Englische Rechenschieber für Alkohol und Steuern

Werner H. Rudowski

Teil 1: Englisches Steuerwesen und Excise Officers (Steuerbeamte)

In der Mitte des 17. Jahrhunderts brauchte der englische Staat Geld. Viel Geld!
Man beschloss, Steuern und Zölle zu erheben:

1643 auf: Ale, Beer, ausländische Weine, Spirituosen, Cider, Seife, Essig, Salz
1695 auf: Glas
1696 auf: englische Weine
1697 auf: Malz
1710 auf: Kerzen
1711 auf: Hopfen
1712 auf: Papier
1713 auf: Stärke
1750 auf: Ziegelsteine
1837 auf: Zucker
Steuern und Zölle wurden auf viele weitere Produkte erhoben, z. B. auf Pappe, Stoffe, Leder, Pergament, Tierhäute, Tabak, Tee usw.
Steuern waren auf inländische Erzeugnisse, Zölle auf Importe in den Häfen fällig.

Zum Eintreiben der Steuern und Zölle waren mehrere Tausend Beamte (*Excise Officers*) notwendig, 1772 waren es ca. 3000.

Die Aufgaben eines Excise Officers:

In seiner „Station“ war er verantwortlich für die korrekte Erfassung der Steuern: Er musste
- die Menge des zu versteuernden Erzeugnisses bestimmen
- den Steuersatz ermitteln (bei Gerbern gab es z. B. 14 verschiedene Sätze, bei Papiermachern 78)
- die Höhe der Abgaben ermitteln und dokumentieren

Die Besuche mussten unangemeldet, zu unterschiedlichen Wochentagen und Zeiten, tags und nachts und in unregelmäßigen Abständen erfolgen. Besuche sollten überraschend sein und kein Schema erkennen lassen.
Der *Excise Officer* stellte „Duty Vouchers“ über die fällige Steuer aus.
Der zuständige *Collector* kassierte alle 6 Wochen auf seiner Runde bei ihm unterstellten *Excise Officers* die Steuern. Er war bewaffnet und oft von Soldaten begleitet.

Allzu beliebt waren *Excisemen* nicht, aber sie hatten ein regelmäßiges Einkommen unter allerdings äußerst schwierigen Bedingungen. Ein Großteil der von ihnen besuchten Betriebe waren Brennereien, Brauereien, Spirituosenhändler und Pubs, die englischen Wirtshäuser. Man kann sich gut vorstellen, dass die *Excise Officers* auch gern einmal die zu prüfenden Spirituosen „getestet“ haben, sie hatten immerhin weite Wege bei oft ungemütlichen Wetterbedingungen auf dem Pferderücken zurückzulegen. Den Inhabern der zu prüfenden Betriebe war das sicher recht. Viele *Excisemen* sollen ein Alkoholproblem gehabt haben.

Wie wurde man *Exciseman*?

- Gute Beziehungen konnten nicht schaden, ein Kandidat brauchte zwei Bürgen.
- Mitglied der „Church of Scottland“ war Voraussetzung für eine Anstellung in Schottland
- Gute Mathematik-Kenntnisse und Beherrschung des ***Rechenschiebers*** waren nachzuweisen. Auch wurde Wert auf eine gute Handschrift gelegt.
- Alter: 21 – 30 Jahre; man durfte Frau und max. 2 Kinder haben.
- Er musste sich einschlägige Literatur, Mess- und Recheninstrumente auf eigene Kosten beschaffen. Nur das geeichte Hydrometer wurde vom Arbeitgeber – dem *Board of Excise* – gestellt.
- Größter Kostenfaktor: Anschaffung und Unterhalt des Pferdes, das für die langen Tagesreisen erforderlich war.
- Zwei Eide – auf den König und die Steuerbehörde - waren zu leisten.
- Der Kandidat erhielt ein Zertifikat, für das er ebenfalls bezahlen musste.
- Nun wartete er, bis irgendwo z. B. in Schottland eine Stelle frei wurde. Man kam auf eine Liste.
  Einer der bekanntesten *Excisemen* war der schottische Nationaldichter *Robert Burns,* der von 1759 bis 1796 lebte (Abb. 1), er wartete 14 Monate.

Viele kennen *„Auld lang syne“,* ein Lied von Burns, das bei keiner „Last Night of the Proms“ fehlen darf und vom Publikum inbrünstig mitgesungen wird.

Als Dichter hatte er nur geringes, unregelmäßiges Einkommen. Die kleine Farm, die er mit seinem Bruder betrieb, brachte auch nur 9£ im Jahr. Den Lebensunterhalt für die Familie sicherte ab 1789 seine Arbeit als *Excise Officer*. Anfangs verdiente er £50 im Jahr, später £70.
Gedichtet hat er auf den langen Pferderitten zu seinen Einsatzorten.

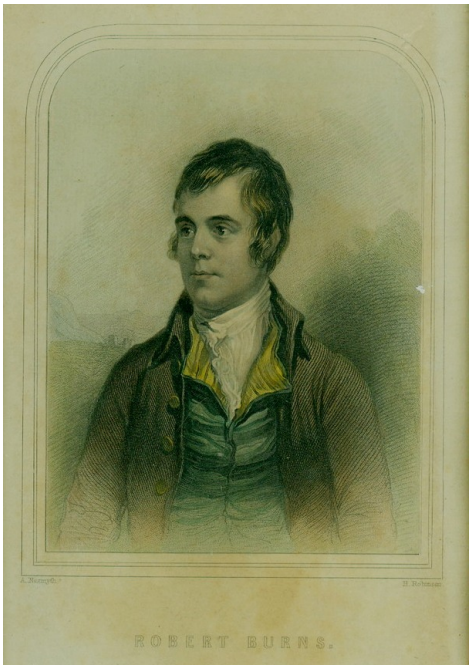


Abb. 1

Robert Burns erhielt von seinen Vorgesetzten stets gute Beurteilungen, war aber wegen der Wetterunbilden im kalten Schottland häufiger krank. Das Jahresgehalt wurde während seiner Krankheit um die Hälfte gekürzt. Burns wurde nur 37 Jahre alt. An seiner Beerdigung nahmen mehr als 10.000 Menschen teil. Seine Witwe bezog anfangs eine Rente von £8 p.a. (heute ca. €2000 p.a.), später £12 p.a.(ca. €3000 p.a.). Als sie 1834 starb, hatte sie insgesamt £365 erhalten. *Burns* hatte in den 7 Jahren knapp £10 eingezahlt.

Gauging - Fassmessung

Ein *Excise Officer* hatte eine Vielzahl von Aufgaben. Eine davon war die Festlegung der Steuer auf Wein, Bier und andere alkoholische Getränke in Fässern.

Dazu waren vier Arbeitsschritte notwendig:

- Das Fass-Volumen berechnen (Abb. 2 & 3)
- Den Inhalt teilweise gefüllter Fässer (liegend oder stehend) bestimmen
- Den Alkohol-Gehalt ermitteln
- Die Steuer festlegen und dokumentieren, wobei die Differenz zur vorhergehenden Messung beachtet werden musste

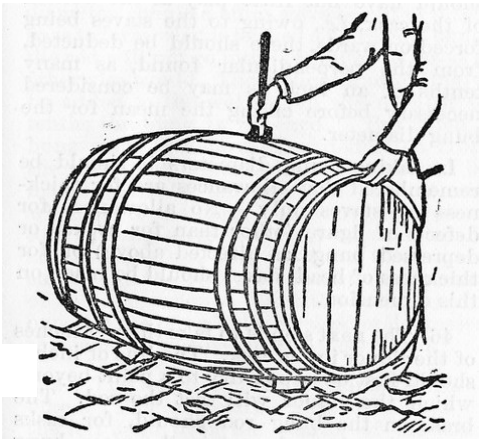


Abb. 2

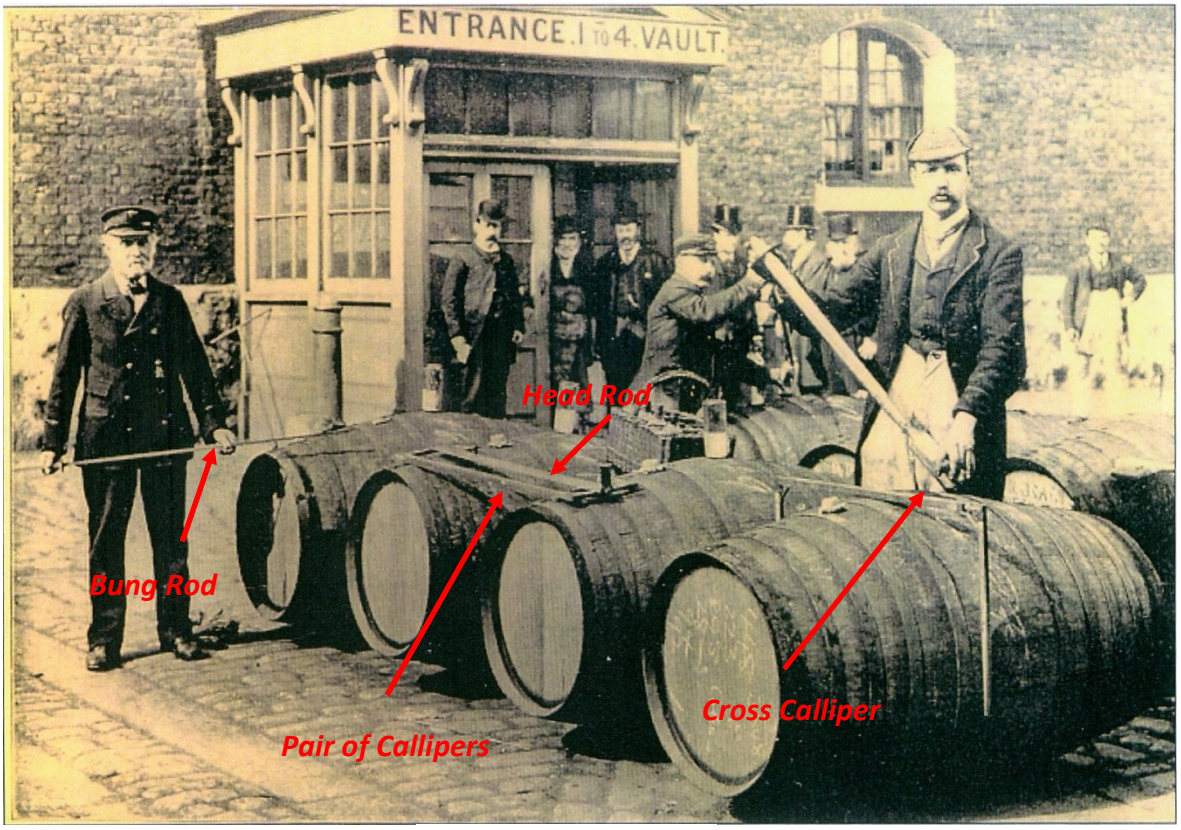


Abb. 3, Royal Gaugers

Fässer unterscheiden sich in Größe und Form, sie können liegen oder aufrecht stehen. Über die Volumenberechnung haben viele berühmte Gelehrte ganze Bücher geschrieben. Selbst wenn sie die perfekte Formel gefunden hätten, in der Praxis wäre die Anwendung schwierig gewesen. Ein weiteres Problem war es, den Inhalt nur teilweise gefüllter Fässer zu ermitteln, wobei natürlich zwischen liegenden und stehenden Fässern zu unterscheiden ist.

Hohlmaße in England

Schon unter Heinrich VIII gab es Gesetze über Herstellung von genormten Fassgrößen. Hohe Strafen drohten bei Missachtung. Später, 1824, wurde auf das „Imperial"-System umgestellt:

Butt (Butte, Bütt)	ca 108 Gal =	ca 490 l
Funcheon	ca 72 Gal =	ca 327 l
Quarter	ca 64 Gal =	ca 290 l
Hogshead (Ochsenkopf)	ca 54 Gal =	ca 245 l
Barrel (Tonne)	ca 36 Gal =	ca 163 l
Kilderkin (Fässchen)	ca 18 Gal =	ca 82 l
Firkin (Viertelfass)	ca 9 Gal =	ca 41 l
Keg (Fässchen)	ca 6 Gal =	ca 27 l
Pin	ca 4,5 Gal =	ca 20 l
Bushel (Scheffel)	ca 8 Gal =	ca 36 l
Jar (Krug) & Urn (Urne)	verschiedene Größen	
Pint (Pinte, Schoppen)	⅛ Gal =	ca 0,57 l
Noggin (kleiner Holzkrug)	¼ Pint =	ca 0,14 l

Wie viel ist eine Gallone?

Vor 1824 galt der "Winchester"-Standard:

1 Wein-Gallone = 231 Kubik-Inch=3,785 l
1 Ale-Gallone = 282 Kubik-Inch= 4,621 l
1 Bushel (Malz) = 2150,42 Kubik-Inch
=35,2 l

Ab 1824 galt der Imperial-Standard

1 Imp. Gallone = 277,274 Kubik-Inch
= 4,536 l
1Imp. Gallone = 2218,192 Kubik-Inch
= 36,3 l

Das größere Problem waren ausländische Fässer, die in großer Stückzahl gefüllt mit Wein, Sherry, Portwein oder Spirituosen nach England importiert wurden. Es gab „genormte" Fässer mit teils beachtlichen Abweichungen beim Volumen (Abb. 4).

Port Pipes	117 - 121 Gal
Port Hogsheads	59 - 60 Gal
Sherry Butts	109 - 112 Gal
Sherry Hogsheads	55 - 56 Gal
Claret Hogsheads	47 - 49 Gal
Brandy Funcheons	115 -125 Gal
Brandy Hogsheads	58 - 61 Gal
Brandy Quarter	29 - 31 Gal
Rum Funcheon	103 -115 Gal

Abb. 4

Bei diesen und *bei nicht genormten Fässern musste das Volumen berechnet werden.*

Volumenberechnung eines Fasses

Grundsätzlich galt es, den mittleren Durchmesser zu finden, um dann das Fass als Zylinder berechnen zu können. (Fässer mit ovalem Querschnitt werden hier nicht betrachtet, mussten allerdings auch vermessen werden.)

Maßgebende Größen waren:

- Spund-Ø und Boden-Ø
- Fassform

Man unterschied vier Formen (*Varieties*) (Abb. 5a – 5d):

1st variety = mittl. Teil eines Sphäroids
2nd variety = miitl. Teil eines Rotations-paraboloids
3rd variety = mittl. Teil von zwei parabolischen Kegeln
4th variety = mittl. Teil von zwei Kegeln

Die 4te Variety würde in der Mitte abgeknickte Dauben bedeuten und wurde in der Praxis nicht verwendet.

Es bedurfte einer großen Erfahrung, die richtige Fassform zu bestimmen; der Fehler konnte bis zu 10% betragen.

Für den Gauger gab es umfangreiche Instruktionen, wie die Maße zu nehmen und zu dokumentieren waren.

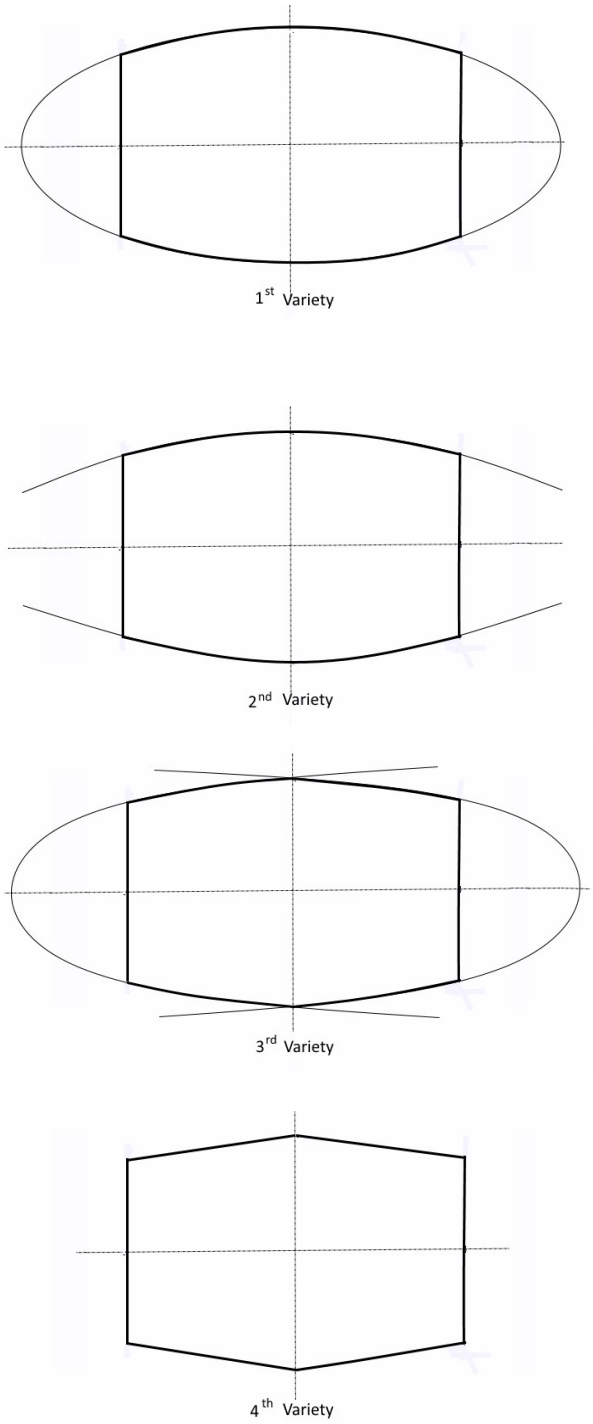
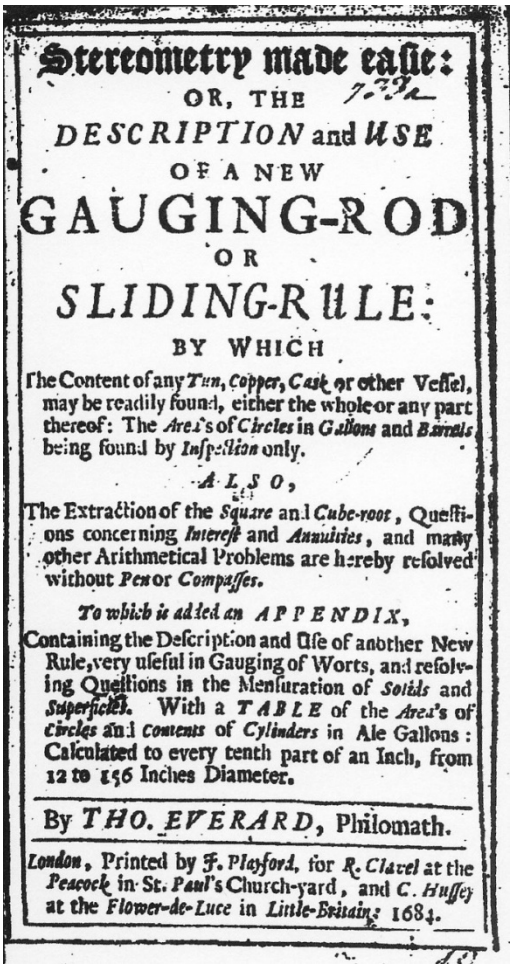


Abb.5a -5d

Eine mühsame Arbeit: ***Das Fassvolumen bestimmen***

Dazu von Mathematikern geschriebene Bücher waren zu kompliziert, für die Praxis wenig geeignet.

Ein ehemaliger *Excise Officer* aus Southampton ***Thomas Everard*** vereinfachte die Methode und veröffentlichte 1684 ein umfangreiches Werk über einen neu entwickelten Rechenschieber, mit dem alle in der Praxis eines Steuerbeamten anstehenden Aufgaben schnell und korrekt ausgeführt werden konnten (Abb. 6).
Everards Sliding Rule war 1 engl. Fuß (305 mm) lang, hatte einen rechteckigen Querschnitt und war aus Buchsbaum gefertigt (Abb. 7 a – 7d).
Everard empfiehlt den bekannten Hersteller mathematischer Instrumente *Isaac Carver* als alleinige Bezugsquelle. Nach seiner Aussage wurden bis 1700 mehr als 5000 Exemplare dieses Rechenschiebers verkauft.



Stereometry made easie:
OR, THE
DESCRIPTION and USE
OF A NEW
GAUGING-ROD
OR
SLIDING-RULE:
BY WHICH
The Content of any *Tun, Copper, Cask* or other Vessel, may be readily found, either the whole or any part thereof: The *Area's* of *Circles* in *Gallons* and *Barrels* being found by *Inspection* only.
ALSO,
The Extraction of the *Square* and *Cube-root*, Questions concerning *Interest* and *Annuities*, and many other Arithmetical Problems are hereby resolved without *Pen* or *Compasses*.
To which is added an APPENDIX,
Containing the Description and Use of another New Rule, very useful in Gauging of Worts, and resolving Questions in the Mensuration of *Solids* and *Superficies*. With a *TABLE* of the *Area's* of *Circles* and *Contents* of *Cylinders* in Ale Gallons: Calculated to every tenth part of an Inch, from 12 to 156 Inches Diameter.
By *THO. EVERARD*, Philomath.
London, Printed by *J. Playford*, for *R. Clavel* at the *Peacock* in St. *Paul's* Church-yard, and *C. Hussey* at the *Flower-de-Luce* in *Little-Britain*: 1684.

Abb.6

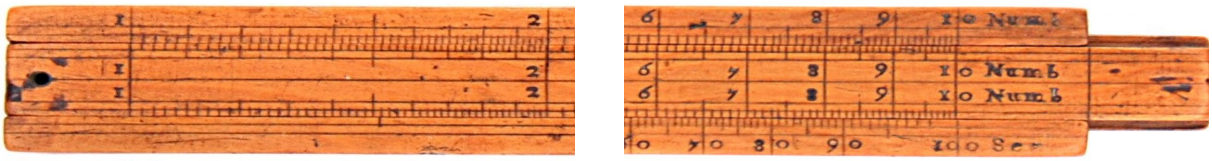


Abb.7a

Auf der ersten Seite (Abb. 7a) konnte oben multipliziert und dividiert werden. Außerdem konnte unten der Fassinhalt als Funktion des Füllstandes abgelesen werden (*Seg* steht für *Segment*. Diese Skala gilt aber nur für horizontal liegende Fässer und für die Fassform „1st variety“. Für stehende Fässer gab *Everard* lediglich Anweisungen in seinem Buch)

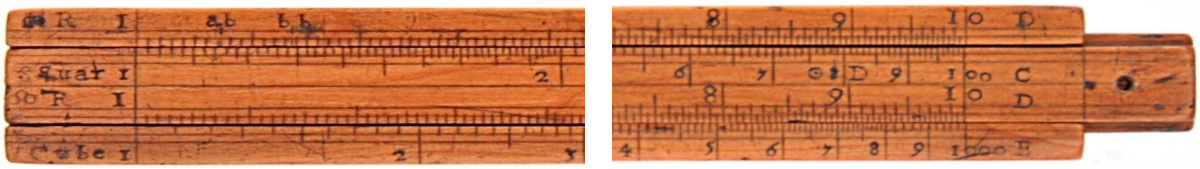


Abb.7b

Die zweite Seite (Abb. 7b) erlaubte das Quadrieren, Kubieren und das Ziehen der Quadrat- oder Kubikwurzel.

Auf einer Kante gab es dezimal geteilte Zoll- und Fußmaßstäbe (Abb. 7c).

Abb.7c

Abb.7d

Auf der zweiten Kante wurden die Korrekturwerte zur Ermittlung des mittleren Fassdurchmessers für die drei häufigsten Fassformen (Varieties) abgelesen (Abb. 7d).

***Everards Methode*:**

Man bilde die Differenz Spund- zu Kopf-Ø und suche auf dem Rechenschieber den Korrekturwert für die jeweilige Fassform (Abb. 8 & 9). Die Summe von Kopf-Ø plus Korrektur ergibt mit guter Genauigkeit den mittleren Durchmesser.

Beispiel:

Spund-Ø: 813 mm = 32"
Kopf-Ø 622 mm = 24½"
Länge: 1067mm = 42"
Spund- ./. Kopf-Ø = 32 – 24,5 = 7,5"
Korrektur für Sphäroid (Abb. 9): 5,2“
Mittlerer Ø: 24,5 + 5,2 = 29,7"

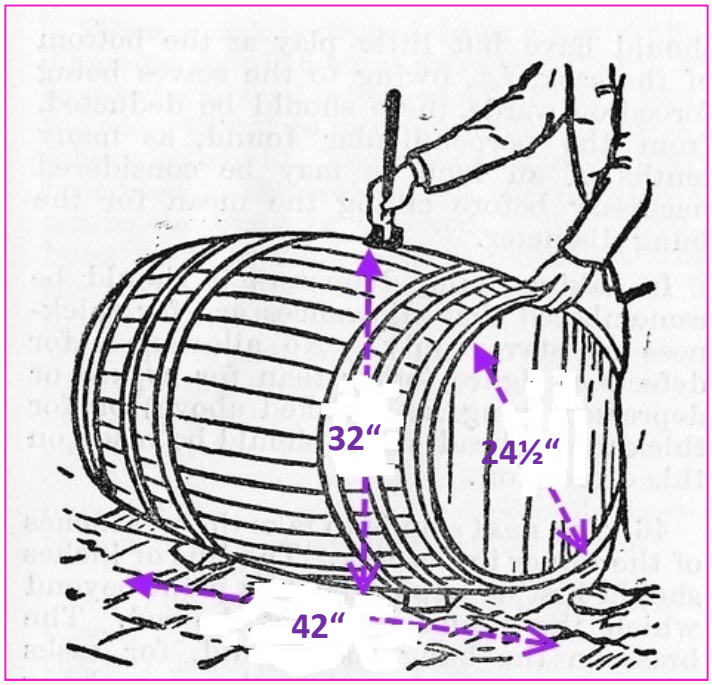


Abb. 8

Abb. 9

Das Fassvolumen konnte nun einfach auf der ersten Seite des Rechenschiebers bestimmt werden (Abb. 10):

Beispiel von oben: $V = 29{,}7^2 \times {}^{\pi}/_{4} \times 42 = 29.097$ Kubikzoll = 103,18 Ale Gallonen

Da frühe Rechenschieber noch keinen Läufer kannten, suchte man nach einem Weg, Aufgaben mit nur einer Zungen-Einstellung zu lösen.

Everard entwickelte einen *Gauge-Punk*t, der π und die Anzahl Kubikzoll je Gallone enthielt. Für die *Ale Gallon* mit 282 Kubikzoll ist der *Gauge-Pu*nkt 18,95 Zoll. (Ein Zylinder mit diesem Durchmesser enthält bei einer Füllhöhe von 1 Zoll 1 Ale Gallon.)

Nun gilt die Proportion:

Gauge-Punkt : Fasslänge = mittl. Durchmesser : Volumen

Damit ist die Lösung mit *Everards Excise Slide Rule* einfach und elegant:

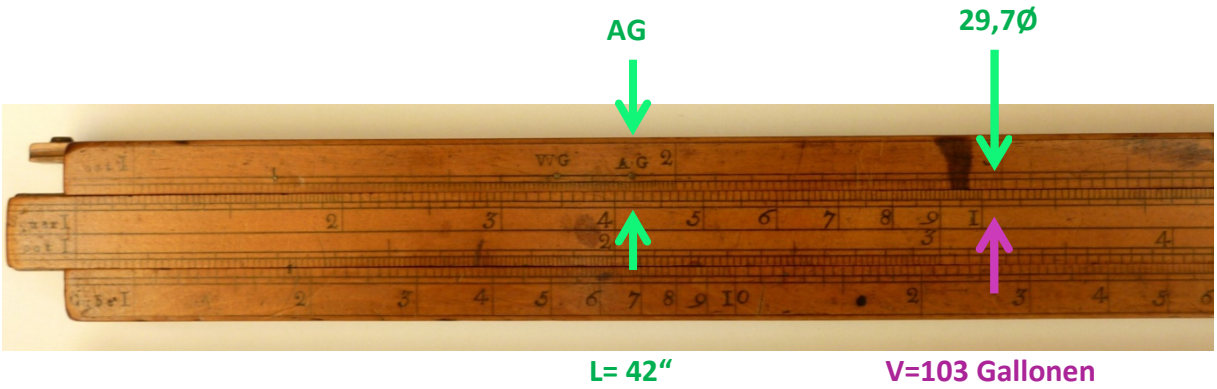


Abb.10

Auf den Unterseiten der Zungen findet man Skalen, mit deren Hilfe Inhalte von Standard-fässern in Gallonen ermittelt werden konnten. Die Gallonen sind in Hundertstel unterteilt.

1693 erschien erstmals eine Skala „Seg St (Segment Standing) für teilweise gefüllte aufrecht stehender Fässer unten auf der zweiten Seite neben „Seg Ly).

Eine sehr innovative Idee wurde 1709 von Thomas Cooke eingeführt: Die „MD“- Linie (Malt Depth) ermöglicht mit nur einer Zungeneinstellung das Volumen von Malz in einem rechteckigen Behälter in „Bushel“ (Scheffel) zu berechnen, wenn Länge und Breite des Behälters und die Füllhöhe in englischen Zoll gemessen wurden. Die Abbildung (Abb. 11) unten zeigt als Beispiel:

Länge 50“, Breite 30“ und Füllhöhe 6“.

Rechnerisch ist das Ergebnis: V= 50 * 30 * 6 : 2150 = 4,186 Bushel

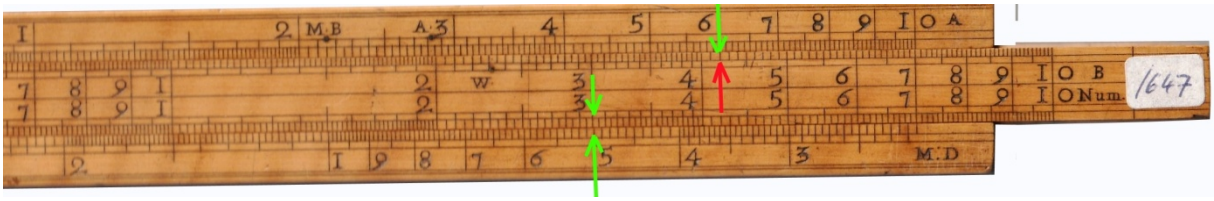


Abb.11

Der Trick ist die um 2150 versetzte reziproke MD-Linie, wobei der Versatz dem Inhalt eines Bushels mit 2150 Kubik-Inch entspricht.

Eine dritte Zunge erhielt der Stab 1739 durch Charles Leadbetter auf einer der Schmalseiten. Er platzierte hier die Skalen S:S und L:S. Auf einer der breiten Seiten fügte er eine Quadratskala auf der Zunge und ein Kubikskala auf dem Körper hinzu.

Etwas später erhöhte Vero die Rechengenauigkeit, indem er eine der Grundskalen bei √10 teilte und damit ihre Länge verdoppelte.

Wer die vierte Zunge hinzu fügte, ist nicht sicher, vermutlich war es Edward Roberts. Das älteste bekannte Exemplar aus seiner Werkstatt ist datiert mit 1754. Roberts ordnete einige Skalen anwenderfreundlicher an, verlegte die Variety-Skalen auf die Unterseite einer Zunge an verlängerte die „Segment“-Linien, indem er sie verdoppelte, was eine genauere Ablesung ermöglichte. Die drei noch freien Rückseiten der Zungen sind nun vollgestopft mit nützlichen Daten für den Excise Officer (Steuerbeamten): Gauge-Punkte, Tabellen und Faktoren zur Berechnung von Steuern (Abb. 12).

Zungen-Rückseiten

Abb.12

Auf den Rückseiten der Zungen stehen dem *Excise Officer* viele Informationen zur Verfügung, die er für seine täglichen Arbeiten brauchte. Sie sind allerdings nur für Insider verständlich. Hier nur eine kurze Übersicht:

Zunge 1: Gauge – Punkte

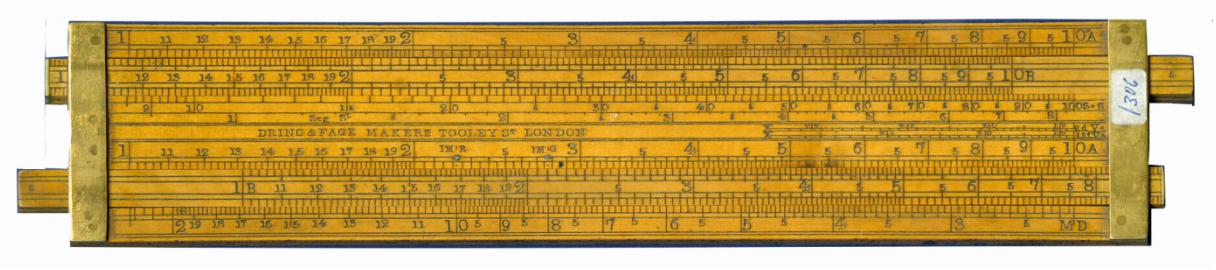
Zunge 2: Divisoren geben an, um wie viel ein Kubik-Zoll geteilt werden muss, um Gallonen, Bushels, Pounds usw. zu bekommen. Beispiele für Abkürzungen: MT (Mash Tuns), GSt (Green Starch), HS hot (Hard Soap hot), GSS (Green Soft Soap), PG (Plate Glass), GB (Glass Bottles)

Zunge 3: Steuer – Relationen Beispiele: X = strong beer; VI = small beer; C = cider; VIN = vinigar. X to VI 6 heißt, Steuer auf „strong beer“ ist 6 x höher als auf „small beer“.

Zunge 4: Mittlere Durchmesser für „Spheroid“ und „2nd Variety“

Beispiel: Head-Ø 20”; Bung-Ø 25”; Differenz 5”; für 2nd variety liest man 3,16 ab, d.h.mittlerer Ø = 20 + 3,16 = 23,16”

Mitte des 19. Jahrhunderts wurden die „Excise Officer’s Slide Rules“ mit fast quadratischem Querschnitt teilweise durch Duplex- (Zweiseiten-) Stäbe mit zwei Zungen verdrängt (Abb. 13a, b). Auch diese gab es in Buchsbaum und Elfenbein mit Messing-Verbindungslaschen. Einen Läufer aber kannten auch diese Stäbe noch nicht. Viele Rechenstäbe dieser Ausführung haben auf einer Seite die Skalen zur Berechnung des Fassvolumens und des –inhaltes. Auf der anderen Seite, und das ist neu, findet man Skalen, mit deren Hilfe man die Wassermenge bestimmen kann, wenn eine andere Alkoholstärke gewünscht ist. Sie werden im Kapitel für die Berechnung der Alkoholstärke näher behandelt.



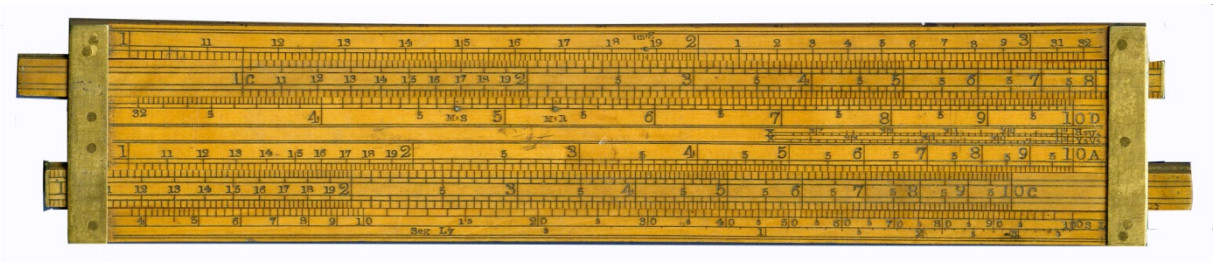


Abb.13a, b

Fast alle Stäbe sind aus Buchsbaum gefertigt, nur ganz Wenige konnten sich das teure Elfenbein leisten. Die mit Abstand am meisten heute noch erhältlichen Exemplare sind 12 englische Zoll (30,48 cm) lang, es gab sie aber auch in Längen von 6, 9, 18 und 24 Zoll. Nur die wenigsten Rechenschieber sind vom Hersteller signiert und datiert. Es darf vermutet werden, dass die anderen illegale, billigere Kopien sind, die zudem oft ziemlich ungenau sind.

Excise Slide Rules mit vier Zungen werden heute noch häufig angeboten, viel seltener und damit teurer sind die mit drei und vor allem die ganz alten mit zwei Zungen. Natürlich sind Stäbe mit Signatur und besonders die aus Elfenbein bei Sammlern heiß begehrt.

Zwei weitere wichtige Instrumente, die auch auf dem Foto (Abb. 3) zu sehen sind, sollen nicht unerwähnt bleiben. Der **Head Rod** (Abb. 14a, b) mit einer Länge von 44 englischen Zoll (1118 mm) diente zum Messen der Kopfdurchmesser von Fässern und zum Berechnen des Inhaltes teilweise gefüllter Fässer. Mit dem 48 Zoll langen **Bung Rod** wurden der Fassinnendurchmesser und der ungefähre Inhalt gemessen. Er wird etwas später behandelt.

Der **Head Rod** erlaubte dem *Excise Officer:*

- Messen der Kopf-Ø von Fässern in dezimal geteilten Zoll bis 76 Zoll (1930,4 mm)
- Ermittlung des mittleren Durchmessers von Fässern der *1st Variety* wie von *Everard* beschrieben
- Volumenbestimmung des Fasses
- Inhalt teilweise gefüllter Fässer mit Skalen C und SEG L^Y der Rückseite
- Multiplikation, Division, Prozentrechnung (Skalen A und B)

Abb.14a, b; linke & rechte Enden des Head Rod

Beispiel Volumenberechnung nach dem *IMPERIAL STANDARD*

Vom Fass mit einem mittleren Durchmesser von 24,4 Zoll und einer Länge von 32 Zoll soll das Volumen bestimmt werden. Abb.15 zeigt, dass das schwarze Dreieck gegen die Länge gestellt wird. Beim mittleren Durchmesser wird das Volumen mit 53,9 IMP GALL (Gallonen) abgelesen. Die schwarze Markierung bei 18,79 bedeutet, dass bei diesem Durchmesser ein zylindrisches Fass einen Querschnitt von 277,274 Quadratzoll hat. Jeder Zoll Höhe / Länge bedeutet damit 1 IMP GALL.

Abb.15

Mit dem ***Bung Rod*** (Spundstab) (Abb. 16 zeigt eine zusammensteckbare Variante) werden Spund-Ø und die ungefähre Füllhöhe teilweise gefüllter Fässer bis max. 48 Zoll (1219,2 mm) gemessen. Bei kleinen Weinfässern können Volumen und Füllung mit der *Diagonal Line* ausreichend genau direkt abgelesen werden.

Zugrunde liegendes Prinzip: die Volumina ähnlicher Körper ändern sich mit der dritten Potenz ihrer Abmessungen.

Abb.16

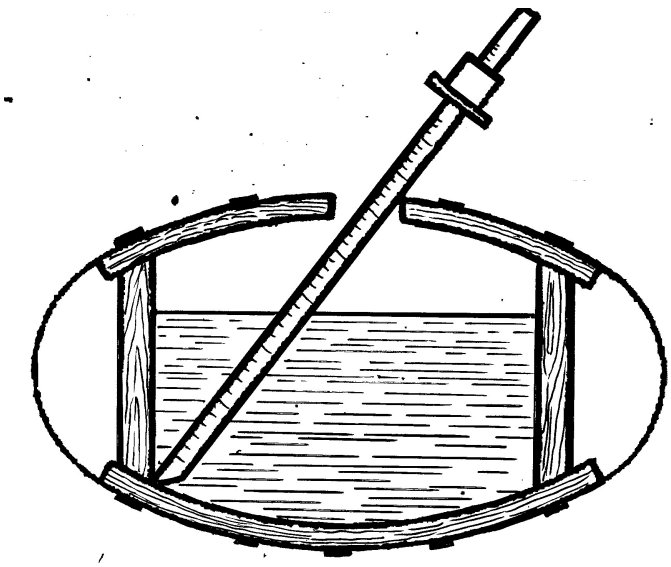


Abb.17

Beispiel (Abb. 17):

Ein Fass mit der Diagonale 16,4 Zoll hat ein Volumen von 10, ein Fass mit 32,8 Zoll ein solches von 80 Gallonen (abzulesen auf den Skalen zweier benachbarten Stabseiten).

Bei zylindrischen Fässern wird die Skala IMPERIAL AREA benutzt. Man misst den Innen-Ø und liest auf der benachbarten Skala IMP. AREA das Volumen in Gallonen je 1 Zoll Länge (Höhe) ab.

Nicht unerwähnt dürfen **Dipping Rods** (Visierstäbe), bleiben, mit denen der Inhalt teilweise gefüllter, genormter Fässer direkt gemessen werden konnte. Es gab sie sowohl zusammenschraubbar (Spile Rods, Abbildung 18a, b) als auch -klappbar in Lederetuis. Sie wurden für „genormte“ englische Standard-fässer verwendet. Ein Satz *Spile Rods* besteht aus sechs je 10 Zoll langen, zusammenschraubbaren, nur 5,8 mm dünnen Rundstäben, die in einem Leder-Etui aufbewahrt werden.

Für die 6 häufigsten Fassgrößen kann der Inhalt direkt abgelesen werden, und zwar jeweils für stehende und liegende Fässer.

Vom Stabende mit der Messingkappe werden die 3 größeren Fässer gemessen, vom hölzernen Stabende die 3 kleineren, und zwar jeweils für stehende (S^T) und liegende (L^Y) Fässer:

PIN	4½ Gall)	BARREL	(36 Gall)
Firkin	(9 Gall)	Hogshead	(54 Gall)
Kilderkin	(18 Gall)	Funcheon	(72 Gall)

Abb.18a, b

Eine Besonderheit der Visierstäbe sind ***Branan's Rules***. Es sind Visierstäbe, die etwa in der Mitte geteilt wurden, aber zusammengesteckt werden können und dann ebenfalls 48 Zoll lang sind. Die Messingspitze an einem Ende wird in eine untere Ecke eines Fasses geführt. Jede Stabhälfte kann auf die halbe Länge zusammengeklappt werden. Abbildungen 19 und 20 zeigen beide Seiten, Abbildung 21 einen Teil der Innenseiten. Auf der vierten Seite gibt es einen dezimal geteilten Zollmaßstab und die Skala „ALE AREA".

Abb.19

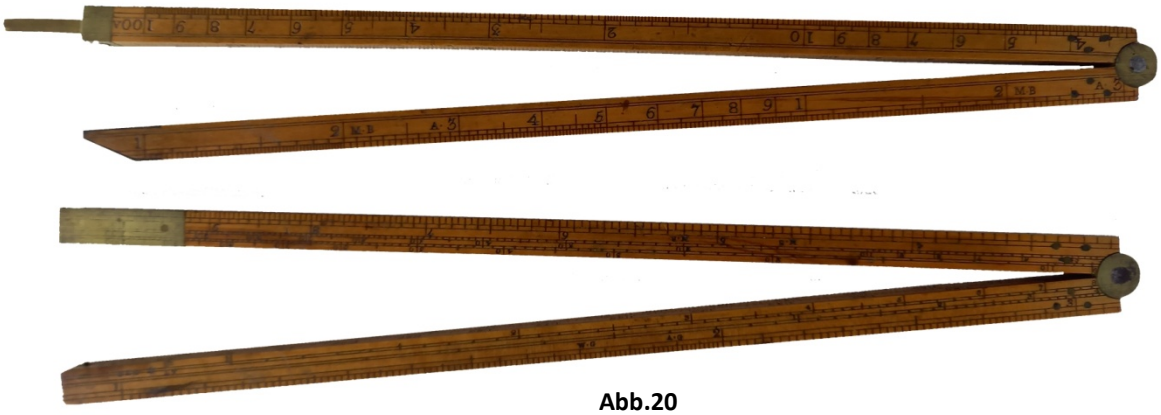


Abb.20

Abb.21

Ergänzend zu den Visierstäben hat Branan verschiedene logarithmische Skalen angebracht, so dass mit den gemessenen Werten direkt vor Ort die Rechnungen durchgeführt werden konnten.

Branan's Rules wurden erstmals in der ersten Hälfte des18. Jahrhunderts beschrieben. Sie sind aus Buchsbaum mit Messingbeschlägen gefertigt. Das hier gezeigte Instrument hat Gauge-Punkte nach dem *Winchester*- Standard, wurde also vor 1824 hergestellt. *Branan's Rule* hat zwei Funktionen, die elegant in einem Instrument vereinigt sind: Messen und Berechnen der Messergebnisse. Zu diesem Zweck ist der Zoll-Maßstab dezimal geteilt.

Die Skalen auf Branan's Rule:

- Seite 1 (Außenkante): 48 Zoll-Maßstab, dezimal geteilt
  ALE AREA: Anzahl Gallonen je Zoll Höhe eines Zylinders mit bekanntem Durchmesser
- Seite 2 (Innenkante): Skala für Gallons. Für Fässer üblicher Form kann der Inhalt direkt abgelesen werden, da das Volumen der 3. Potenz der Maße proportional ist. Es gibt Skalen für WINE und BEER, da im alten Winchester-System die Gallonen verschiedene Inhalte hatten.
- Seite 3, untere Stabhälfte: Logarithmische Skala mit 2 Dekaden, markiert „C“ (Quadratskala)
- Seite 3, obere Stabhälfte, unten: Logarithmische Skala mit einer Dekade.
  oben: Korrekturwerte für teilweise gefüllte Fässer, und zwar für liegende (SEG LY) und stehende (SEG ST) Fässer. Diese Skalen sind mit der doppelt logarithmischen Skala der unteren Stabhälfte zu verwenden.
- Seite 4, untere Stabhälfte: : Logarithmische Skala mit 3 Dekaden, markiert “A“ (Kubikskala)
- Seite 4, obere Stabhälfte: Logarithmische Skala mit 3 Dekaden, wobei das 3. Drittel eine reziproke „MD“- Skala hat, die zudem um den Faktor 2150 versetzt ist. „MD“ steht für Malt Depth.

Beispiel Multiplikation: Abbildung 22 zeigt die Multiplikation mit „2“.

Abb.22

Beispiel: Gesucht wird der Inhalt eines rechteckigen Behälters mit den Maßen 30“ x 40“ und einer Tiefe von 8“ in Winchester Bushel (vergleichbar mit Scheffel). Ein Winchester Bushel enthält 2150 Kubikzoll. Abbildung 23 zeigt den Rechengang mit nur **einer** Einstellung und dem Ergebnis 4,465 Bushel.

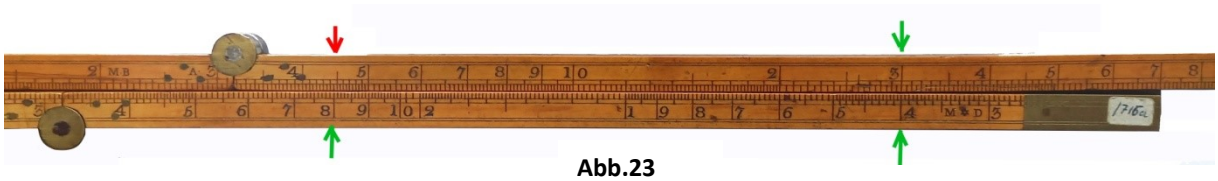


Abb.23

Wie wird der Alkoholgehalt gemessen?

Wir kennen die Angabe des Alkoholgehaltes in Vol. **%.** Erreicht wird der gewünschte Gehalt durch Mischen höher prozentigen Alkohols mit Wasser. Mischt man z.B. 1 Liter 96%igen Alkohols (höchster durch vielfaches Destillieren erreichbarer Gehalt) mit 2 Liter Wasser, erhält man eine Spirituose mit 32 Vol. %. Allerdings ist das neue Volumen nicht 3 Liter sondern wegen der Volumenkontraktion einige Prozent weniger.

In England erfolgt seit Mitte der 1970er Jahre die Angabe ebenfalls in Volumen-Prozent. Vorher wurde der Alkoholgehalt ausschließlich in *Proof* angegeben. Ab 1817 waren 100 Grad *Proof* als 12/13 des Gewichtes von destilliertem Wasser oder einer Dichte von 0,9231 bei 51°F definiert. Das entspricht einem Alkoholgehalt von 58,06 Vol. %. Absoluter Alkohol (100%) mit einer Dichte von 0,793811 hat dann 75,25 *Over Proof* oder 175,25 *Grad Proof*. War der Alkoholgehalt höher als *Proof*, wurde die Bezeichnung *Over Proof* (kurz *O.P.*), darunter *Under Proof* (kurz *U.P.*) benutzt (Abbildung 24).

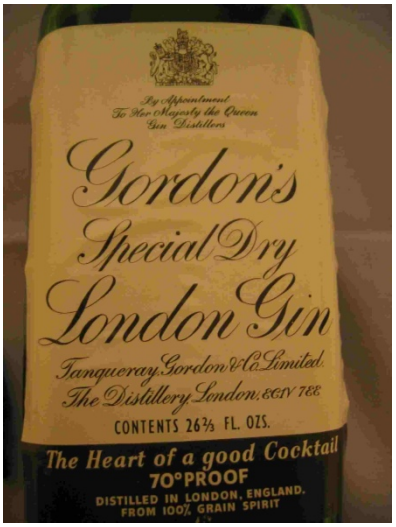


Abb.24

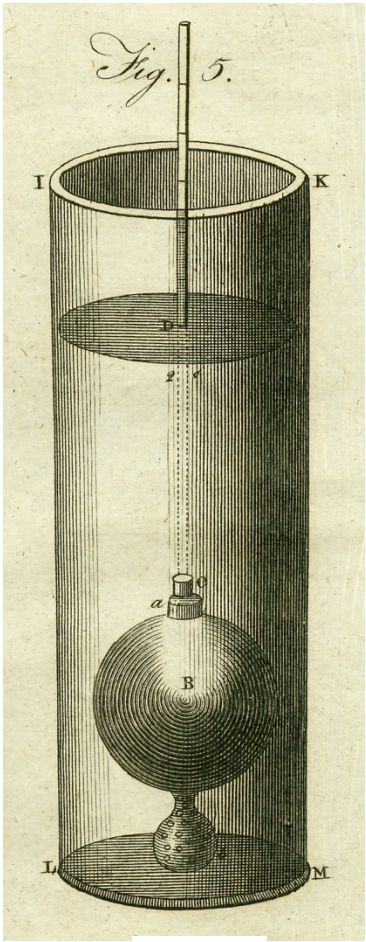


Abb.25

Gemessen wurde der Gehalt mit einem **„Hydrometer“,** einer Senkwaage, mit der die Dichte und damit der Alkoholgehalt bestimmt wurden (Abbildung 25).

Das erste Hydrometer wurde um 1725 von *John Clarke* beschrieben, aber erst 1761 von der englischen Steuerbehörde als geeignetes Messinstrument anerkannt. Es enthielt ursprünglich 54 kleine anzuhängende Gewichte, es gab aber auch solche mit mehr und weniger. Der schottische Dichter *Robert Burns*, der seinen Lebensunterhalt als Excise Officer verdiente, benutzte ein *Clarke* Hydrometer (Abbildung 26 zeigt oben ein weiteres Hydrometer für Bierbrauer). John Dicas aus Liverpool bekam 1780 ein Patent auf ein etwas anderes Hydrometer mit insgesamt 36 Gewichten und einem Rechenschieber aus Elfenbein. (Abbildung 27).

Anfang des 18. Jahrhunderts wurde ein Wettbewerb für ein besseres und praktikableres Instrument ausgeschrieben. Der Sieger war Bartholomew Sikes, der ein Instrument aus vergoldetem Messing mit neun Gewichten vorgeschlagen hatte (Abb.28). Es wurde 1813 empfohlen, wurde 1817 offizielles Hydrometer und ersetzte die von Clarke und Dicas.

Abb.26

Abb.27

Sikes's Hydrometer (Abbildung 28) ist ein Präzisionsinstrument aus vergoldetem Messing mit einer hohlen Kugel, oben verbunden mit einem rechteckigen Stab, der eine Teilung von 0 bis 10 aufweist, wiederum in Fünftel unterteilt. Unten befindet sich eine schwere Kugel, die über einen runden Stab mit der Hohlkugel verbunden ist. Die neun geschlitzten Scheiben sind mit Gewichtsangaben von „10“ bis „90“ markiert. Eine davon wird zum Messen unterhalb der Hohlkugel eingehängt. Das kleine zehnte Gewicht dient zum Eichen. Zusammen mit der Skalierung wird an der Oberkante der Flüssigkeit ein Wert für die Dichte abgelesen. Bei reinem Wasser wird mit der eingehängten 90er Scheibe an der Skala der Wert 90 + 10 = 100 abgelesen, bei reinem Alkohol ohne Zusatzgewicht der Wert „0“. Wichtig ist auch die Temperatur. Sie muss zuvor mit dem beigefügtem Thermometer aus Elfenbein exakt gemessen werden.

Abb.28

Im hier gezeigten Beispiel wurde eine Temperatur von 75° Fahrenheit gemessen. Eingehängt ist das Gewicht „60“, an der Skala wird der Wert 9,4 abgelesen, zusammen also 69,4 (Abb. 29). Am mitgelieferten Rechenschieber findet man nun den Alkoholgehalt mit 23,9 *Under Proof* (Abb. 30). Den gleichen Wert erhält man auch aus ebenfalls mitgelieferten „Hydrometer Tables“ (Abb. 31). Welchen Einfluss die Temperatur hat, erkennt man, wenn bei gleichem Gewicht statt bei 75°F (23,9°C) bei einer Temperatur von 90°F (32,2°C) gemessen worden wäre. Der Alkoholgehalt wäre nun 30,5 *U.P.*

Abb.29

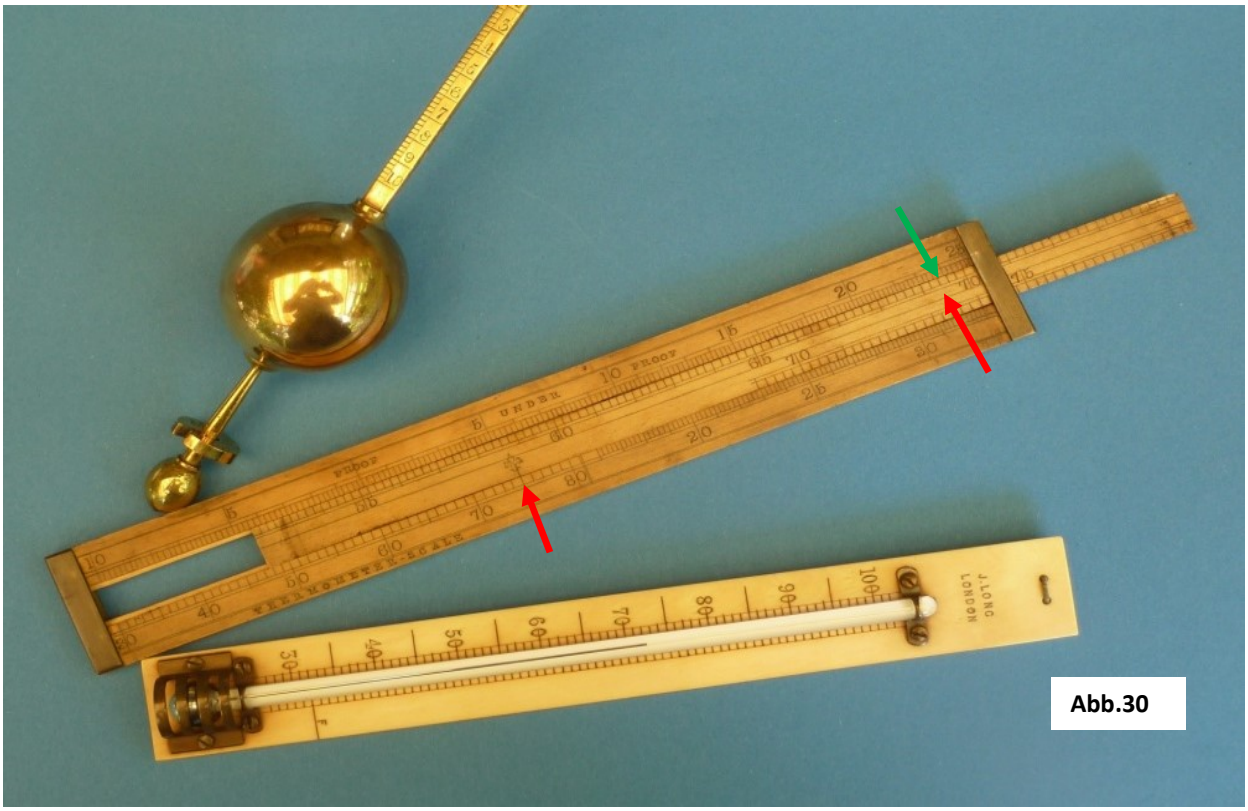
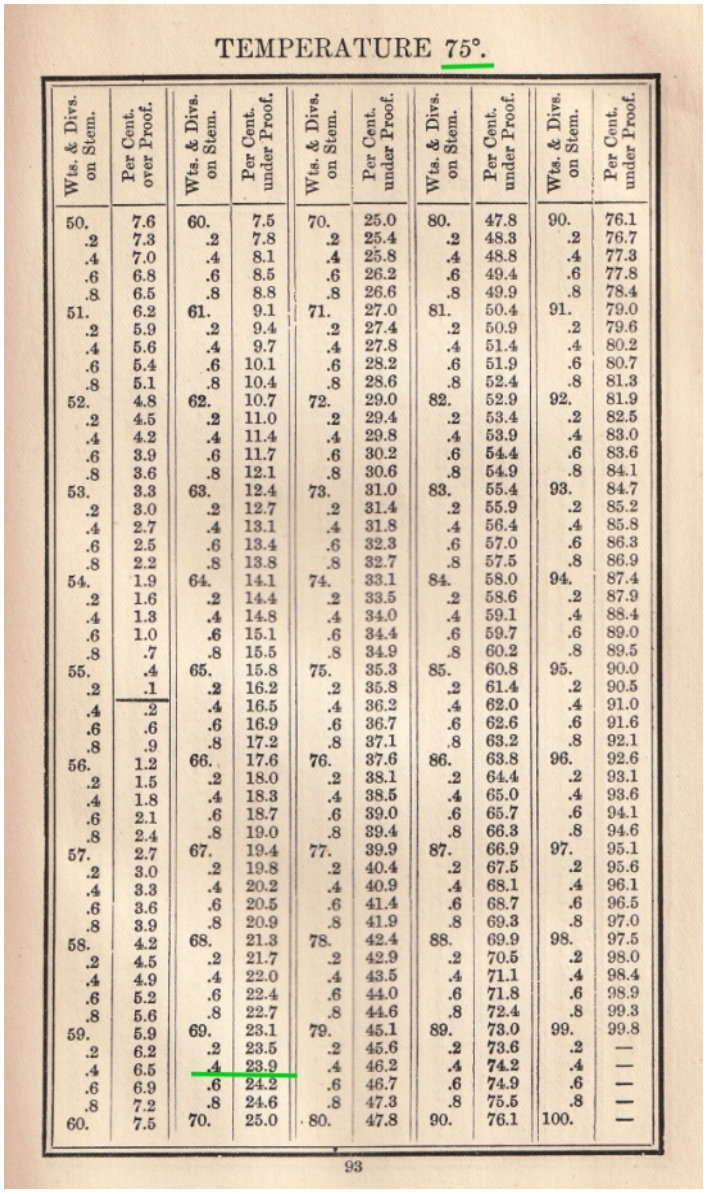


Abb.30



TEMPERATURE 75°.

Wts. & Divs. on Stem.	Per Cent. over Proof.	Wts. & Divs. on Stem.	Per Cent. under Proof.	Wts. & Divs. on Stem.	Per Cent. under Proof.	Wts. & Divs. on Stem.	Per Cent. under Proof.	Wts. & Divs. on Stem.	Per Cent. under Proof.
50.	7.6	60.	7.5	70.	25.0	80.	47.8	90.	76.1
.2	7.3	.2	7.8	.2	25.4	.2	48.3	.2	76.7
.4	7.0	.4	8.1	.4	25.8	.4	48.8	.4	77.3
.6	6.8	.6	8.5	.6	26.2	.6	49.4	.6	77.8
.8	6.5	.8	8.8	.8	26.6	.8	49.9	.8	78.4
51.	6.2	61.	9.1	71.	27.0	81.	50.4	91.	79.0
.2	5.9	.2	9.4	.2	27.4	.2	50.9	.2	79.6
.4	5.6	.4	9.7	.4	27.8	.4	51.4	.4	80.2
.6	5.4	.6	10.1	.6	28.2	.6	51.9	.6	80.7
.8	5.1	.8	10.4	.8	28.6	.8	52.4	.8	81.3
52.	4.8	62.	10.7	72.	29.0	82.	52.9	92.	81.9
.2	4.5	.2	11.0	.2	29.4	.2	53.4	.2	82.5
.4	4.2	.4	11.4	.4	29.8	.4	53.9	.4	83.0
.6	3.9	.6	11.7	.6	30.2	.6	54.4	.6	83.6
.8	3.6	.8	12.1	.8	30.6	.8	54.9	.8	84.1
53.	3.3	63.	12.4	73.	31.0	83.	55.4	93.	84.7
.2	3.0	.2	12.7	.2	31.4	.2	55.9	.2	85.2
.4	2.7	.4	13.1	.4	31.8	.4	56.4	.4	85.8
.6	2.5	.6	13.4	.6	32.3	.6	57.0	.6	86.3
.8	2.2	.8	13.8	.8	32.7	.8	57.5	.8	86.9
54.	1.9	64.	14.1	74.	33.1	84.	58.0	94.	87.4
.2	1.6	.2	14.4	.2	33.5	.2	58.6	.2	87.9
.4	1.3	.4	14.8	.4	34.0	.4	59.1	.4	88.4
.6	1.0	.6	15.1	.6	34.4	.6	59.7	.6	89.0
.8	.7	.8	15.5	.8	34.9	.8	60.2	.8	89.5
55.	.4	65.	15.8	75.	35.3	85.	60.8	95.	90.0
.2	.1	.2	16.2	.2	35.8	.2	61.4	.2	90.5
.4	.2	.4	16.5	.4	36.2	.4	62.0	.4	91.0
.6	.6	.6	16.9	.6	36.7	.6	62.6	.6	91.6
.8	.9	.8	17.2	.8	37.1	.8	63.2	.8	92.1
56.	1.2	66.	17.6	76.	37.6	86.	63.8	96.	92.6
.2	1.5	.2	18.0	.2	38.1	.2	64.4	.2	93.1
.4	1.8	.4	18.3	.4	38.5	.4	65.0	.4	93.6
.6	2.1	.6	18.7	.6	39.0	.6	65.7	.6	94.1
.8	2.4	.8	19.0	.8	39.4	.8	66.3	.8	94.6
57.	2.7	67.	19.4	77.	39.9	87.	66.9	97.	95.1
.2	3.0	.2	19.8	.2	40.4	.2	67.5	.2	95.6
.4	3.3	.4	20.2	.4	40.9	.4	68.1	.4	96.1
.6	3.6	.6	20.5	.6	41.4	.6	68.7	.6	96.5
.8	3.9	.8	20.9	.8	41.9	.8	69.3	.8	97.0
58.	4.2	68.	21.3	78.	42.4	88.	69.9	98.	97.5
.2	4.5	.2	21.7	.2	42.9	.2	70.5	.2	98.0
.4	4.9	.4	22.0	.4	43.5	.4	71.1	.4	98.4
.6	5.2	.6	22.4	.6	44.0	.6	71.8	.6	98.9
.8	5.6	.8	22.7	.8	44.6	.8	72.4	.8	99.3
59.	5.9	69.	23.1	79.	45.1	89.	73.0	99.	99.8
.2	6.2	.2	23.5	.2	45.6	.2	73.6	.2	—
.4	6.5	.4	23.9	.4	46.2	.4	74.2	.4	—
.6	6.9	.6	24.2	.6	46.7	.6	74.9	.6	—
.8	7.2	.8	24.6	.8	47.3	.8	75.5	.8	—
60.	7.5	70.	25.0	80.	47.8	90.	76.1	100.	—

93

Abb.31

Hydrometer nach dem Prinzip von Sikes findet man noch relativ häufig, eine Tafel zur Bestimmung des Alkoholgehaltes gehörte dazu, fehlt aber heute meistens. Fast alle Hydrometer aber haben einen speziellen Rechenschieber, den „Proof Rule“, zur Bestimmung der Alkoholstärke in *Proof*, (Abb. 30). In einigen der stets in schönen Mahagoni-Kästen gelieferten Hydrometer befindet sich ein zweiter, „Comparative“ Rule genannter Rechenstab, mit dem das Mischen unterschiedlicher Alkoholstärken (*Reducing*) berechnet werden konnte sowie Vergleichspreise für Spirituosen zwischen 70 *O.P.* und 70 *U.P.* ermittelt werden konnten (Abbildung 28). Für die Bemessung der Steuer wurde stets *Proof*- Alkohol zugrunde gelegt, deshalb war das Umrechnen von anderen Alkoholstärken auf *Proof* eine wichtige Aufgabe. Sikes’s Hydrometer und das damit verbundene *Proof*- System waren bis 1980 in England in Gebrauch und wurden dann durch EU- Regelungen ersetzt. Spezielle Rechenschieber für den Spirituosenhandel wurden auch separat angeboten.

Beliebt waren ebenso Duplex –Rechenschieber, die auf der einen Seite, zusammen mit den Variety-Skalen auf einer der Kanten, die Berechnung von Fassinhalten erlaubten und auf der anderen Umrechnungen auf andere Alkoholstärken (Abbildungen 32a,b). Eine große Verbreitung fand FARMAR’S RULE, ein Standard Rechenschieber für den gesamten Wein- und Spirituosenhandel, der Anfang des 20. Jahrhunderts erstmals zusammen mit einer ausführlichen Anleitung verkauft wurde. Er wurde häufig verbessert, die Anleitung jeweils angepasst. Die frühen Exemplare waren aus Buchsbaum gefertigt, spätere aus Holz mit aufgeleimtem Zelluloid (Abbildungen 33a-d und 34a,b).

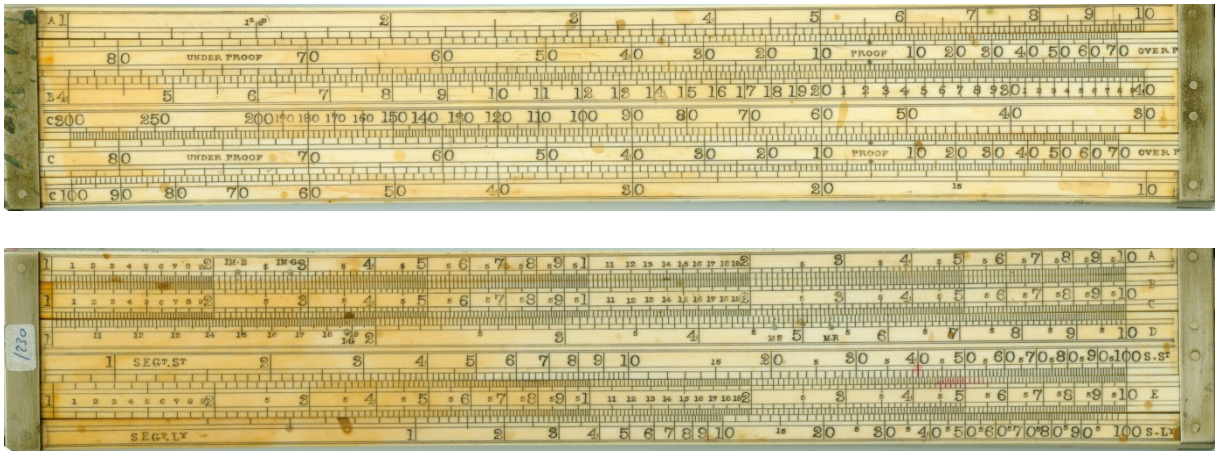


Abb.32a,b

Abb.33a- d

Eine der wichtigsten Aufgaben, die mit diesem Rechenschieber einfach zu lösen waren, ist das „Reducing“ auf der ersten Seite. Damit ist die Reduzierung des Alkoholgehaltes durch Beimischen von Wasser oder Alkohol niedrigerer Konzentration gemeint. Ein Beispiel:

20 Gallonen Alkohol mit 8 O.P. sollen auf 20 U.P. reduziert werden. Wie viel Wasser müssen zugegegeben werden, und welche neue Menge erhält man?

Das Verfahren wird in den Abbildungen 34a,b gezeigt.

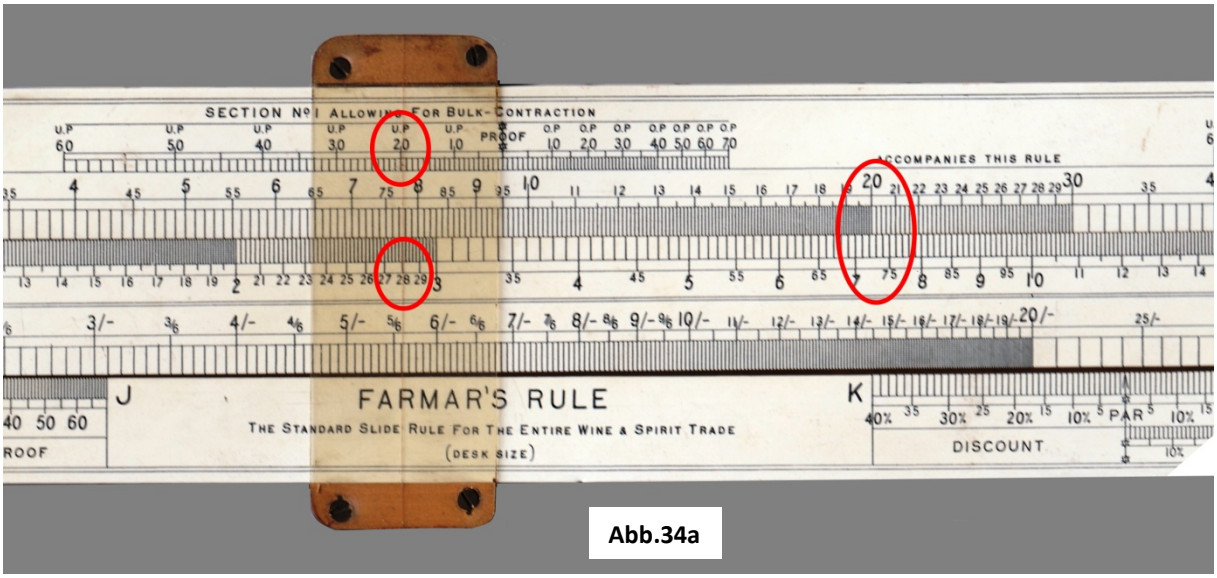


Abb.34a

Zunächst wird die Differenz beider Stärken gebildet, also 20 UP + 8 OP = 28. In „Section 1“ wird nun die 28 auf H unter die 20 auf G gestellt. Unter der ursprünglichen Menge von 20 Gallonen findet man auf H die benötigte Wassermenge mit 7,25 Gallonen. Im zweiten Schritt wird die neue Gesamtmenge ermittelt, die durch die Volumenkontraktion geringer ist als die Summe der beiden Komponenten. Berechnet wird die korrigierte Zusatzmenge (Abbildung 34b) im Feld „Section 2“. Statt um 7,25 Gallonen wird das neue Gesamtvolumen nur um 7,05 Gallonen auf 27,0 zunehmen, d.h. die Volumenkontraktion beträgt knapp 1%. Auf älteren Rechenschiebern (Abbildungen 33a-d) findet man auf den Kanten Skalen, die die Volumen-kontraktion in Abhängigkeit von der Alkoholstärke der beiden Komponenten angeben. Für eine Differenz von 28 liest man hier allerdings 1,5 % Kontraktion ab. Die Skalen reichen von einer Differenz von 10 bis 100, für den letzten Wert liest man eine Volumenkontraktion von 10,5 % ab.

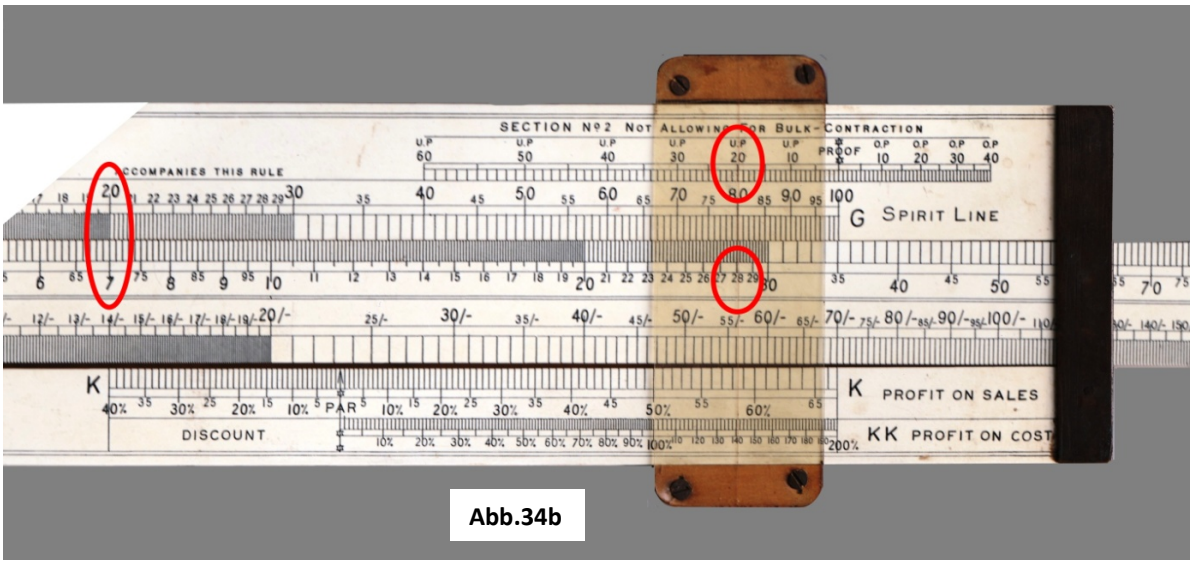


Abb.34b

Zum Aufgabenbereich „Reducing“ gehören auch solche wie zum Beispiel: *Die Menge in einem Fass soll bleiben, die Konzentration soll jedoch verringert werden*. Gefragt wird nach der Menge, die zu entnehmen ist und wie viel Wasser hinzuzufügen ist. Auf den Normalskalen A und B dagegen lassen sich Aufgaben wie das „Strength-Raising“ (Anheben der Alkoholstärke durch Zufuhr von höhergradigem Alkohol), „Blending“ (Mischen, um einen gewünschten Preis zu erzielen) und viele andere lösen. Auch Fragen nach Discount oder Profit werden auf dieser Seite mit den Skalen K und KK behandelt. Für das „Valuing“ (Preisumrechnung auf andere Alkoholstärke) werden die Skalen I und J benutzt.

Die Seite „GAUGING & STOCKTAKING“ wird für allgemeine Rechnungen und für das Berechnen von Fassvolumina und –inhalten teilweise gefüllter Fässer verwendet. Bemerkenswert ist, dass auch ovale Fässer berücksichtigt werden, allerdings wird in allen Fällen nicht berücksichtigt, wie bauchig die Fässer sind. In der Anleitung nimmt das Kapitel „Stocktaking“ (Inventur) einen breiten Raum ein, nicht verwunderlich, wenn man die damaligen nichtdezimalen Maße und das englische Geldsystem bedenkt.

Wie genau man es bei der Inventur und der Berechnung der Steuer nehmen musste, zeigt das Beispiel von angebrochenen Flaschen. Mit Hilfe der auf den Kanten älterer Farmar’s Rules angebrachten Altimeter-Skalen ließen sich für die gebräuchlichsten Flaschen die Inhalte in Anzahl Gläser aus der Gebrauchsanleitung entnehmen. Das Verfahren zeigen die Seiten 46 & 47 (Abbildung 35). Alternativ benutzte man dazu auch spezielle Schablonen (Abbildung 36)).

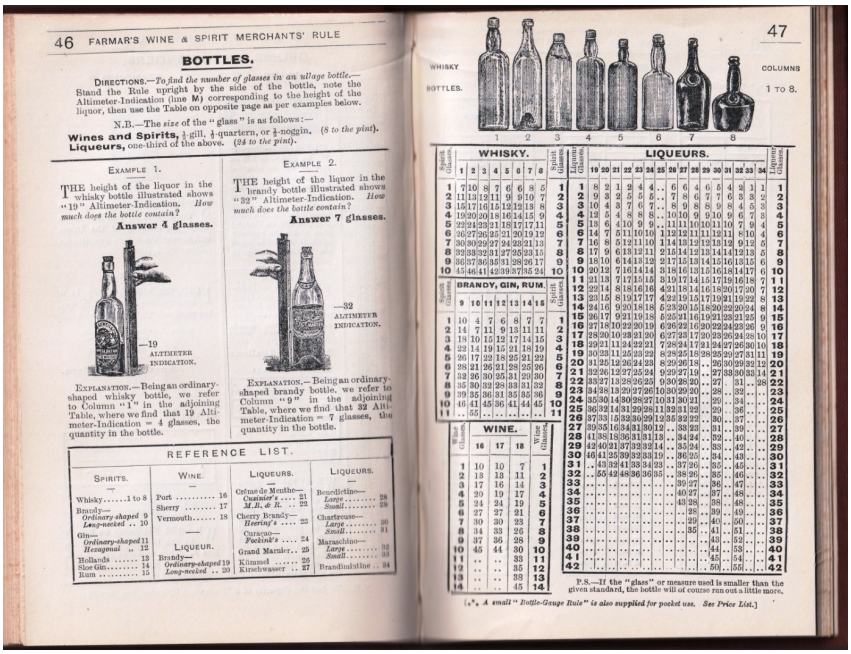


Abb.35

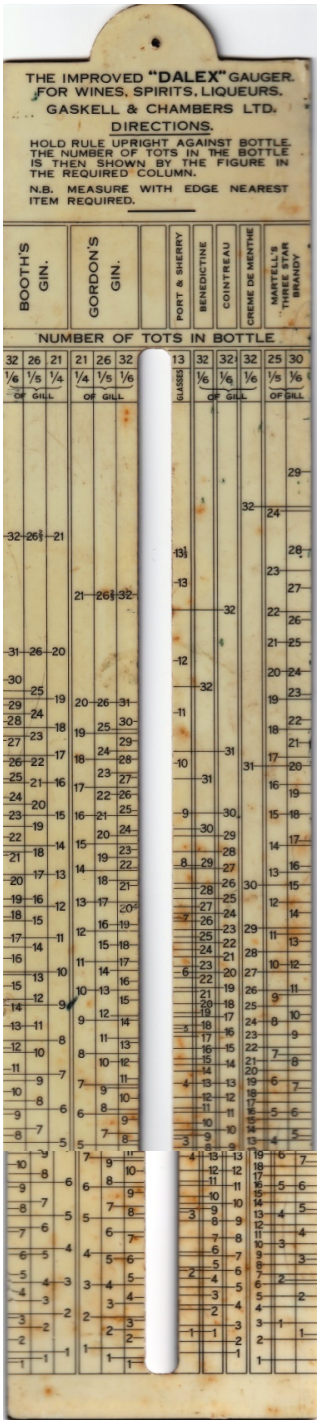


Abb.36