-VARIABLE SCALES

4. FREE-VARIABLE SCALES

- 4.1 Diameter scales
- 4.2 Mouth scales

5. NON-CYLINDRICAL PIPES

- 5.1 Conical stops

- 5.2 Funnel-shaped stops

- 5.3 Other non-cylindrical stops

6. LENGTH SCALES (Pipe)

- 6.1 Cylindrical pipes with labium $\frac{\text{circ}}{4}$
- 6.2 Cylindrical pipes with labium $\frac{\text{circ}}{X}$
- 6.3 Covered pipes and Rohrflöten

7. TRANSPOSITION OF DIFFERENT CROSS-SECTIONS

- 7.1 Metal-wood
- 7.2 Wood-metal

8. FREQUENCY VARIANTS CAUSED BY CHANGES OF TEMPERATURE

9. ANALYSIS OF GIVEN PIPES

- 9.1 Constant scales
- 9.2 NM $\pm n$ HT
- 9.3 Variable scales (graphically)

10. CARE OF THE SLIDE RULE

ABBREVIATIONS:

Ex	Example	mm	Millimeter
Circ	Circumference	NM	Normal scale (pipe)
D, Ø	Diameter	Lth	Theoretical length
EC	End compensation	PlW	Plate width
HL	Hairline	RL	Reading line
HT	Half tone	Sc	Scale (on rule)
Lab	Mouth (Labium)	SR	Slide Rule
HLSc	Hairline scale		

1. DESCRIPTION

- 1.1 The scaling slide rule is used for reading scales of every type; for wood pipes and metal, flues and reeds.

It consists of the following parts:

- a) Rule body with upper and lower scales
- b) Slider with middle scales
- c) Hairline
- d) Detachable reading line for graphs.

- 1.2 One can, among other things, determine and read the pipe-scales

for every stop from 32' to $\frac{1}{32}$ '
up to the 19th and 32nd partial, respectively

for every tone from C_1 to c_{61} and

for every diameter between 540 mm and 2 mm (plate width 1500 mm to 6 mm).

To this end, only one setting and use of the hairline is necessary. Without further aids, one reads all of the pipe scales for 22 constant ratios between 1 : 2.1 and 1 : 1.25 as well as in terms of $\pm n$ HT from a given NM.

After attaching the reading line, one is able to read every variable (and normal) scale, which is drawn on appropriate paper, in the same manner. (Flue, reed, diameter, circumference, mouth or other scale).

- 1.3 With every reading, according to pp. 1.2, the following is automatically determinable:

- a) Diameter
- b) Plate width
- c) Half plate width
- d) Widths of mouths from $\frac{2}{7}$ to $\frac{1}{6} = \frac{\text{circ}}{3.5}$ to $\frac{\text{circ}}{6}$

with decimal intermediate values ($\frac{\text{circ}}{4.2}$).

- e) End compensation (EC) for fixing the ratio of length to diameter or PW or Lab.

Conversely, one can analyze any given pipe.

- 1.4 The numerical scales of the SR are inverted scales, i.e., run from right to left because the tone - scales of the SR run from left to right. As with any slide rule, the numbers don't have any absolute values in themselves, being only numbers without decimal point.

The directions to the simplest school slide rules give easily-understood explanations about computing with a slide rule.

For reasons of practicality, there are many adjacent scales on the scaling slide rule. The numerical scales # 4 and # 7 correspond to the $\emptyset$ and circ respectively.

The individual scales have the following meanings: (see fig. 1)

Rule body upper division from top to bottom

Number of scales:

Sc # 1 — Tone designations C_1 to c_{61} for octave- $\emptyset$ proportions between 1 : 2.1 and 1 : 1.682.

The tones are designated with the C, c, c', c'' etc. system

still in use in Germany - as well as with the more generally used numbering: C_1 , c_{13} , c_{25} , c_{37} , etc. The c and f # tone lines are accented in orange and yellow respectively to facilitate orientation.

The tones in between are designated alternately with letters and numbers, thus avoiding the confusion arriving from the last two tones (a #, b , b).

Tone designations are the crossing points of the radiating tone lines and the horizontal proportion lines. The proportion lines $1 : x$ are arranged with a spacing of $x = 0.05$, additional useful proportions for the organbuilder:

$$1 : 2.1$$

$$1 : 2.05$$

$$1 : 2$$

$$1 : 1.95$$

$$1 : 1.9$$

$$1 : 1.85$$

$$1 : 1.8 = 5 : 9$$

$$1 : 1.75 = 4 : 7$$

$$1 : 1.73 = \text{Halved on the 16th (d #), } 1 : \sqrt{3}$$

$$1 : 1.714 = 7 : 12$$

(falling scales $>$)

$$1 : 1.682 = \text{NM, halved on the 17th (e), } 1 : \sqrt[4]{8}$$

In as much as Töpfer's «Normal (regular) Scale» is used, in many cases, as normal(standard)-scale (NM) and the scaling of a pipe is expressed in terms of deviation from the same ($\pm n$ HT), this scale is extended to the left by 12 HT appropriately marked — 1 to — 12 HT. For this reason C_1 is marked as 0. The markings + 1 to + 12 HT are to the right of C_1 .

Sc # 2 — On the right, a sc for transposing circular into rectangular cross-sections.

Sc # 3₁ — On the left, temperature scale in centigrade and Fahrenheit for fixing the frequency at various temperatures corresponding to sc # 3₂.

On the slider

Sc # 3₂ Frequency scale.

Sc # 4 — Inverted logarithmical sc length 150 mm each unit, for reading $\emptyset$, Lab and other values from 2 to 540 mm.

Sc # 5 — Sc of foot-tone levels deriving from Sc # 4 and NM; extending from 32' to $1\frac{1}{32}'$ with partials.

Sc # 6 — Sc for reading the end compensation (EC), deriving from the $\emptyset$ and Lab = $\frac{\text{circ}}{4}$.

Sc # 7 — Inverted logarithmical sc, being shifted by a factor of π , for reading the PIW in mm, deriving from $\emptyset$ in Sc # 4.

Rule body lower division from top to bottom

Sc # 8 — Inverted logarithmical sc with a neutral numbering.

Sc # 9 — Tone designations, as above, for the proportions:

$$1 : 1.664 = 3 : 5$$

$$1 : 1.633 = \text{Halved on the 18th (f), } 1 : \sqrt[2]{2\frac{2}{3}}$$

$$1 : 1.6 = 5 : 8$$

$$1 : 1.581 = \text{Halved on the 19th (f #), } 1 : \sqrt[2]{2.5}$$

$$1 : 1.55$$

$$1 : 1.5 = 2 : 3$$

$$1 : 1.45$$

$$1 : 1.4 = 5 : 7$$

$$1 : 1.35$$

$$1 : 1.3 = 10 : 13$$

$$1 : 1.25 = 4 : 5$$

(rising scales $<$)

1.5 The Hairline

The black hairline is used to co-ordinate the various scales (SR) while reading. The blue divisions on the glass designate the Lab widths from

$\frac{\text{circ}}{3.5}$ to $\frac{\text{circ}}{6}$ ($= \frac{2}{7}$ to $\frac{1}{6}$), based on the hairline.

The red hairlines on the right and the left side of the glass are used to read the proportions 1:2, 1:3 and 2:3. The (blue) little marking line under the HL Sc is used to read the end compensation of pipes with a mouth width other

than $\frac{\text{circ}}{4}$.

1.6 Backside of the sliderule

On the backside of the sliderule are two tables of theoretical pipe lengths with corresponding frequencies at $a' - 435$ cps. and $a' - 440$ cps. (see para. 6). To the right and left are 12 of the most important operations represented by symbols. In the heading, the problem is in front of the semicolon (;) and the solution behind. The setting of the SR at the start is marked (fig. 2).

The rubber feet are to keep the SR from slipping on the grid paper as well as to retain the RL when not in use. Apart from that, they ease an accurate setting of the slider:

the SR lying on a flat surface, one presses lightly with thumb and middlefinger the outside edges of the SR. The slider can then be easily moved. After relieving the pressure, the slider is clamped lightly in place.

2. CONSTANT SCALES (Pipe)

2.1 Diameter scales

The Sc # 4, together with tone scales # 1 and # 9 and the ordering scale # 5, is used primarily for these readings.

2.11 Normal-scale

The so called normal scale of Töpfer (halved on the 17th) is particularly important as normal-scale. Its respective proportion line is directly above Sc # 4. Its beginning point is designated by a vertical line crossing a 0.

2.111 The slider being in the zero position, i. e. not extending to the left or right, the reading on sc # 4 under C_1 is
155.5 mm.

That is the $\varnothing$ NM 8' C_1 . With sc # 1 NM, one can read the $\varnothing$ in mm of every tone of a stop 8' NM on sc # 4:

C_1 155.5 c_{13} 92.4 c_{25} 54.9 e_{29} 46.2 g_{33} 38.8 etc.

2.112 If one uses the hairline for reading, which is always advisable, one is able to see that the designation 8' appears on sc # 5 beneath C_1 of sc # 1. Similarly, 4' is under c_{13} , 2' under c_{25} etc. The other markings on sc # 5 also correspond to the respective tones on sc # 1 NM. In that sc # 1 is of equal-temper tuning and sc # 5 of true tuning, however, one must consider the deviations caused by this difference.

2.113 With the aid of sc # 5, one is able to set at C_1 the beginning of the following 65 foot tone levels:

<i>octaves</i>	<i>fifths</i>	<i>thirds</i>	<i>sevenths</i>	<i>ninths</i>	<i>other Partial</i>					
32'	$32/3 = 10\frac{2}{3}$	$32/5 = 6\frac{2}{5}$	$32/7 = 4\frac{4}{7}$	$32/9$	$16/11$	$16/13$	$16/15$	$2/17$	$16/19$	$1/21$
16'	$16/3 = 5\frac{1}{3}$	$16/5 = 3\frac{1}{5}$	$16/7 = 2\frac{2}{7}$	$16/9$	$8/11$	$8/13$	$8/15$	$1/17$	$8/19$	
8'	$8/3 = 2\frac{2}{3}$	$8/5 = 1\frac{3}{5}$	$8/7 = 1\frac{1}{7}$	$8/9$	$4/11$	$4/13$	$4/15$		$4/19$	
4'	$4/3 = 1\frac{1}{3}$	$4/5$	$4/7$	$4/9$	$2/11$	$2/13$	$2/15$		$2/19$	
2'	$2/3$	$2/5$	$2/7$	$2/9$	$1/11$	$1/13$	$1/15$		$1/19$	
1'	$1/3$	$1/5$	$1/7$	$1/9$		$1/26$	$1/30$			
$1/2'$	$1/6$	$1/10$	$1/14$	$1/18$						
$1/4'$	$1/12$	$1/20$	$1/28$							
$1/8'$	$1/24$									
$1/16'$										
$1/32'$										

A number of these foot tone positions are only of theoretical value. The most important, however, are made more noticeable:

Octaves	□
Fifths	○
Thirds	T

2.114 The use will be clarified by a few examples.

Ex A: 2' stop of NM:

a) HL on NM C_1 (sc # 1)

b) Sc # 5 "2" under HL

c) One is now able to read any desired tone = C_1 - 54.9, c_{13} - 32.6, c_{25} - 19.3, f_{30} - 15.6 etc.

Ex B: Tierce $1\frac{3}{5}'$ NM:

a) HL on NM C_1 (sc # 1)

b) Sc # 5, $\frac{8}{5}'$ under HL

c) Read: C_1 - 46.3, c_{13} - 27.5, c_{25} - 16.4, f_{31} - 12.6 etc.

2.115 Should a stop not begin with the $\emptyset$ of NM, one must push the slider until the desired $\emptyset$ is under C_1 sc # 1 NM. Then one can read as usual:

Ex C: (see also fig. 2, I)

$C_1 = 60$ mm $\emptyset$, progression according NM

a) HL on NM C_1 (sc # 1)

b) Slide 60 on sc # 4 under HL

c) Read: $c_{13} - 35.6$, $c_{25} - 21.2$, $c_{37} - 12.5$ etc.

Ex D: $\frac{8}{7} c_{13} = 25 \text{ mm } \emptyset$

a) HL on sc # 1 NM c_{13}

b) Slide 25 on sc # 4 under HL

c) Read: $C_1 - 42.1$, $c_{25} - 14.9$, $c_{37} - 8.8$ etc.

2.116 If it is known how many HT a stop deviates from NM, one can employ the sc extensions of # 1 NM (see para. 1.4).

Ex E: (see also fig. 2, II)

16' according to NM, 4 HT narrower ($- 4 \text{ HT}$)

a) HL on sc # 1 NM $- 4$ (to left of C_1)

b) Slide 16' of sc # 5 under HL

c) Read at sc # 1 NM: $C_1 - 220$, $c_{13} - 130.5$, $c_{25} - 77.7$,
 $f_{30} - 62.5$

Ex F: 4' NM, 6 HT wider ($+ 6 \text{ HT}$)

a) HL on $+ 6$ sc # 1 NM ($= F \# 7$, not E 6)

b) Slide sc # 5, 4' under HL

c) Read: $C_1 - 120$, $c_{13} - 71$, $c_{25} - 42.3$, $c_{37} - 25.1$ etc.

2.12 Other constant ratios

The SR has 22 proportion lines for constant ratios between 1:2.1 and 1:1.25 (see para. 1.4). The follow examples display how they are to be read.

Ex G: 8' with NM $\emptyset$ at C_1 , ratio 3:5 (1:1.664)

a) HL on sc # 9 - 3:5 C_1

b) Slide sc # 5, 8' under HL

c) Read from sc # 4 (with aid of HL): $C_1 - 155.5$, $c_{13} - 93.2$, $c_{25} - 56$, $c_{37} - 33.6$, $c_{49} - 20.2$ etc.

Ex H: (see also fig. 2, III)

4' ratio 4:7 (1:1.75) $C_1 = 65 \text{ mm } \emptyset$

a) HL on sc # 1 - 4:7 C_1

b) Slide sc # 4, 65 under HL

c) Read at sc 4:7: $c_{13} - 37.1$, $c_{25} - 21.2$, $c_{37} - 12.1$ etc.

2.13 The change from one constant ratio to another results in the so-called "broken constant scale".

Ex I: 8' stop, to progress thus:

C_1 to $c_{13} = 5:8$ (1:1.6)

c_{13} to $c_{37} = \text{NM}$

c_{37} to $g_{56} = 7:12$ (1:1.714), $C_1 = 130 \text{ mm } \emptyset$

Operation:

a) HL on sc # 9, 1.6, C_1

b) Slide sc # 4, 130 under HL

c) $C_1 - c_{13}$ at sc # 9, 1:1.6, read: $C_1 - 130$, $c_{13} - 81.2$

d) For $c_{13} - c_{37}$, one must place the HL on sc # 1 NM c_{13} and

- e) Slide the value for $c_{13} - 81.2$ - under HL
- f) Read further sc # 1, NM up to c_{37} : $c_{25} - 48.3$, $c_{37} - 28.7$
- g) From c_{37} the scaling progresses according to 7 : 12.
Adjust: HL on sc # 1, 1.714, c_{37}
- h) Slide sc # 4, 28.7 (last readable value) under HL
- i) Read from sc # 1, 1.714: $f_{\#43} - 22$, $c_{49} - 16.7$, $g_{56} - 12.2$

Ex J: Tierce $1\frac{3}{5}$, $C_1 - 55$ mm $\varnothing$

- $C_1 - f_{\#19} =$ Halved on the 16th (1 : 1.73)
- $f_{\#19} - c_{37} =$ Halved on the 18th (1 : 1.633)
- $c_{37} - g_{56} =$ Halved on the 19th (1 : 1.581)
- a) HL on sc # 1, 1.73, C_1
- b) Slide sc # 4, 55 under HL
- c) $C_1 - f_{\#19}$ read: $C_1 - 55$, $c_{13} - 31.8$, $f_{\#19} - 24.2$
- d) Adjust HL to sc # 9, 1.633 $f_{\#19}$, slide sc # 4, 24.2 under HL
- e) $f_{\#19} - c_{37}$ read: (sc # 9, 1.633), $c_{25} - 18.9$, $c_{37} - 11.6$
- f) Adjust: HL on sc # 9, 1.581 c_{37} , slide sc # 4, 11.6 under HL
- g) Read according to sc # 9, 1.581 = $c_{49} - 7.3$, $g_{56} - 5.6$

2.2 Mouth scales

One can read the mouth width with the aid of the blue

scale on the HL glass (HLSc) if the HL is set on the $\varnothing$.

The HLSc furnishes Lab values from $\frac{\text{circ}}{3.5}$ to $\frac{\text{circ}}{6}$

($\frac{2}{7}$ to $\frac{1}{6}$) divided into decimals. Not being inverted, it runs from left to right.

- 2.21 Parallel progressing Lab are directly dependent on the $\varnothing$. They can be read without other settings.

Ex K: (see also fig. 2, IV)

$$\varnothing 100 \text{ mm } \frac{\text{circ}}{4} (\frac{1}{4}) = 79 \text{ mm}$$

$$70 \text{ mm } \frac{\text{circ}}{3.5} (\frac{2}{7}) = 63 \text{ mm}$$

$$50 \text{ mm } \frac{\text{circ}}{4.6} = 34.1 \text{ mm}$$

- 2.22 One can also read the Lab values from other ratios:

Ex L: 4' stop, $\varnothing$ NM + 3 HT, Lab. $\frac{\text{circ}}{4.5}$ according to 1.633

a) HL on sc # 1 NM + 3

b) Slide 4' of sc # 5 under HL

c) For $\varnothing$, one uses sc # 1, NM, for Lab sc # 9, 1.633: $C_1 = 105$, HL on sc # 9, 1.633, C_1 ; read Lab at HLSc 4.5 : 69 mm. Therefore, this pipe is, absolutely

$$\text{speaking } \frac{\text{circ}}{4.8}$$

Further values:

Tone	Ø	Lab	absolute mouth width, related to Ø
C ₁	105	69	$\frac{\text{circ}}{4.8}$
c ₁₃	62.5	42.4	$\frac{\text{circ}}{4.63}$
c ₂₅	37.2	26	$\frac{\text{circ}}{4.5}$
c ₃₇	22	15.9	$\frac{\text{circ}}{4.35}$
c ₄₉	13.1	9.8	$\frac{\text{circ}}{4.2}$
g ₅₆	9.6	7.3	$\frac{\text{circ}}{4.15}$

The Lab increases, therefore, from $\frac{\text{circ}}{4.8}$ to $\frac{\text{circ}}{4.15}$, whereby the culmination of the relationship is c₂₅.

2.3 Circumference scales (Pipe)

The circumference (circ) = plate width (PW) is read directly on sc # 7, deriving from sc # 4, with the HL without any other setting.

Ex M: Ø 100 mm = circ 314 mm
65 mm = circ 204 mm
25 mm = circ 78,5 mm

The Half Plate Width can be read just as easily. The Ø on sc # 4 being set with the HL, the right red hairline of the HL glass shows the half PW on sc # 7.

Ex N: Ø 65 mm = half PW - 102 mm

3. FIXED-VARIABLE SCALES (Pipe)

By this, scales are meant which are based on a constant proportion whose geometrical row is destroyed by the addition or subtraction of a constant value. In comparison to NM, the resulting curves are of a sine or cosine type. The basic scale is read as described under Para 2. The constant is then added or subtracted, as the case may be.

4. FREE-VARIABLE SCALES (Pipe)

In the construction of free-variable scales, it is usual to draw a graph which enables one to see the deviation in HT from NM for its entire compass. The horizontal base line or axis is approximately in the middle and being straight, it represents the NM. Above the axis, the HT are wider and below narrower than NM. The vertical divisions represent the scale of tones (see fig. 2).

To make the movement of the lines and curves more easily decernable, the scale of the verticals to the horizontals is reduced in a ratio of 1:2, i.e. 1 HT on the Ø axis is equivalent in length to 2 HT on the tone axis.

According to Klotz, the stops should be drawn relative to their pitch, i.e. C₁ of a 4' lies on the same line with c₁₃ of an 8'. In that the tones of the stops of an organ sound together in the manner in which they stand above the keys, it is more practical to draw them in this manner, also. That is, C₁ 8' is on the same line with C₁ 4'. After all, the diagram is supposed to show the tonal relationship of the stops to each other, not as entities in effect of the scale constructions.

If, for drawing these scales, one uses a grid which uses for the HT-distances of the width-scale the same divisions resulting from SR division (150 mm for one unit), one is able to read directly from the graph in mm values with the aid of the detachable reading line (RL). In comparison with the diagramming of scales on log paper, from which mm values can also be directly read, this method has the advantage of greatly increased graphical expression. On account of the logarithmical divisions of log paper, the scaling curves become so flat that an observable control, especially of closely related values is longer possible. The angle of the RL is the result of the ratio 1 : 2 between the tone divisions and the $\emptyset$ divisions.

4.1 Diameter scales (Pipe)

To be able to read, one attaches the RL to the HL: the RL being the continuation of the HL. The left edge of the RL glass corresponds to the left red HL of the glass.

Now, lay the SR like a ruler on any given horizontal of the grid below the scale curve and move the HL so that the RL is on the crossing point of the vertical C_1 and the horizontal ± 0 HT.

Should the horizontal -10 HT of the grid be chosen as basis and the SR be placed on the grid with marking $+10$ HT, which is on the upper edge, on the grid vertical C_1 , one will find that the RL is on the crossing point $C_1/\pm 0$ HT when the HL is on Sc # 1 NM C_1 :

Ex O: (see also fig. 2, VII)

- a) Place SR like a ruler on the line -10 HT of grid so that marking $+10$ HT on upper edge of sliderule is on the crossing point of horizontal -10 HT and vertical C_1 of grid.

- b) Move HL so that RL is on crossing point of vertical C_1 and horizontal ± 0 HT of grid (HL reads: NM C_1).

If, for instance, a 2' is to be read, one must slide the 2' designation on sc # 5 under the HL. One must then adjust the HL until the RL is on the crossing point of the vertical tone division and the scale line (graph). One is now able to read the $\emptyset$ on sc # 4. Of course, the other data, as described in para 1.3, are also shown.

Ex P: Read the $\emptyset$ of a Waldflöte 2' with variable scaling. (see sample page fig. 3 and fig. 2, VII)

- a) Lay SR on the grid as described under 0
- b) Slide sc # 5, 2' under HL
- c) Adjust HL until RL is on crossing
- d) Read: $C_1 - 73$, $Fs_7 - 55$, $c_{13} - 40.5$, $c_{25} - 22$, $gs_{33} - 15$, $b_{36} - 13.1$, $e_{41} - 10.7$, $c_{49} - 8$, $fs_{55} - 6.6$, $c_{61} - 5.6$

By reading each given tone, one can determine quite exactly the motion of the curve. For practical purposes, however, it suffices to furnish the values to the C's or the changing points of the curve.

4.2 Mouth scales

If the Lab progress in a fixed proportion to $\emptyset$, they can be read directly with the aid of the HLSc as described in para 2.2.

If the Lab progress according to a free-variable scale which is independent of the $\emptyset$, they should be drawn around a closely related ratio so that the relationship with the $\emptyset$ is clearly visible.

The correctly placed SR is set on the crossing point of the RL, the tone line and the Lab Sc curve, being read at the division of the blue HLSc which corresponds to the desired Lab ratio (e. g. $\frac{\text{circ}}{5}$).

This method is recommended when one has not used the + 10 HT marking on the SR when placing it or when one wishes to read the $\emptyset$ and Lab values of each tone in immediate succession. If, however, the SR is so placed that the RL in zero position ($C_1 \pm 0$ HT) is on NM C_1 , one can set the chosen ratio to the basic slider position corresponding to the stop by means of the HLSc. Thereafter, one is able to read with the RL and HL in the same manner as with $\emptyset$ scales.

Ex Q: Waldflöte 2' (see grid, fig. 3)

Lab scale dotted related to $\frac{\text{circ}}{5}$.

- Lay SR on the grid as described under 0
- HLSc 5 on Sc # 1, NM C_1
- Slide Sc # 5, 2' under the black HL (herewith is the relationship set)
- Read now with RL on Lab curve as described above:
 $C_1 - 40$, $c_{13} - 24.5$, $c_{25} - 15.4$, $g_{33} - 11.3$, $b_{36} - 9.8$,
 $e_{41} - 7.8$, $c_{49} - 5.4$, $c_{61} - 3$

5. NON-CYLINDRICAL PIPES

5.1 Conical stops

The follow proportions can be read directly with the hair line on Sc # 4 (see fig. 2, VI):

Proportion

setting

- $\frac{1}{3}$ - lower $\emptyset$ on left red HL upper $\emptyset$ right red HL
- $\frac{1}{2}$ - lower $\emptyset$ on black HL, upper $\emptyset$ on right red HL
- $\frac{2}{3}$ - lower $\emptyset$ on left red HL, upper $\emptyset$ on the black HL

For ratios between $\frac{1}{6}$ and $\frac{2}{7}$ (1:6 and 1:3), one can proceed as follows:

Black HL on lower $\emptyset$ value in Sc # 7, read the upper $\emptyset$ on Sc # 4 with HLSc.

Here the settings:

HLSc	==	upper $\emptyset$
3.5		$\frac{2}{7}$
4		$\frac{1}{4}$
4.5		$\frac{2}{9}$
5		$\frac{1}{5}$ etc.

Ex R:

lower $\emptyset$ 90	upper $\emptyset$ $\frac{2}{7}$	=	25.7
lower $\emptyset$ 75	upper $\emptyset$ $\frac{1}{4}$	=	18.8
lower $\emptyset$ 150	upper $\emptyset$ $\frac{2}{9}$	=	33.3

Other ratios can be set with the help of the various HL and the blue HLSc in that the denominator is set with one of the HL in either Sc # 4 or 7. Then one finds the appropriate division of the HLSc that reads the numerator on Sc # 4.

Ex S: Ratio 5:7 ($= \frac{5}{7}$)

- Black HL on 7 or 70 of Sc # 4
- determine at 5 or 50: blue division 4.4; therefore the distance between HL and HLSc 4.4 represents the ratio 5:7

Ex T: Ratio 6 : 7

- a) Left red HL on Sc # 7 60 or 600
- b) Determine at 7 or 70 of Sc # 4: blue division 5.7

The ratios can also be found by using Sc # 7 and 8:

Ex U: Lower $\varnothing$ 70 mm, upper $\varnothing$ $3\frac{1}{5}$

- a) 500 or 50 of Sc # 7 above 3 of Sc # 8
- b) Herewith, the ratio 3 : 5 is set on Sc # 8 for every value on Sc # 7
- c) Read: lower $\varnothing$ Sc # 7 - 70 mm, upper $\varnothing$ at Sc # 8 - 42 mm

Of course, the setting can also be made between Sc # 4 and 8.

- 5.2 The same holds true for funnel-shaped pipes, accordingly used.
- 5.3 All other pipe forms can be read with the aid of the previously described methods of use, dependent on any given proportions as well as completely free. Details will become self-apparent with closer acquaintance with the material.

6. LENGTH SCALES (Pipe)

The pipe lengths are dependent, among other things, on:

- a) $\varnothing$
- b) Lab width
- c) pipe form
- d) mouth height
- e) wind pressure (volume)
- f) tuning devise
- a) and b) are quite easily determined and compensated.

The other factors are so different from each other that all data for length scaling can only be an approximation. The tables of theoretical pipe lengths (ltb) on the back of the SR base on $a_{34} = 435$ cps and $a_{34} = 440$ cps at 15° C. Working with Sc # 6, the table values of 435 cps are useful for pipes with tuning rolls (without overlength) at $a_{34} = 440$ cps at 15° C. The ltb according to this "a" are, easily read with Sc # 1, 1 : 2 on Sc # 4:

Place 16' mark of Sc # 5 under Sc # 1, 1 : 2 C_1 , ltb for 8' is given.

6.1 Cylindrical pipes, Lab $\frac{\text{circ}}{4}$

Sc # 6 shows the value for the End Compensation (EC) in proportion to $\varnothing$. For cylindrical open pipes, this value must be subtracted from the length. It is valid unchanged for $\frac{\text{circ}}{4}$.

Ex V: (see also fig. 2, VIII)

Length 8' C_1 , 130 mm $\varnothing$, Lab $\frac{\text{circ}}{4}$

ltb	2634 mm
EC	— 200 mm
cutting length	2434 mm
	(with addition for tuning roll)

Length 8' C_1 , 160 mm $\varnothing$, Lab $\frac{\text{circ}}{4}$

ltb	2634 mm
EC	— 252 mm
cutting length	2382 mm

6.2 Cylindrical pipes, other Lab.

To read the EC of cylindrical pipes of other Lab width, one must use the HLSc and the short blue line on the HL glass.

The HLSc division, corresponding to the Lab, is set to the $\varnothing$ value on Sc # 4. The EC can then be read on Sc # 6 with blue line on glass.

Ex W: (see also fig. 2, IX)

$$\begin{array}{rcl} \text{Length } 8' C_1, 160 \text{ mm } \varnothing, \text{ Lab } & \frac{\text{circ}}{5} & \\ \text{a) Place HLSc "5" on 160 in Sc \# 4} & & \\ \text{b) Read at blue line in Sc \# 6: 322} & & \\ \text{ltb} & 2634 \text{ mm} & \\ \text{EC} & - 322 \text{ mm} & \\ \text{cutting length} & \underline{2312 \text{ mm}} & \end{array}$$

6.3 Covered pipes

For covered metal pipes, one can find the body length (not tuned length with cover!) by subtracting $2D$ from $\frac{\text{ltb}}{2}$. This EC can be read directly on Sc # 4 with the black HL, if the right red HL is set to the $\varnothing$.

$$\begin{array}{rcl} \text{Ex X: Body length Gedeckt } 8' C_1, 80 \text{ mm } \varnothing & & \\ \text{ltb} & 1317 \text{ mm} & \\ \text{EC} = 2D & - 160 \text{ mm} & \\ \text{length} & \underline{1157 \text{ mm}} & \end{array}$$

6.4 Rohrflöten (chimney flutes) are obtained in the same manner as gedeckts except: Ltb. + 2 HT (valid for chimney $\varnothing = \frac{1}{4}$ pipe $\varnothing$; chimney length = $\frac{1}{4}$ pipe length).

7. TRANSPOSITION OF DIFFERENT CROSS-SECTIONS

For this purpose, one uses Sc # 2 together with Sc # 4.

- 7.1 The $\varnothing$ value of a round pipe is set to the marking arrow of Sc # 2. Without changing the slider position, the Lab proportion is determined with the aid of the right half of Sc # 2. The Lab width is, at the same time, the width of a rectangular pipe. One then reads the depth on Sc # 4 at the same ratio number on the left half of Sc # 2 which, in conjunction with the width, results in the same cross sectional area as the round pipe whose $\varnothing$ is set.

Ex Y: (see also fig. 2, X)

$$90 \text{ mm } \varnothing, \frac{\text{circ}}{4.5}, \text{ transpose to rectangular cross section}$$

- Place Sc # 4, 90 under Sc # 2 arrow
- $\frac{\text{circ}}{4.5}$, read: 63
- Read depth at 4.5 of left half Sc # 2: 101
Rectangular measurements 101 x 63 mm

Ex Z: 135 mm $\varnothing$, Lab 100 mm

- Place Sc # 4, 135 under Sc # 2 arrow
- Read at Sc # 4, 100: $\frac{\text{circ}}{4.25}$
- Read on left half at 4.25: 143
Rectangular measurements: 143 x 100 mm.

- 7.2 Some organbuilders continue wood stops with metal pipes, in which case the Lab scale continues, the cross section widening by 2 HT.

Ex AA: (see also fig. 2, XI)

Last wood pipe $b_{36} = 25.2 \times 17.4$ mm,

first metal pipe $c_{37} = ?$

First one must find the corresponding $\varnothing$ to the wood pipe:

a) HL on Sc # 1 NM C_1

b) Slide Sc # 4, 17.4 under HLSc $\overset{\text{circ}}{4}$

c) HL on Sc # 4, 25.2: read — 3 HT

d) This difference divided by 2 = 1.5, HL on — 1.5 HT

e) Read $\varnothing$: 23.6 mm

Now one can determine $\varnothing$ and Lab measurements:

$\varnothing \quad b_{36} = 23.6; +1 \text{ HT} = 24.7$: herewith is $\varnothing + 2 \text{ HT}$

Mouth $b_{36} = 17.4; -1 \text{ HT} (c_{37}) = 16.7 (\frac{\text{circ}}{4.65})$

8. FREQUENCY VARIANTS CAUSED BY TEMPERATURE CHANGES

Sc # 3 shows degrees Centigrade (C) from 0° to 30° and Fabrenheit (F) from 32° to 85° . Together with Sc # 3₂, one can fix the variation in pitch (in cps) caused by temperature changes.

Ex BB: decided upon is $a_{34} = 440$ cps at 60° F. How many cps does a_{34} have at 40° F?

a) HL on Sc # 3₁, 60° F

b) Slide Sc # 3₂, 440 under HL

c) Read at 40° F: 431 cps

9. ANALYSIS OF GIVEN PIPES

All of the described operations can be reversed for the analysis of given pipes. The most important adaptations will now be explained.

9.1 Constant scaling proportions may be determined by setting a known value to the vertical middle line of the tone c_{25} . Because this tone division is vertical it is valid for all ratios in that they all radiate from this point. The other known value is set with the hairline. Then one can determine which crossing point of tone designation and proportion line is covered by the HL: that is the desired ratio.

Ex CC: How are these pipes, $C_1 - 100 \varnothing$ and $c_{13} - 57.8 \varnothing$, in proportion to one another? (See also fig. 2, XII)

a) HL on c_{25}

b) Slide Sc # 4, 100 under HL

c) HL on Sc # 4, 57.8

d) the intersection of c_{37} and proportion line with HL shows $1 : \sqrt{3} = 1 : 2$ on the 16. HT (1:1.73)

9.2 Every scale can be described in terms of HT deviation from NM. This deviation is determined as follows:

Ex DD: 4' pipe $c_{13} = 60$ mm $\varnothing = \pm ?$ HT.

a) HL on Sc # 1 NM c_{13}

b) slide Sc # 4, 60 under HL

c) HL on Sc # 5, 4'

d) read on Sc # 1 NM: + 2 HT

9.3 One can also draw each given stop, with the help of the SR, as a curve. The operation is the same as explained in para 4, being based, of course, on the given measurements. In as much as one must mark the curve on the grid, one uses the left red HL and the left edge of RL glass instead of the HL and RL.

Ex EE: $4' C_1 = 100 \text{ mm } \emptyset$

- a) Lay SR on the grid as described under 0
- b) Slide Sc # 5 4' under black HL
- c) Left red HL on Sc # 4 100
- d) Mark intersection of left edge of RL glass with tone division C_1 .

The connection of several points, found in this manner, results in the scaling curve.

If, instead of according to Ex O, the SR is placed freely as described above, then not the RL but instead the left RL edge is used for the basic setting on the crossing point $C_1 \pm 0 \text{ HT}$ of the grid. Now Sc # 5 can be set to the black HL; the values to be marked off are also set with the HL but are marked off at the left edge of RL as in Ex DD.

10. CARE OF THE SLIDERULE

The Scaling Sliderule for Organpipes is made from a special highly elastic material and is therefore, when properly handled, unbreakable. It is affected by neither climatic conditions nor moisture, is not inflammable and is not affected by most chemicals. One should, however, avoid contact with acidic liquids or strong solvents (e. g. gasoline) which, although not harming the body, at least would damage the lettering. If necessary, the slider can be lubricated with a little pure Vaseline or silicone oil. In order not to impair accuracy, the scales and HL should be protected against dirt and scratches and should be cleaned with any special cleaning fluid available at competent drafting supply houses.

Translated by William St. Jurgenson

① Mensur Scale

③ T^{°F}
°C

$$f_t = 440 \sqrt{\frac{273+t}{273+15}}$$

32 40 50 60 70 80°F
0 5 10 15 20 25 30°C

NM HT

④ Du

⑤ AI

⑥ Mk/EC

⑦ U

⑧ CIF

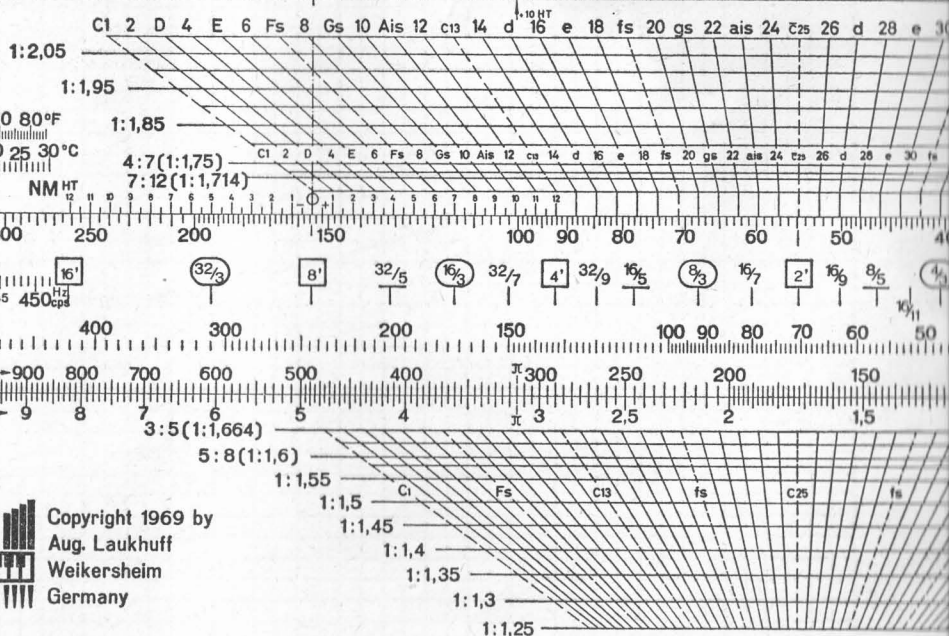
⑨ Mensur Scale

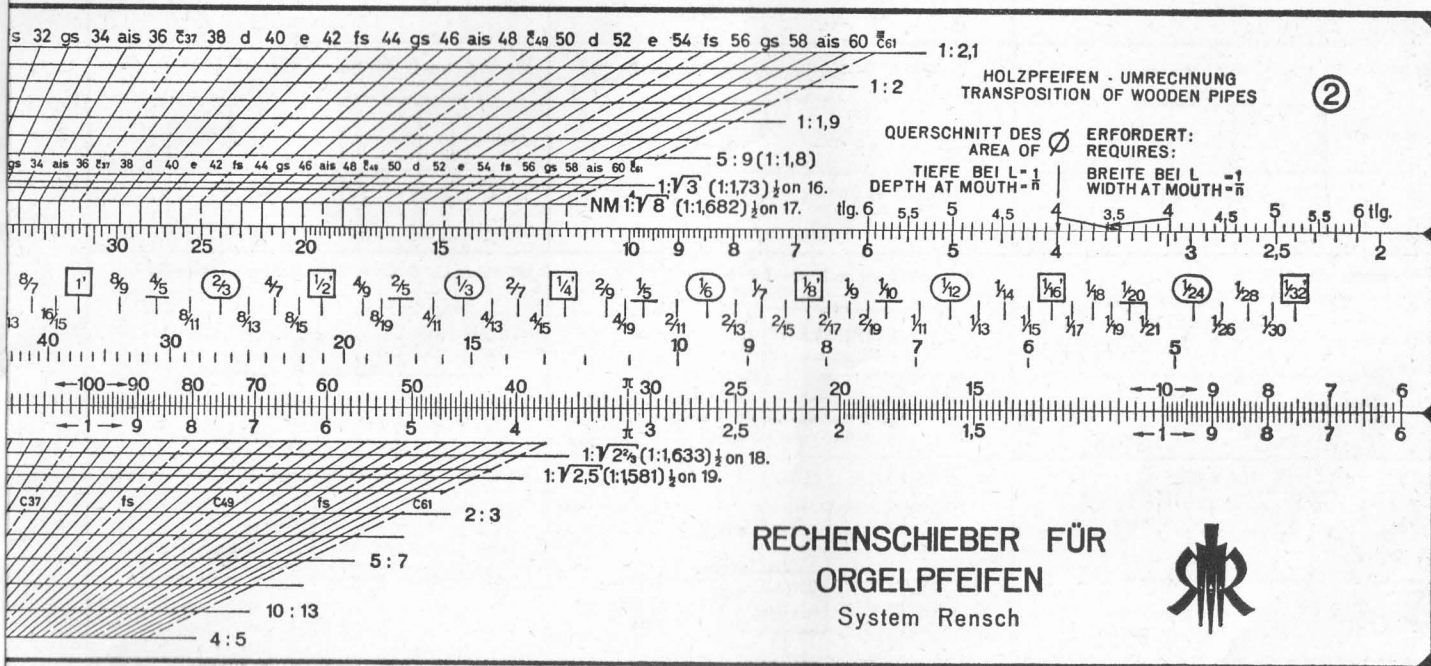


A.W. FABER-CASTELL
000
MADE IN GERMANY

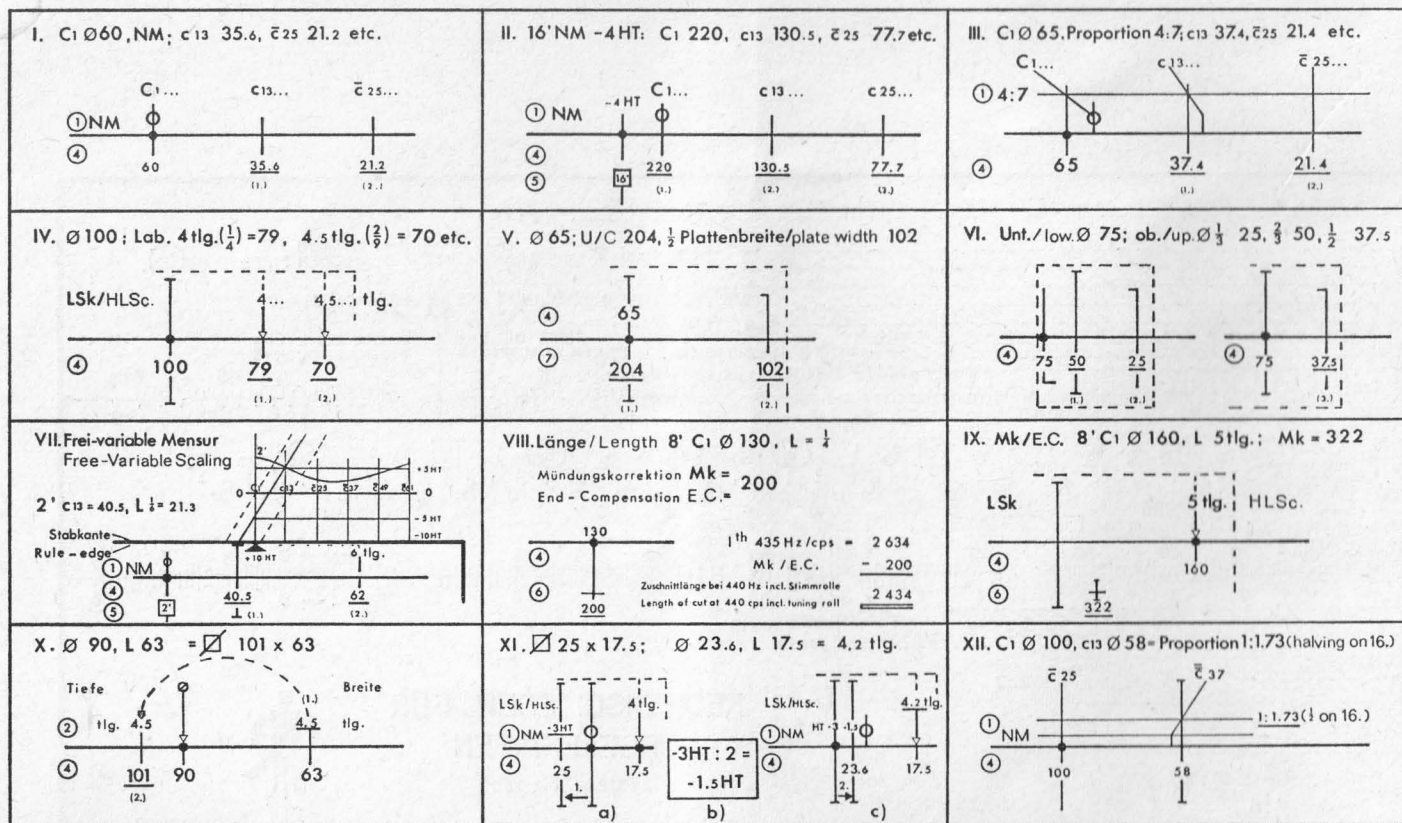


Copyright 1969 by
Aug. Laukhuff
Weikersheim
Germany





ig. 1



ZEICHENERKLÄRUNG

● Anfangseinstellung

— Einstellung, Ablesung
unterstrichen

LEGENDE

↓ blaue Läuferkala
Anlegepunkt an
Grafik

first setting
setting, reading
underlined

blue hairline scale
setting point to
graph

Läufer-Hauptstrich
central hairline

Läufer mit Ableselineal
hairline with reading line

linker rechter LS
left right hairline

Fig. 2

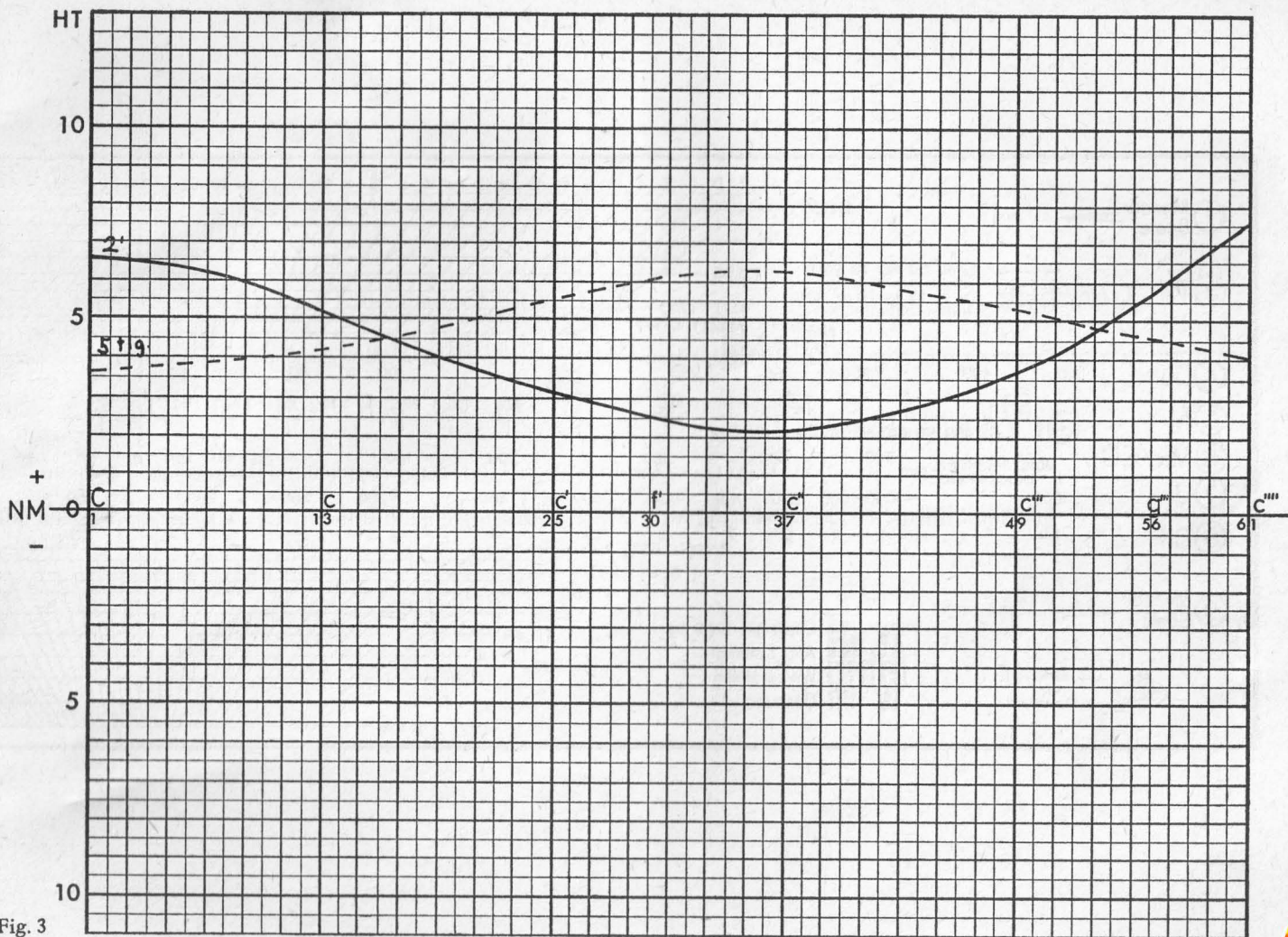


Fig. 3

Elle s'écrit ainsi 2 1-1

$\sqrt{8} = 2\sqrt{2}$

ten.

$3\frac{1}{2} = 3\frac{2}{4} = 3\frac{1}{2}$

$\sqrt{8} = 2\sqrt{2}$

16 - 20.7

37 - 76

1
2