Ein logarithmischer Rechenstab

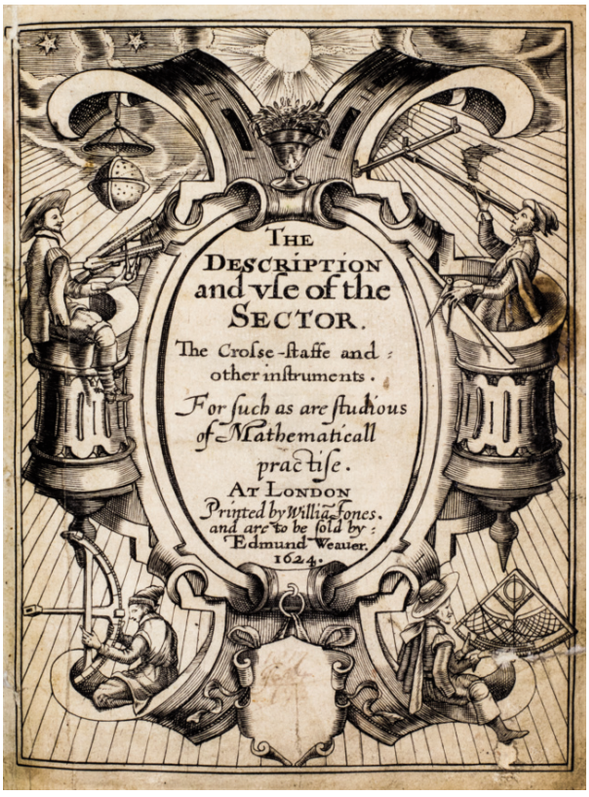
Die Gunter Scale

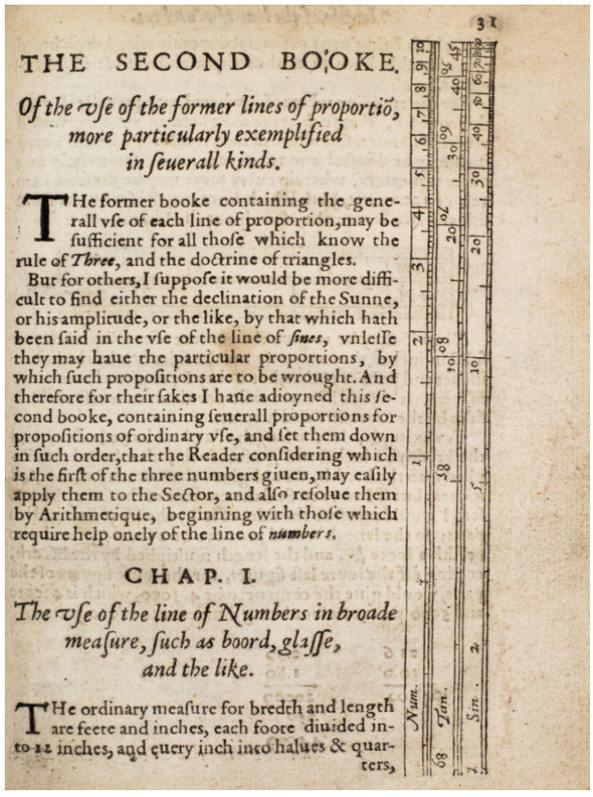
Der Rechenschieber ist ein analoges, logarithmisches Recheninstrument, das über mehr als drei Jahrhunderte Ingenieuren und Architekten, Naturwissenschaftlern, Bankern und Steuerbeamten, Seeleuten, Landvermessern und Piloten, Forstleuten und Bierbrauern und vielen anderen mehr das tägliche Rechnen ungemein vereinfacht hat. Neben den universell verwendbaren Rechenschiebern wurden schon von Beginn an spezielle Rechenschieber für fast alle Berufe und Anwendungen in großer Vielfalt entwickelt. Bis in die 1970er Jahre wurden kein Haus, keine Wasserleitung, kein Auto, keine Raffinerie und keine Brücke ohne den Rechenschieber geplant. Selbst auf ihrer Reise zum Mond haben Astronauten auf den Rechenschieber vertraut.

Bevor es aber den ersten Rechenschieber gab, mussten zunächst die Logarithmen entdeckt werden. Über deren Geschichte berichten wir in dem Text „Logarithmen“. Mit ihrer Hilfe wird Multiplikation zu Addition, Division zu Subtraktion.

Der englische Kirchenmann, Mathematiker- und Astronomieprofessor Edmund Gunter (1581–1626) kam 1623 als Erster auf die Idee, die Logarithmen der natürlichen Zahlen sowie von Sinus und Tangens aus einer gedruckten Tafel auf einen zwei Fuß langen Holzstab aufzutragen. Eine andere Quelle berichtet sogar von einem sechs Fuß langen „Gunter’s Ruler“ Wir kennen seine Idee nur aus seiner 1623 erschienenen Schrift, von der das Titelblatt und eine Seite mit der Zeichnung seines Stabes hier abgebildet sind.

Das Besondere der *Gunter’s Scale* war, dass nicht der Logarithmus selbst, also eine ziemlich unhandliche Zahl, dort abgebildet wurde. Stattdessen wurden die logarithmischen Zahlwerte in die graphische





Gunter, Edmund: *The description and use of the sector, the crosse-staffe and other instruments* (London, [1623]).
Titelkupfer (links) und Darstellung verschiedener Skalen des *Gunter’s Rule* (rechts). Die Markierungen der mit „Num.“ beschrifteten Skala repräsentieren die Logarithmen der natürlichen Zahlen von 1 bis 10. (ArithmeumLibrary 18.7-0417)

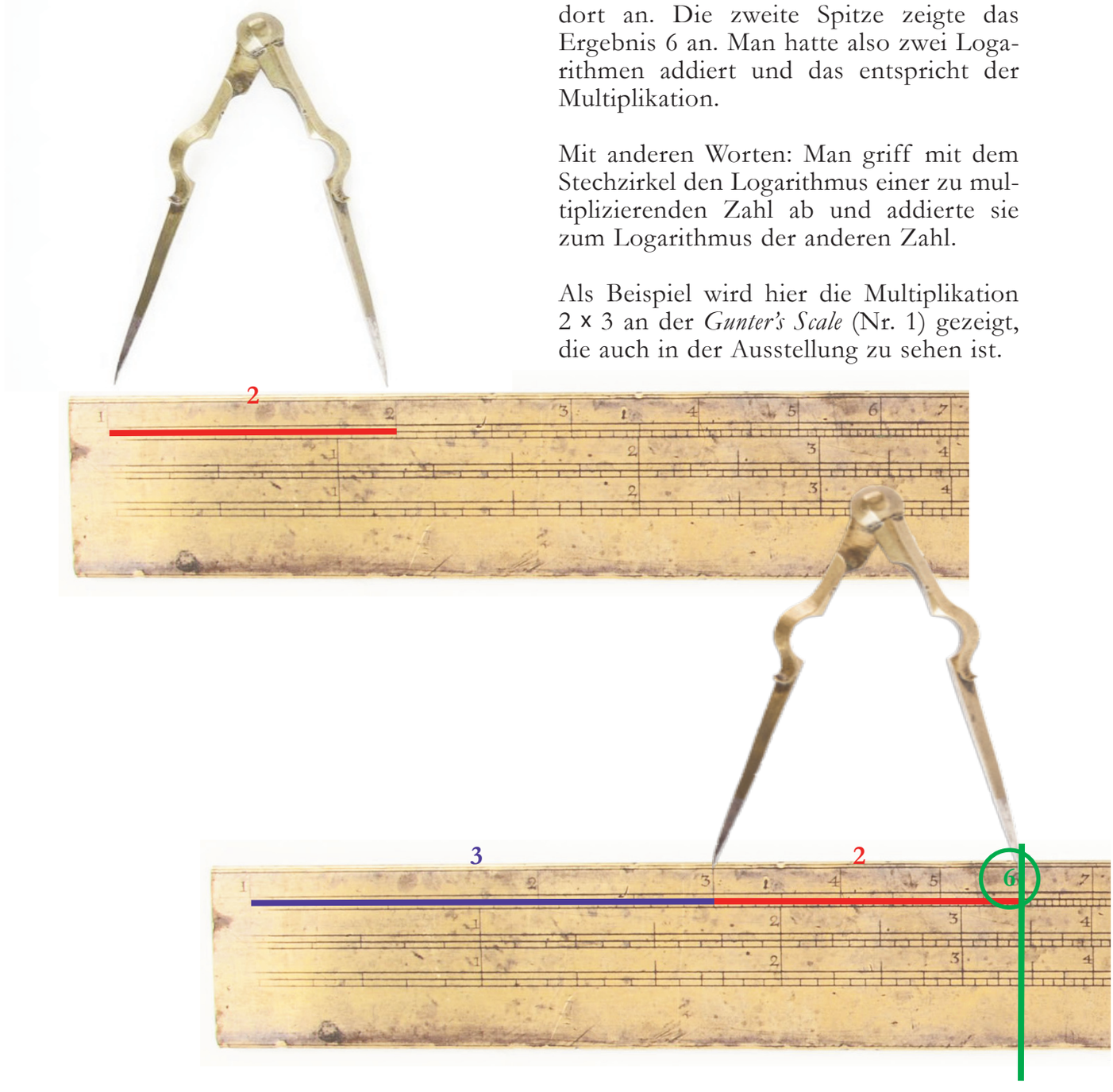
Rechenstab nach Edmond Gunter, Messing, Sammlung Arithmeum (Inventar Nummer FDM 10398).

Form einer Strecke umgesetzt. Vereinfacht gesagt, wurde beispielsweise der Logarithmus der Zahl 2 (≈ 0,30103) auf der Skala mit 0,30103 cm abgemessen und dieser Punkt mit 2 beschriftet.

Dieses Prinzip machte die Handhabung viel einfacher. Rechnete man zum Beispiel 2 x 3, wurde der Stechzirkel zunächst von Beginn der Skala bis zur 2 exakt geöffnet. Danach suchte man auf der Skala die 3 und setzte den unveränderten Stechzirkel dort an. Die zweite Spitze zeigte das Ergebnis 6 an. Man hatte also zwei Logarithmen addiert und das entspricht der Multiplikation.

Mit anderen Worten: Man griff mit dem Stechzirkel den Logarithmus einer zu multiplizierenden Zahl ab und addierte sie zum Logarithmus der anderen Zahl.

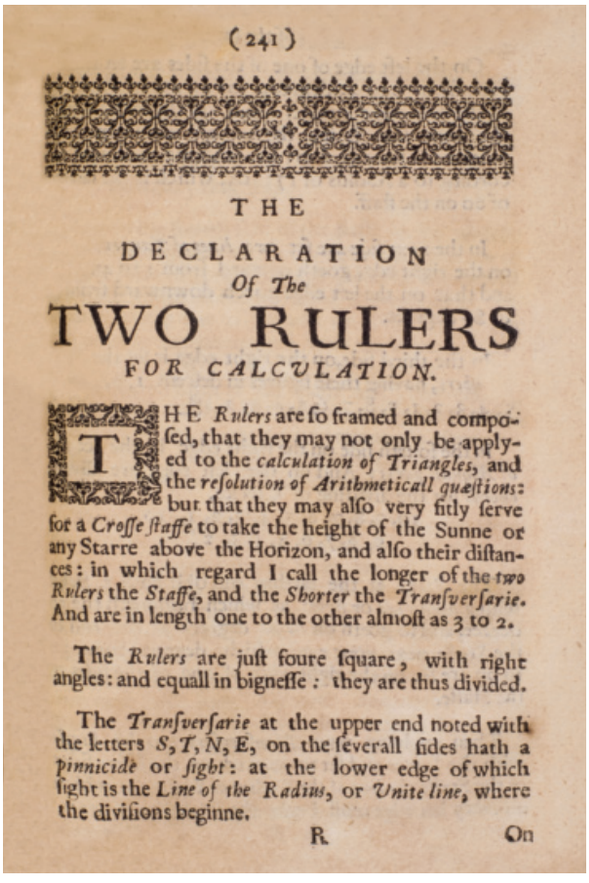
Als Beispiel wird hier die Multiplikation 2 x 3 an der *Gunter's Scale* (Nr. 1) gezeigt, die auch in der Ausstellung zu sehen ist.



Die Erfindung des Rechenschiebers

William Oughtred

Nur wenig später, im Jahre 1633, veröffentlichte William Oughtred (1574–1660) erstmals seine wohl schon einige Jahre zurückliegende Idee, zwei Stäbe mit logarithmischen Skalen gegeneinander zu verschieben, um so auf den Stechzirkel verzichten zu können. Bis heute gilt Oughtred damit als Erfinder der „Calculating Rods“, dem Vorläufer des modernen Rechenschiebers.



(241)

THE
DECLARATION
Of The
TWO RULERS
FOR CALCULATION.

THE *Rulers* are ſo framed and compoſed, that they may not only be applyed to the *calculation of Triangles*, and the *reſolution of Arithmeticall quæſtions*: but that they may alſo very fitly ſerve for a *Croſſe ſtaffe* to take the height of the Sunne or any Starre above the Horizon, and alſo their diſtances: in which regard I call the longer of the *two Rulers* the *Staffe*, and the *Shorter* the *Tranſverſarie*. And are in length one to the other almoſt as 3 to 2.

The *Rulers* are juſt foure ſquare, with right angles: and equall in bigneſſe: they are thus divided.

The *Tranſverſarie* at the upper end noted with the letters *S*, *T*, *N*, *E*, on the ſeverall ſides hath a *pinnicidè* or *ſight*: at the lower edge of which ſight is the *Line of the Radius*, or *Unite line*, where the diviſions beginne.

R On

Oughtred, William: *The circles of proportion and the horizontall instrument etc.* (Oxford, 1660). Beginn der „Declaration of the two rulers for calculation“ (S. 241). (ArithmeumLibrary 18.7-0526)

Treffend beschrieb Oughtred seine Erfindung als „Two Rulers for Calculation“. Es ist bekannt, dass von seinen Stäben eine größere Stückzahl u.a. für den Weinhandel gefertigt wurde, wo man damit die Abmessungen von Fässern und deren Füllmenge bestimmen konne. Leider hat kein einziges Exemplar überlebt. Oughtred hat ebenfalls kreisförmige Rechenscheiben mit logarithmischen Skalen anfertigen lassen, die man um einen gemeinsamen Mittelpunkt drehen konnte.

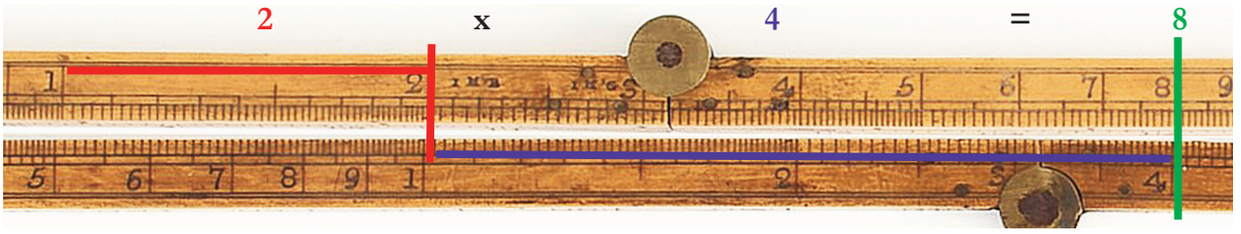
Oughtreds Innovation bestand also darin, logarithmische Skalen auf zwei nicht verbundene Holzlineale oder auf zwei Messingstäbe aufzutragen, und diese dann entsprechend der gewünschten Rechnung aneinander entlang gleiten zu lassen.

Das Prinzip wird auf der folgenden Seite anhand des sog. *Branan's Rule* veranschaulicht. Dabei handelt es sich um ein Paar von Mess- und Rechenstäben, das die Funktionsweise des von Oughtred beschriebenen Rechenschiebers aufgreift.

Benannt wurden diese Mess- und Rechenstäbe nach einem englischen Steuerbeamten namens Branan, der Oughtreds Idee im 18. Jahrhundert aufgriff und das Instrument auf dieser Grundlage (weiter-) entwickelte. Da man bei bestimmten Fässern mit nur einer Einstellung das Volumen mit ihner Hilfe ermitteln konnte, erfreuten sich *Branan's Rules* nachweislich großer Beliebtheit und wurden in erheblicher Stückzahl gefertigt.

Die Branan's Rule der Arithmeum Sammlung (FDM 10399) ist teilbar und kann entsprechend der Idee Oughtreds verwendet werden.f

Bei der ersten Beispielrechnung mit dem *Branan's Rule* handelt es sich um eine simple Multiplikation (2 x 4); dazu werden die logarithmischen Skalen auf den beiden Stäben so gegeneinander verschoben, dass sich die beiden Faktoren 2 und 4 treffen. Das Produkt (8) kann sogleich an der Markierung des zweiten Faktors einfach abgelesen werden. Das Ergebnis erhält man demnach durch die Addition zweier Strecken.



Noch stärker verdeutlicht das zweite Beispiel den praktischen Nutzen des *Branan's Rule*. So erlaubten die Rechenstäbe bei der Volumenmessung – ohne weitere Umrechnung – den Inhalt von rechteckigen Gefäßen für Malz in *bushel* (Scheffel) zu bestimmen, sofern die Länge (*L*), Breite (*B*) und Höhe (*H*) des Behälters bekannt waren (in inch).

Zu diesem Zweck wurde die logarithmische Skala des ersten Stabes solange entlang der reziproken Kubikskala – der sog. Malt-Depth-Skala (MD) – des zweiten Stabes verschoben, bis sich die Markierungen für die zuvor gemessene Länge und Breite trafen. Angrenzend an den Wert der gemessenen Höhe konnte man dann auf der logarithmischen Skala nun das Volumens ablesen.

Im gezeigten Beispiel wird das Volumen für die Werte *L* = 30, *B* = 40 und *H* = 8 (inch) gerechnet. Man muss das Ergebnis nur noch ablesen; es beträgt 4,465 *bushel*, was ungefähr 9.600 Kubikzoll entspricht.

Was die Funktionen und das Design des Rechenschiebers betriff, vollzogen sich auch die weiteren Entwicklungen bis in die 1840er Jahre vor allem in England.

In Deutschland war es insbesondere Michael Scheffelt (1652–1720) aus Ulm, der schon um 1700 – ohne Kenntnis der englischen Entwicklungsschritte – ähnliche Rechenhilfsmittel erfand und in seiner Werkstatt in großen Stückzahlen herstellte. Leider gerieten seine Erfindungen sehr bald in Vergessenheit. Von den vielen Instrumenten haben jedoch einige überlebt. Unsere Kenntnis über Scheffelts Erfindungen verdanken wir nicht zuletzt auch seinen Büchern, die er seit Ende des 17. Jahrhunderts drucken ließ, und die auch in der *Arithmeum-Library* eingesehen werden können.

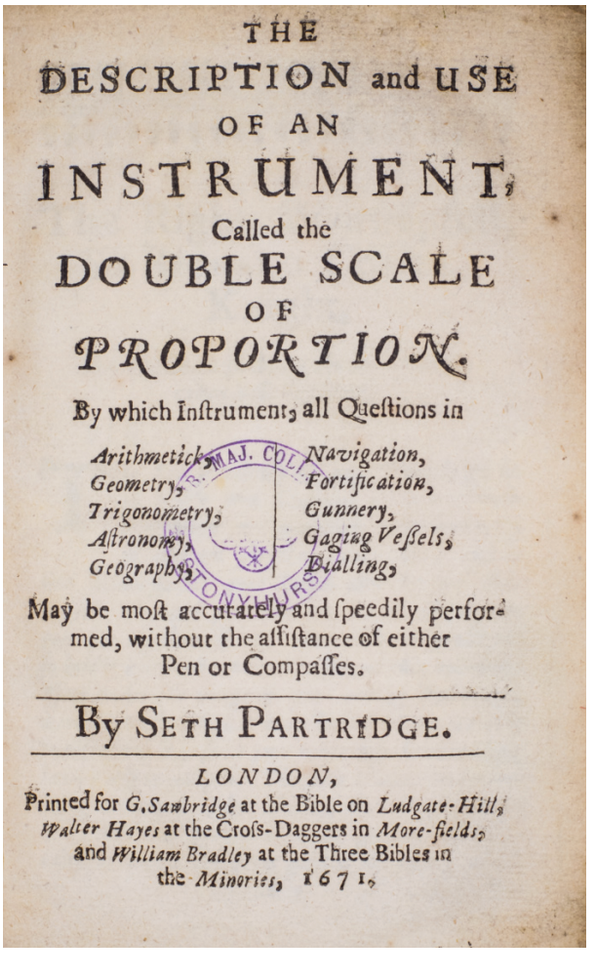
Scheffelt, Michael: *Pes mechanicus artificialis*, Ulm 1699.
Titelkupfer (ArithmeumLibrary 10.7-0374)

Urtyp des Duplex Rechenschiebers

Robert Bissaker und Seth Partridge als Urväter des modernen Rechenschiebers

Seit der Mitte des 17. Jahrhunderts wurden in England viele logarithmische Recheninstrumente entworfen und gefertigt, meist für besondere Anwendungen. Besonders erfolgreich und wichtig für die Entwicklung zum „modernen“ Rechenschieber waren in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts solche Instrumente, die zur Navigation und in der Landvermessung, im Steuerwesen sowie in Forstwirtschaft und im Holzhandel zum Einsatz kamen.

Der mit Blick auf seine Skalenvielfalt offenkundig vorrangig zu trigonometrischen und nautischen Berechnungen eingesetzte Rechenstab des englischen Instrumentenbauers Robert Bissaker (1620–1685) besaß einen quadratischen Querschnitt mit einer beweglichen, kreuzförmigen Zunge. Den Körper bildeten vier dünne Stäbe, auf die ebenfalls Skalen aufgetragen, und die durch zwei Messingbänder an den beiden Enden fixiert waren. Eine weitere Besonderheit war ein drittes, verschiebbares Messingband, das dem Instrument zusätzliche Stabilität verlieh. Es erinnert zudem an den Läufer von modernen Rechenschiebern, wobei diese Funktion im Falle von *Bissaker's Slide Rule* keinesfalls gesichert ist.



THE
DESCRIPTION and USE
OF AN
INSTRUMENT,
Called the
DOUBLE SCALE
OF
PROPORTION.

By which Inſtrument, all Queſtions in

Arithmetick, *Navigation,*
Geometry, *Fortification,*
Trigonometry, *Gunnery,*
Aſtronomy, *Gaging Veſſels,*
Geography, *Dialling,*

May be moſt accurately and ſpeedily performed, without the aſſiſtance of either Pen or Compaſſes.

By SETH PARTRIDGE.

LONDON,
Printed for *G. Sawbridge* at the Bible on *Ludgate-Hill,* *Walter Hayes* at the Croſs-Daggers in *More-fields,* and *William Bradley* at the Three Bibles in the *Minories,* 1671.

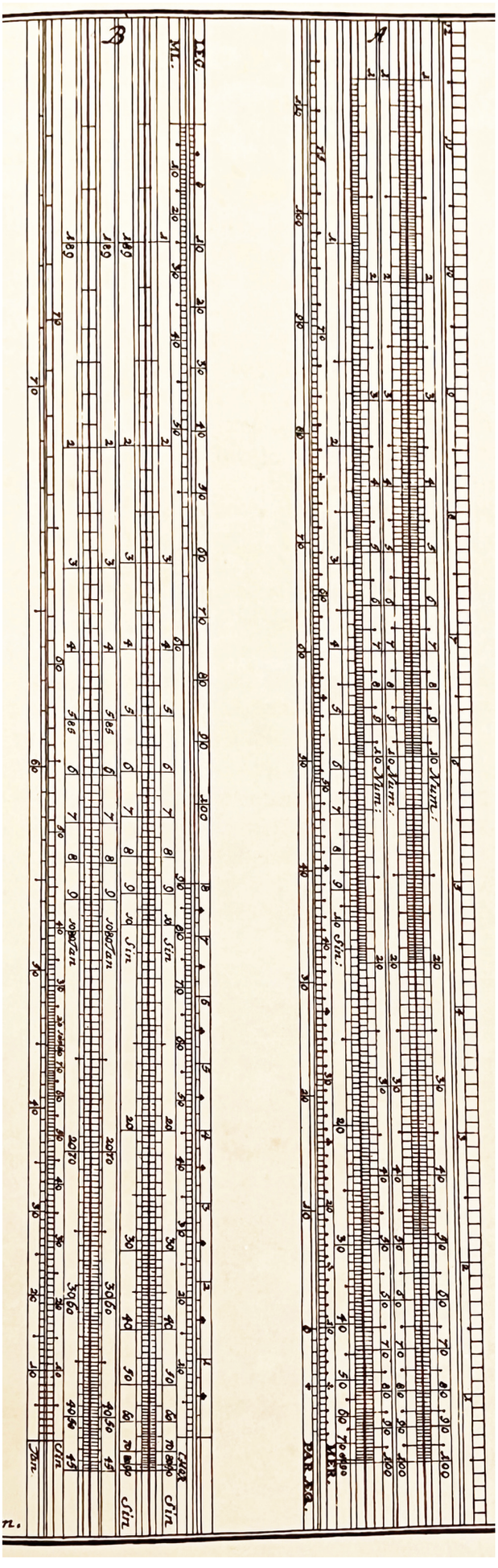
MAJ. COLL. TONYHURST

Partridge, Seth: *The description and use of an instrument called the double scale of proportion* (London, 1671). Titelblatt mit einer Aufzählung der potentiellen Anwendungsgebiete seines Rechenstabes. (ArithmeumLibrary 18.7-0536)

Mit Blick auf die Gestaltung der frühen Rechenschieber wurde zudem eine andere Modifikation wegweisend, die auf den Landvermesser und Mathematiklehrer Seth Partridge (1603–1686) zurückgeführt werden kann. 1661 veröffentlichte Partridge ein umfangreiches Werk, in dem er den Aufbau und den Gebrauch einer *Double Scale of Proportion* beschrieb. Dabei handelte es sich um einen sehr modern gestalteten, zweiseitigen Rechenstab, der zwar noch ohne Läufer auskam, dafür aber bis heute als der Urtyp des Duplex-Rechenstabes gilt.

Abgesehen von seiner Eigenschaft als erster doppelseitiger Rechenstab, ist hervorzuheben, dass Partridge offenbar großen Wert darauf legte, dass sein Instrument nicht nur bei normalen Rechenoperationen und in der Landvermessung eingesetzt werden konnte, sondern sich auch für trigonometrische, astronomische, nautische und architektonische Berechnungen eignete. Dank seiner kombinierbaren Sinus- und Tangensskalen erwies sich Partridges *Double Scale of Proportion* zu diesen und vielen weiteren Zwecken als überaus nützlich.

Als kompetente Bezugsquellen nennt Partridge die beiden Instrumentenhersteller Anthony Thompson und später Walter Hayes. Eine Zeichnung der Skalen und damit eine konkrete Vorlage zur Gestaltung des Rechenstabes fügte Partridge seiner Schrift allerdings nicht bei. Erst einige Jahrzehnte später lieferte der Instrumentenbauer und Ingenieur Jacob Leupold (1674–1727)



in seinem berühmten *Theatrum machinarum* (1727) eine Illustration der beiden Seiten eines „curieusen Rechen-Stabes“, den man heute eindeutig als Partridges Instrument identifizieren kann. Laut eigener Aussage hatte sich Leupold im Besitz eines ins Deutsche übersetzten Textes befunden, dessen Autor ihm aber unbekannt war. Heute wissen wir, dass es sich bei Leupolds Vorlage um eine Übersetzung von Partridges *Double Scale of Proportion* handelte.

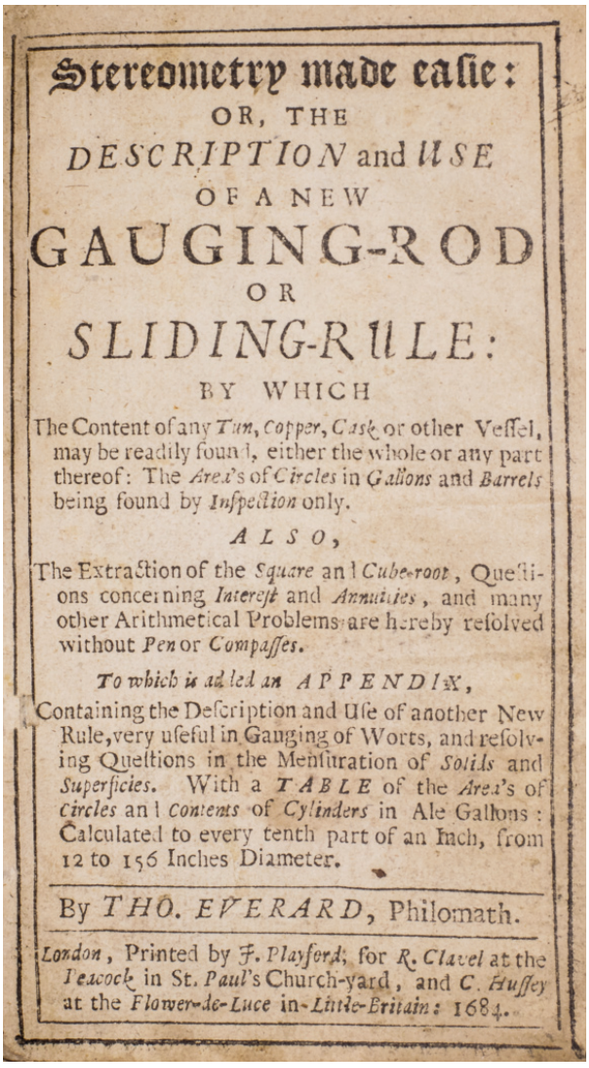
Wir zeigen in der Ausstellung die Vorder- und Rückseite von etwas später angefertigten Rechenschiebern nach dieser Konstruktionsart sowie das Werk von Jacob Leupold mit der entsprechenden Skizze.

Leupold, Jacob: *Theatrum arithmetico-geometricum, Das ist Schau-Platz der Rechen- und Meß-Kunst* (Leipzig, 1727). Tafel XII mit der Zeichnung des „curieusen Rechen-Stabes“ nach einer deutschen Übersetzung von Partridge's Werk. (ArithmeumLibrary 07.7-0161;
Aus dem Bestand der Universität- und Landesbibliothek Bonn, Sign. O [2°] 518/2 (Arith))

New Gauging-Rod or Sliding Rule

Der Spezialrechenschieber des Steuerbeamten Thomas Everard und seine Nachfolger

Sehr erfolgreich war der „NEW GAUGING-ROD OR SLIDING RULE“ des Steuerbeamten Thomas Everard, veröffentlicht erstmals 1684. Dieser Rechenstab (Nr. 4a/b) mit Zungen auf beiden Flachseiten und weiteren Skalen auf den Kanten und unter der Zunge war nicht nur eine enorme Hilfe für Tausende von Steuerbeamten sondern auch für die vielen Hersteller und Händler von Wein, Bier und Spirituosen. Bereits vor dem Jahr 1705 sollen davon mehr als 5000 Exemplare verkauft worden sein. Everard hatte seine Stäbe bei Isaac Carver herstellen lassen und ihn empfohlen.



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.

Everard, Thomas: *Stereometry made easie, or, the description and use of a new gauging-rod or sliding-rule* (London, 1684). Titelblatt. (ArithmeumLibrary 18.7-0390)

Sehr bald aber wurden diese Rechenstäbe, meist illegal, in großen Stückzahlen kopiert.

Mit Everards Stäben konnte normal multipliziert und dividiert werden, auch Quadrieren und Wurzelziehen war möglich. Für den Steuerbeamten, in England „Excise Officer“ genannt, neu und sehr vorteilhaft waren die „Gauge Points“. Das sind Markierungen, die das Rechnen mit dem alten englischen Maßsystem vereinfachten. Ebenso neu und wichtig für den Excise Officer waren neu entwikkelte Skalen, mit denen es möglich wurde, das Volumen von unterschiedlich geformten Fässern und den Inhalt von teilweise gefüllten Fässern zu bestimmen, wobei natürlich zwischen liegenden und stehenden Fässern zu unterscheiden war. Etwas später kam noch die MD-Skala (Malt Depth) hinzu, mit der das Volumen von in englischen Inch gemessenen rechteckigen Behältern für Malz in Bushel (Scheffel) mit nur einer Schiebereinstellung ermittelt werden konnte. Unterschiedlich geteilte Zollmaßstäbe und eine Skala auf der Zungenunterseite zur Inhaltsbestimmung kleiner zylindrischer Fässer waren zusätzliche Erleichterungen für den Gauger oder Excise Officer.

In den Folgejahren wurde Everards Rechenstab leicht abgewandelt oder ergänzt. Erst 1739 wurde eine dritte Zunge durch Charles Leadbetter (1681 – 1744) eingeführt, mit der es einfacher wurde, den Fassinhalt stehender und liegender Fässer zu ermitteln. Eine Fülle von Gauge Points und Steuerhinweisen auf den Zungenrückseiten erleichterten das Leben der Steuerbeamten zusätzlich. Neu war auch die Einführung geteilter Skalen, um die Rechengenauigkeit zu erhöhen.

Schließlich bekam dieser Excise Officer‘s Slide Rule kurz nach 1750 eine vierte Zunge, vermutlich durch Edward Roberts. Damit verbunden waren weitere Verbesserungen, aber keine gravierenden Neuerungen.

Rund 50 Jahre später wurde aus dem fast quadratischen Rechenschieber ein moderner

in flacher Form mit zwei Zungen und Skalen auf beiden Seiten. Die Skalen und damit die Anwendung blieben erhalten, die umfangreichen Tabellen aber wurden eliminiert.

Von allen vier Varianten des Excise Officer‘s Slide Rule sind hier jeweils zwei Exemplare ausgestellt.

Vierseiten-Rechenschieber: nach Everard: Er enthält mehrere logarithmische Skalen 1..10, eine Reversskala zum Dividieren und eine doppelt lange Skala zum Wurzelziehen. Außerdem experimentell ermittelte Prozentskalen, die den Steuerbeamten (Excise officers) zur Berechnung des Inhalts teilweise gefüllter Fässer dienten (Sammlung Arithmeum FDM 9990).

Rechenschieber für die Forstwirtschaft

Henry Coggeshalls „Two Foot Rule“ von 1677

Das dritte Erfolgsmodell des ausgehenden 17. Jahrhunderts sind die Rechenschieber für Forstleute und Holzhändler.

Henry Coggeshall (1623–1690) stellte 1677 seine „TWO FOOT RULE which slides to Foot“ vor. Er bot diesen Rechenschieber in drei Versionen an:

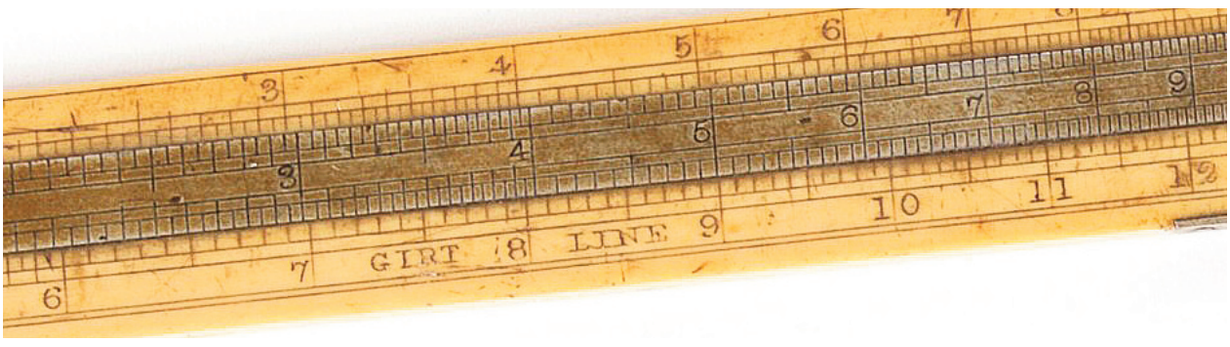
- Zwei logarithmisch geteilte Stäbe gleiten nebeneinander
- Etwas später als Rechenschieber mit Zunge, aber ohne Läufer (Nr. 8)
- 1692 als Klapp-Elle (Hinged Rule) (Nr. 9).

Besonders die Klapp-Elle, die von dem beliebten „Carpenter’s Rule“ (Zimmermanns-Maßstab) abgeleitet ist, wurde ein Erfolgsmodell, das sich über mehr als zwei Jahrhunderte behaupten konnte.

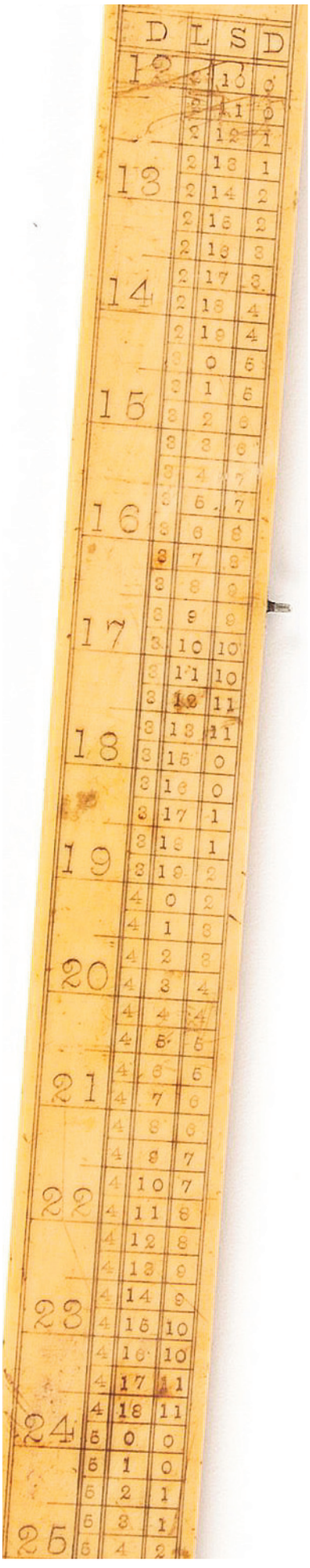
Der obere Schenkel ist als Rechenschieber ohne Läufer mit einer Zunge aus Buchsbaumholz oder Messing ausgebildet.

Der Rechenschieber hat vier Skalen; die auf dem oberen Körper und auf der Zunge sind quadratisch, die auf dem unteren Körper einfach logarithmisch.

Die mit „GIRT LINE“ bezeichnete Skala ist um „4“ versetzt, beginnt also bei „4“ und endet bei „40“. GIRT steht für Umfang eines Baumes in englischen Zoll, der durch eine Leine gemessen wird, dann aber durch zweifaches Teilen geviertelt wird. Mit diesem Wert, einer Gauge-Markierung und der gemessenen Länge eines Baumstammes in englischen Fuß konnte das Volumen mit nur einer Schiebereinstellung vor Ort rasch bestimmt werden.



Rechenschieber Coggeshall, FDM 10301, Sammlung Arithmeum, Vorderseite (oben, hier und nachfolgende Seite links).

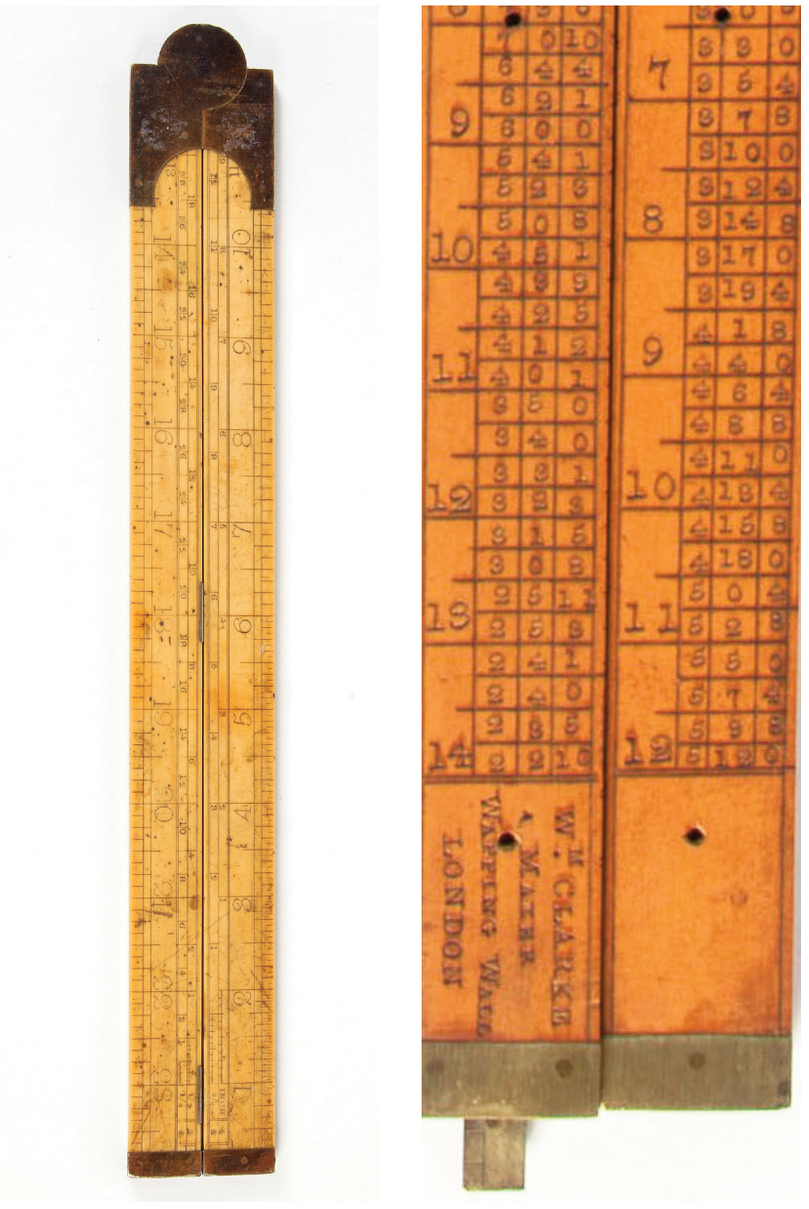


Auf der Vorderseite des unteren Schenkels sind meist Tabellen für Holzpreise aufgetragen. Darin bedeuten:

erste Spalte: *D = variabler Preis in Pence / cuft*

Spalten 2-3: *Preis je Load (50 cuft); in* *L = engl. Pfund*
S = Shilling
D = Pence

Die Rückseiten der „Hinged Rules“ haben unterschiedlich geteilte Maßstäbe, oft auch weitere, nicht-logarithmische Skalen.



Rechenschieber Coggeshall, FDM 10301 (links) und FDM 10294 (rechts), Sammlung Arithmeum, Rückseiten.

Coggeshall’s Rules wurden in den folgenden Jahrzehnten für eine Vielzahl von anderen Anwendungen abgewandelt. Ein Meilenstein in der Entwicklung der späteren Ingenieurstäbe wurde Routledge’s Engineer’s Slide Rule.

Die Vielfalt des Rechenschiebers

Die Entwicklung der Ingenieur-Rechenstäbe

Der Ingenieur Joshua Routledge (1775-1829) übernahm 1808/09 das Konzept von Coggeshall's Rule und tauschte lediglich die GIRT LINE (Bereich 4-40) gegen eine einfach logarithmische Skala von 1-10 aus.

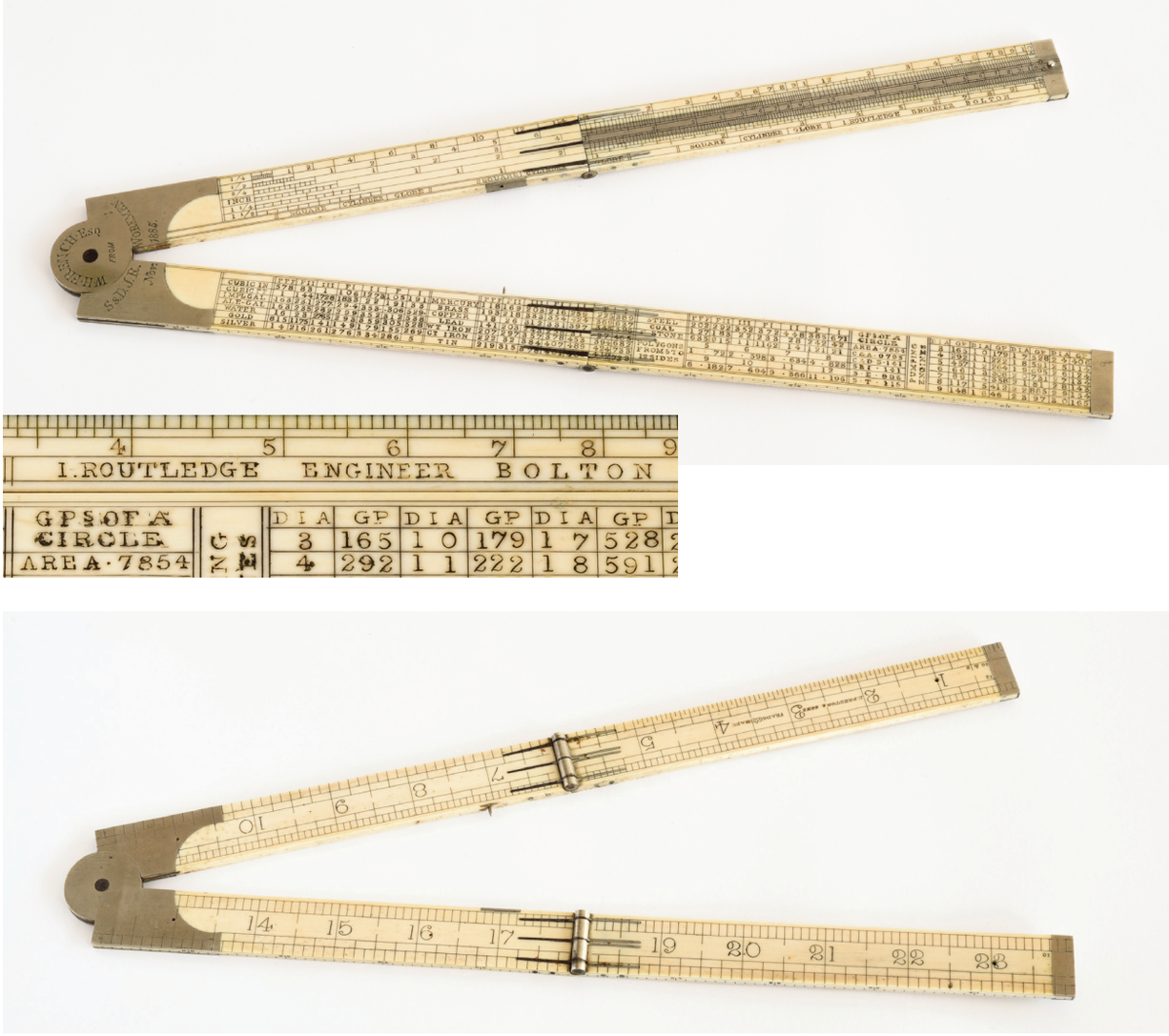
Die Skalen sind, wie schon bei Everard und allen folgenden Weiterentwicklungen, mit A bis D bezeichnet.

Den unteren Schenkel hat Routledge mit einer Fülle von äußerst klein geschriebenen Tabellen für den Ingenieur versehen. Auf der Rückseite gibt es verschieden geteilte Zoll-Maßstäbe.

Das gleiche Skalenbild finden wir auf den SOHO Sliding Rules, jetzt aber stabförmig. Benannt sind sie nach dem Standort der Werkstatt von Boulton & Watt in Soho nahe Birmingham.

Der junge James Watt (1736–1819) wollte den Meistern und Vorarbeitern einen genauer gefertigten Rechenschieber als die bekannten Excise Officer's Slide Rules an die Hand geben. Dazu beauftragte er den Instrumentenmacher John Jones.

Die ersten SOHO-Rechenschieber wurden 1775/76 gefertigt und waren bald ein unverzichtbares Werkzeug aller Ingenieure und



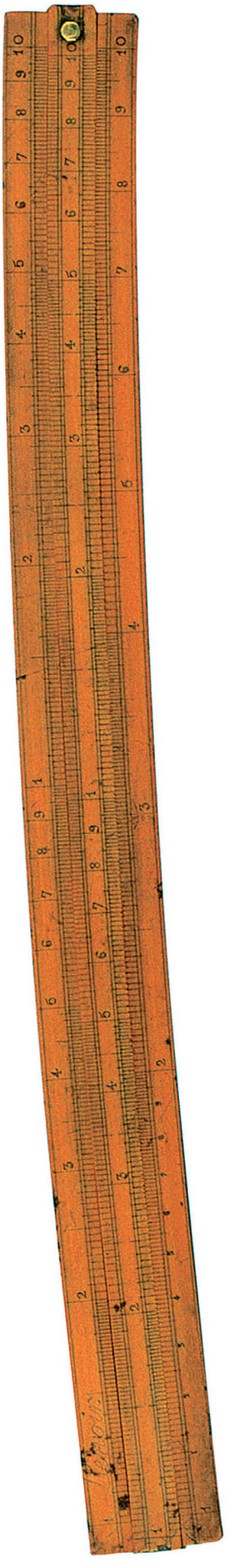
Routledge Ingenieurs-Proportionalzirkel aus Elfenbein, FDM 10333, diverse Ansichten.

Techniker, nicht nur bei Boulton & Watt.

Im Besitz von James Watt fand man bei seinem Tod mehrere SOHO-Rechenschieber und einen Engineer's Slide Rule von Silvanus Bevan von etwa 1817. Dieser von CARY gefertigte ungewöhnliche kaufmännische Rechenstab besticht durch seine ungemein exakten Skalen, Ziffern und Buchstaben. Später wurde der SOHO-Rechenstab durch Tabellen auf der Rükkseite und – besonders vorteilhaft – mit den Logarithmen von Sinus und Tangens auf der Zungenrückseite ergänzt.

Bis ins frühe 20. Jahrhundert wurden in England von mehreren Herstellern SOHO-Rechenstäbe, nun allerdings mit Läufer angeboten.

Es dauerte nicht lange, bis SOHO-Rechenschieber auch auf dem Kontinent bekannt wurden, und zwar zunächst in Frankreich, wo Etienne Lenoir nach einigen Versuchen 1821 die ersten Règle à Calcul verkaufte (FDM 9036). Später übernahm Gravet-Lenoir (FDM 3831) das Geschäft, danach Tavernier-Gravet.

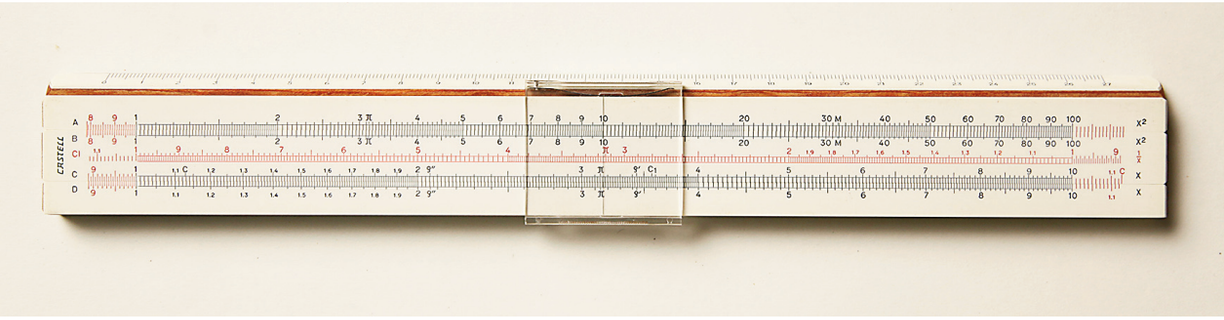


links: Rechenschieber von Lenoir, Sammlung Arithmeum FDM 9036.

rechts: Rechenschieber von Gravet-Lenoir, Sammlung Arithmeum, FDM 3831.

Der Rechenschieber im 20. Jahrhundert

Mannheim – Rietz – Darmstadt

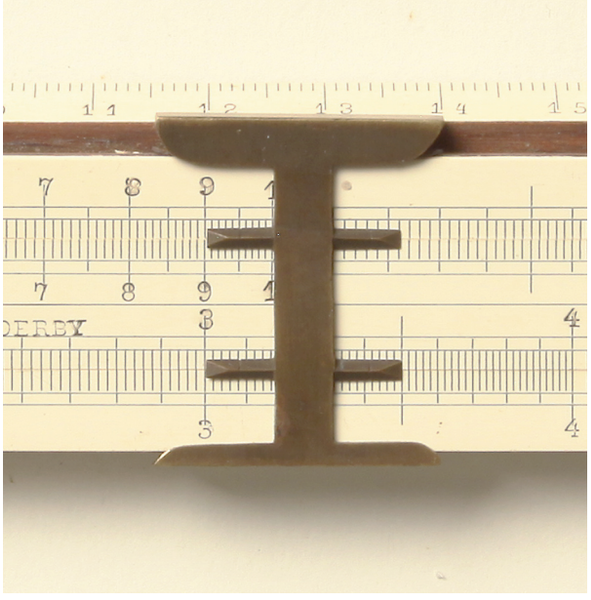


Faber Castell 1/60 Mannheim, FDM 3113.

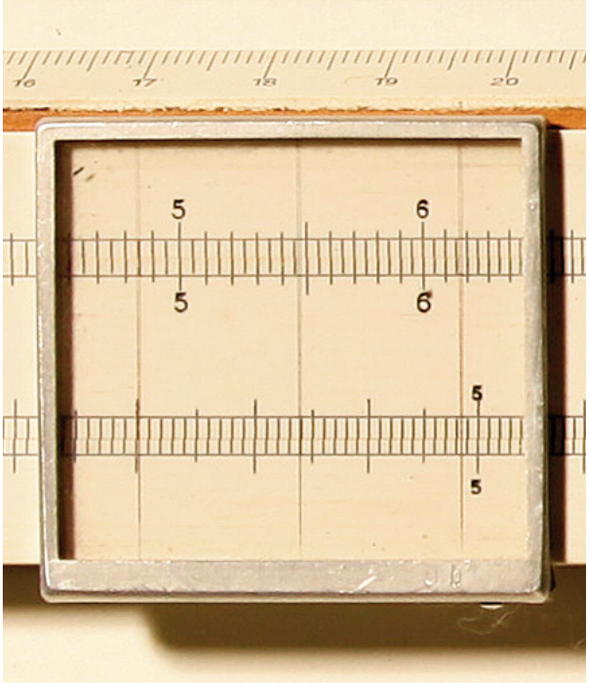
Eine bedeutende Verbesserung verdanken wir dem jungen französischem Artillerie-Leutnant Amédée Mannheim (1831 – 1906).

Er veränderte 1851 das Skalenbild: die untere C-Scala wurde eine einfach logarithmische Skala. Damit konnten Multiplikation und Division mit größerer Genauigkeit erfolgen. Möglich wurde das, weil Mannheim gleichzeitig den Läufer einführte. Anfangs war es ein Nasenläufer aus Messing.

Mannheim übernahm auch die Sinus-, Tangens- und Mantissenskalen auf der Zungenrückseite.



Zweiseitiger Nasenläufer an einem Rechenschieber von Davis & Son, FDM 3351.



Glasrahmen-Läufer an einem Rechenschieber von Faber-Castell, FDM 2423.

Rechenstäbe nach dem System Mannheim wurden sehr bald auch in Österreich und in Deutschland von einzelnen Handwerkern in kleinen Stückzahlen gefertigt.

Mitte der 1870er Jahre wurden die ersten Mannheim-Stäbe von Dennert & Pape in Altona, von Nestler in Lahr im Schwarzwald und von Faber in Stein produziert, in den Folgejahren in immer größeren Stückzahlen.

Bis weit ins 20. Jahrhundert wurden Manheim-Rechenstäbe in großen Mengen verkauft.

Es gab in diesem Zeitraum diverse Verbesserungen, die sich die Hersteller patentieren ließen:

Der Nasenläufer wurde durch den Glasrahmenläufer ersetzt, es wurde Zelluloid auffurniert, um das Einstellen und die Ablesung zu erleichtern, und es gab eine Reihe von konstruktiven Verbesserungen.

Es dauerte bis 1902. In diesem Jahr erhielt der Ingenieur Max Rietz ein Gebrauchsmuster auf einen Kubus-Rechenschieber. Rietz hat eine Kubikskala neu eingeführt, die er am oberen Rand auf der Vorderseite platzierte. Die Mantissenskala wanderte von der Zungenrückseite nach vorn an den unteren Rand.

Die Zungenrückseite erhielt zusätzlich eine sin/tg-Skala für kleine Winkel. Später kam noch die Reziprokskala CI in der Zungenmitte hinzu. Rechenschieber nach dem System Rietz wurden bis zum Ende der Rechenschieberfertigung Mitte der 1970er Jahre produziert.

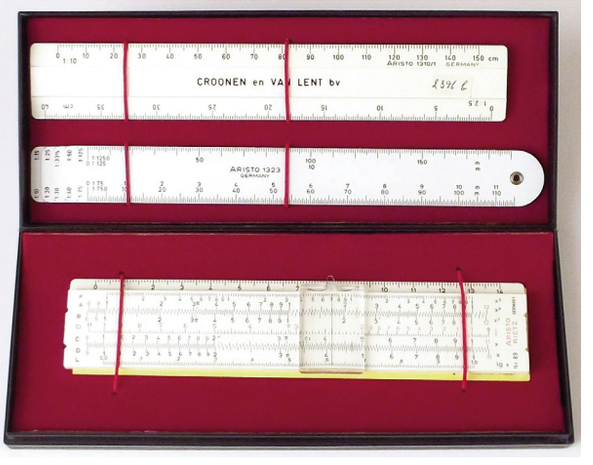
Eine wesentliche Veränderung auf der Basis des Systems Rietz erfuhr der Rechenschieber 1934 durch das Institut für praktische Mathematik an der TU Darmstadt.

Unter Leitung von Professor Alwin Walter (1898 – 1967) wurde anstelle der Mantissenskala L nun die neue pythagoreische P eingeführt. Die Mantissenskala L fand ihren neuen Platz an der oberen abgeschrägten Kante und die Skalen für Sinus und Tangens an der unteren Kante.

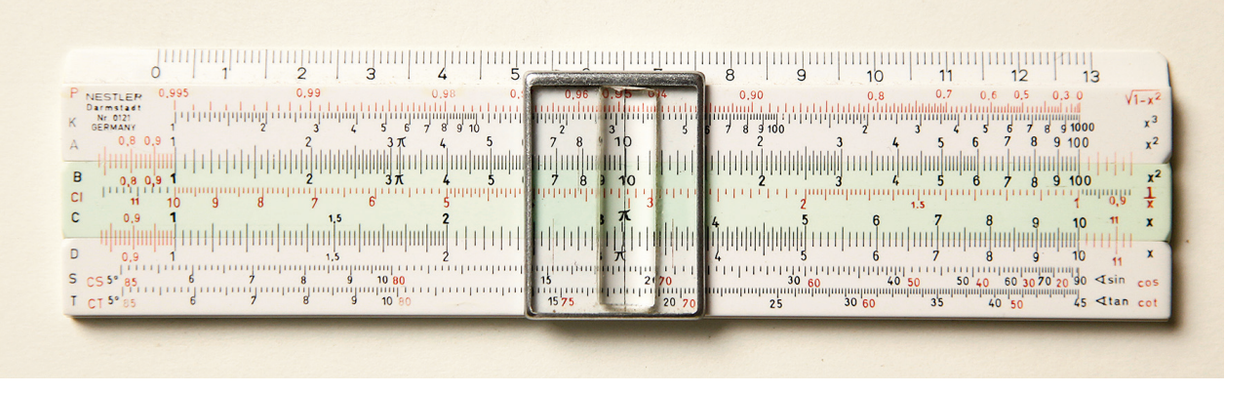
Weil die Zungenrückseite nun frei geworden war, konnten dort neu Exponentialskalen LL1, LL2 und LL3 platziert werden.

Da nun auch die Kanten logarithmische Skalen bekommen hatten, musste der Läufer entsprechend ergänzt werden.

Wie der Rietz (FDM 5581) blieb auch der Darmstadt in Deutschland bis zum Ende der Rechenschieberära ein sehr beliebtes Modell (FDM 3065).



Aristo-Rietz Nr. 89, FDM 5581.



Nestler Darmstadt Nr. 0121, FDM 3065.

Der Duplexrechenschieber

… und zahllose andere Varianten des Rechenschiebers im 20. Jahrhundert

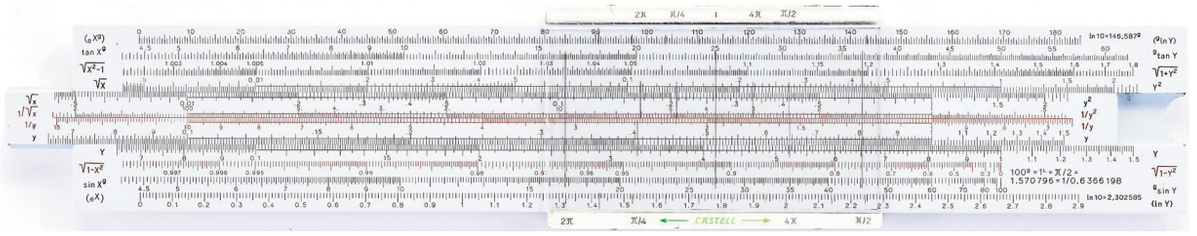
Über Jahrzehnte hatte sich das Konstruktionsprinzip in Deutschland kaum verändert. Der Stabkörper aus Holz, später Kunststoff, hatte oben eine abgeschrägte Kante mit einem Maßstab, die auch gern zum Zeichnen benutzt wurde. Weitere Skalen befanden sich auf der Zungenrückseite und später an den Kanten.

In den USA wurde bereits 1891 der Duplex- oder Doppelseitenrechenschieber erfunden, der mehr Platz für zusätzliche Skalen bot. Zwei Stabkörperwangen wurden durch Laschen an den beiden Enden verbunden. Die Zunge verlief dazwischen in Nuten. Wichtig war, dass der Läufer Vorder- und Rückseite umschloss und dass damit eingestellte Werte korrekt von einer Seite auf die andere übertragen werden konnten.

In Deutschland wurden die ersten Duplex-Rechenschieber in den 1930er Jahren hergestellt, aber erst nach dem 2. Weltkrieg konnten sie langsam Marktanteile erringen.

Sehr beliebt wurden die Modelle ARISTO STUDIO; DUPLEX und NOVO DUPLEX von Faber-Castell (FDM 9769).

Faber-Castell Novo Duplex, FDM 9769.



Rechenschieber-Mathema, FDM 1034.

Überladen wirken die speziellen Mathematiker-Modelle Mathema von Faber-Castell (FDM 1034) und der ARISTO-Hyperlog von Dennert & Pape.

Nahezu unübersichtlich ist die Vielzahl der von Herstellern in aller Welt angebotenen Rechenschieber. Zu den Standardmodellen kommt eine noch größere Anzahl an Spezial-rechenschiebern für bestimmte Berufsgruppen im Programm der Hersteller.

Nicht zu vergessen ist, dass es die Modelle in diversen Längen gab, für die Demonstration im Schulunterricht in sehr großen Längen und für die Overhead-Projektion.

Vielfältig waren auch die Läufer, die teils mit Lupe ausgerüstet waren. Nicht zu beziffern ist die wohl in die Zehntausende gehende Fabrikation der speziellen, meist von Firmen entwickelten Stäbe und Scheiben.

Rechenschieber-Krawattennadel, FDM 3795.

Die Entdeckung der Logarithmen

Napier und Bürgi

Die Entdeckung der Logarithmen war in den Naturwissenschaften von herausragender Bedeutung, und das nicht nur in mathematischer Hinsicht, sondern auch rein praktisch: Sie sparten bei den unterschiedlichsten Berechnungen enorm viel Zeit ein.

Der berühmte französische Mathematiker, Physiker und Astronom Pierre-Simon Laplace (1749-1827) hat es so formuliert:

„Dadurch, dass die für Rechnungen benötigte Zeit von einigen Monaten auf einige Tage reduziert wurde, hat die Erfindung der Logarithmen sozusagen die Lebenszeit eines Astronomen verdoppelt."

Die Zeitersparnis entsteht dadurch, dass Multiplikation durch Addition ersetzt wird und Division durch Subtraktion. Punktrechnung konnte also durch Strichrechnung ersetzt werden, was eine sehr große Erleichterung darstellte.

Das Grundprinzip war bereits im 16. Jahrhundert bekannt. Die Gesetzmäßigkeit lässt sich leicht erkennen, wenn man eine geometrische und eine arithmetische Reihe übereinander zeichnet: Will man beispielsweise 4 mit 8 multiplizieren (arithmetische Reihe), dann addiert man einfach die jeweils darüberstehenden Zahlen der geometrischen Reihe, also 2 + 3.

Geomtr. Reihe	0	1	2 + 3	4	5	6
Arithm. Reihe	1	2	4 x 8	16	32	64

Unter dem Ergebnis 5 in der Geometrischen Reihe dieser Addition liest man das Ergebnis der Multiplikation wiederum in der Arithmetischen Reihe ab: 4 x 8 = 32.

Mathematisch gesehen sind die Zahlen der oberen (geometrischen) Reihe die Exponenten zur Basis 2 der unteren (arithmetischen) Reihe. Anders geschrieben sieht das so aus:

$$2^1 = 2;\ 2^2 = 4;\ 2^3 = 8 \text{ usw.}$$

Hier wird nun schnell deutlich, dass es in der arithmetischen Reihe riesige Lücken gibt: man findet keine 3, keine 5, keine 6, usw.

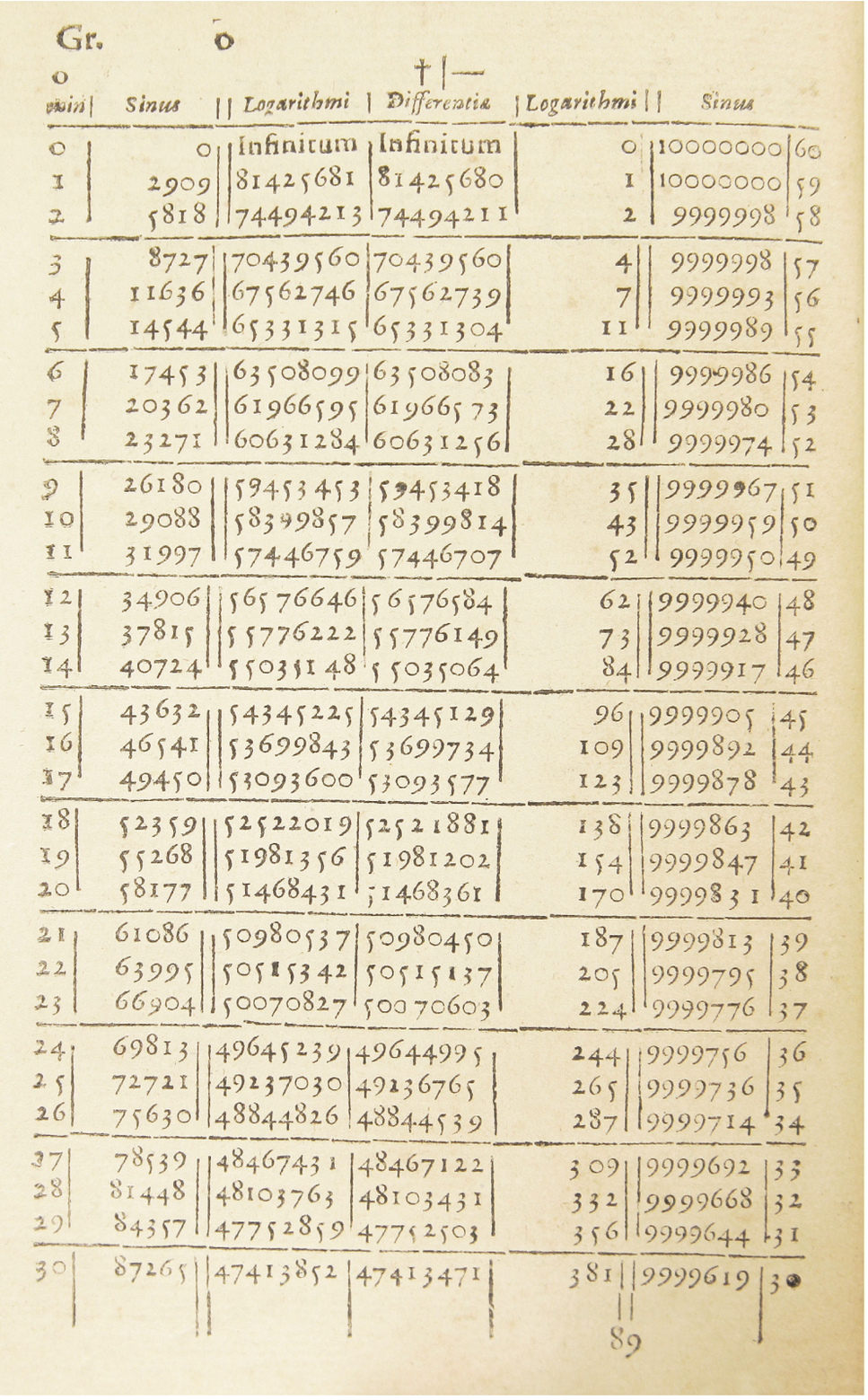
Dem schottischen Baron, Theologen und Mathematiker John Napier (1550-1617) gelang es als erstem, diese Lücken zu schließen. Er veröffentlichte 1614 die erste Logarithmentafel unter dem Titel *Mirifici logarithmorum canonis descriptio.*

Unabhängig von Napier gibt es sogar noch einen zweiten Entdecker: Der Schweizer Uhrmacher, Mathematiker und Astronom

Porträt von John Napier, Baron von Merchiston.

Jost Bürgi (1552-1632), der damals in Prag bei Johannes Kepler arbeitete, gab 1620 die Arithmetische und Geometrische Progress Tabulen heraus und gilt somit als Mit-Entdecker. Allerdings wurde sein Werk kaum bekannt, weshalb die weitere Entwicklung der Logarithmen wohl hauptsächlich auf der Basis von Napiers Entdeckung erfolgte.

links: Jost Bürgis Logarithmen.
unten: Abbildung einer Logarithmentafel aus John Napiers *Mirifici logarithmorum canonis descriptio, ArithmeumLibrary 94-7-01.*



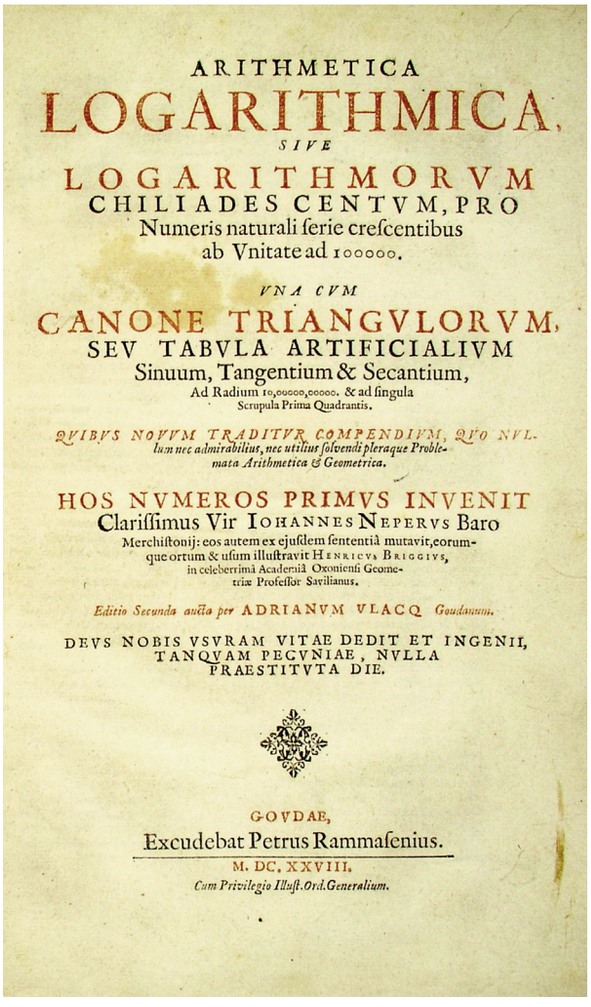
Gr. o

min	Sinus	Logarithmi	Differentia	Logarithmi	Sinus	
0	0	Infinitum	Infinitum	0	10000000	60
1	2909	81425681	81425680	1	10000000	59
2	5818	74494213	74494211	2	9999998	58
3	8727	70439560	70439560	4	9999998	57
4	11636	67562746	67562739	7	9999993	56
5	14544	65331315	65331304	11	9999989	55
6	17453	63508099	63508083	16	9999986	54
7	20362	61966595	61966573	22	9999980	53
8	23271	60631284	60631256	28	9999974	52
9	26180	59453453	59453418	35	9999967	51
10	29088	58399857	58399814	43	9999959	50
11	31997	57446759	57446707	52	9999950	49
12	34906	56576646	56576584	62	9999940	48
13	37815	55776222	55776149	73	9999928	47
14	40724	55035148	55035064	84	9999917	46
15	43632	54345225	54345129	96	9999905	45
16	46541	53699843	53699734	109	9999892	44
17	49450	53093600	53093577	123	9999878	43
18	52359	52522019	52521881	138	9999863	42
19	55268	51981356	51981202	154	9999847	41
20	58177	51468431	51468361	170	9999831	40
21	61086	50980537	50980450	187	9999813	39
22	63995	50515342	50515137	205	9999795	38
23	66904	50070827	50070603	224	9999776	37
24	69813	49645239	49644995	244	9999756	36
25	72721	49237030	49236765	265	9999736	35
26	75630	48844826	48844539	287	9999714	34
27	78539	48467431	48467122	309	9999692	33
28	81448	48103763	48103431	332	9999668	32
29	84357	47752859	47752503	356	9999644	31
30	87265	47413852	47413471	381	9999619	30

89

Die Weiterentwicklung der Logarithmen

Briggs'sche Logarithmen und Logarithmentafeln



ARITHMETICA

LOGARITHMICA,

SIVE

LOGARITHMORVM
CHILIADES CENTVM, PRO
Numeris naturali serie crescentibus
ab Vnitate ad 100000.

VNA CVM

CANONE TRIANGVLORVM,
SEV TABVLA ARITIFICIALIVM
Sinuum, Tangentium & Secantium,
Ad Radium 10,00000,00000. & ad singula
Scrupula Prima Quadrantis.

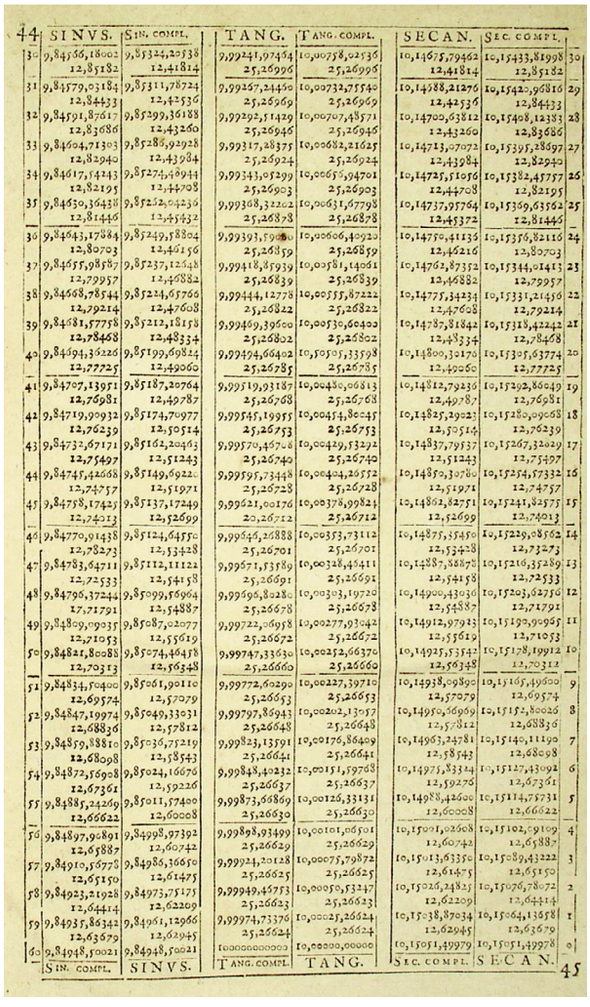
QVIBVS NOVVM TRADITVR COMPENDIVM, QVO NVL-
lum nec admirabilius, nec utilius solvendi pleraque Proble-
mata Arithmetica & Geometrica.

HOS NVMEROS PRIMVS INVENIT
Clarissimus Vir IOHANNES NEPERVS Baro
Merchistonij: eos autem ex ejusdem sententiâ mutavit, eorum-
que ortum & usum illustravit HENRICVS BRIGGIVS,
in celeberrimâ Academiâ Oxoniensi Geome-
triæ Professor Savilianus.

Editio Secunda aucta per ADRIANVM VLACQ *Goudanum.*

DEVS NOBIS VSVRAM VITAE DEDIT ET INGENII,
TANQVAM PEGVNIAE, NVLLA
PRAESTITVTA DIE.

GOVDAE,
Excudebat Petrus Rammasenius.
M. DC. XXVIII.
Cum Privilegio Illust. Ord. Generalium.



44	SINVS.	SIN. COMPL.	TANG.	TANG. COMPL.	SECAN.	SEC. COMPL.	
30	9,84566,18000 12,81382	9,85324,20538 12,41814	9,99241,97454 25,26996	10,00758,02536 25,26996	10,14675,79462 12,41814	10,15433,81998 12,81382	30
31	9,84779,03182 12,84433	9,85311,78724 12,42536	9,99267,24450 25,26969	10,00732,75540 25,26969	10,14688,21276 12,42536	10,15420,96816 12,84433	29
32	9,84991,87615 12,83686	9,85299,36188 12,43260	9,99292,51419 25,26946	10,00707,48571 25,26946	10,14700,63812 12,43260	10,15408,12383 12,83686	28
33	9,85204,71301 12,82940	9,85286,92928 12,43984	9,99317,78375 25,26924	10,00682,21625 25,26924	10,14713,07072 12,43984	10,15395,28897 12,82940	27
34	9,85417,54243 12,82195	9,85274,48944 12,44708	9,99343,05299 25,26903	10,00656,94701 25,26903	10,14725,51056 12,44708	10,15382,45757 12,82195	26
35	9,85630,36438 12,81446	9,85262,04236 12,45432	9,99368,32202 25,26878	10,00631,67798 25,26878	10,14737,95764 12,45372	10,15369,63562 12,81446	25
36	9,85843,17884 12,80703	9,85249,58804 12,46156	9,99393,59080 25,26859	10,00606,40920 25,26859	10,14750,41135 12,46216	10,15356,82116 12,80703	24
37	9,86055,98587 12,79957	9,85237,12648 12,46882	9,99418,85939 25,26839	10,00581,14061 25,26839	10,14762,87352 12,46882	10,15344,01413 12,79957	23
38	9,86268,78544 12,79214	9,85224,65766 12,47608	9,99444,12778 25,26822	10,00555,87222 25,26822	10,14775,34234 12,47608	10,15331,21456 12,79214	22
39	9,86481,57758 12,78468	9,85212,18158 12,48334	9,99469,39600 25,26802	10,00530,60400 25,26802	10,14787,81842 12,48334	10,15318,42242 12,78468	21
40	9,86694,36226 12,77725	9,85199,69824 12,49060	9,99494,66402 25,26785	10,00505,33598 25,26785	10,14800,30176 12,49060	10,15305,63774 12,77725	20
41	9,86907,13951 12,76981	9,85187,20764 12,49787	9,99519,93187 25,26768	10,00480,06813 25,26768	10,14812,79232 12,49787	10,15292,86049 12,76981	19
42	9,87119,90932 12,76239	9,85174,70977 12,50514	9,99545,19955 25,26753	10,00454,80045 25,26753	10,14825,29023 12,50514	10,15280,09068 12,76239	18
43	9,87332,67171 12,75497	9,85162,20463 12,51243	9,99570,46708 25,26740	10,00429,53292 25,26740	10,14837,79537 12,51243	10,15267,32029 12,75497	17
44	9,87545,42668 12,74757	9,85149,69220 12,51971	9,99595,73448 25,26728	10,00404,26552 25,26728	10,14850,30780 12,51971	10,15254,57332 12,74757	16
45	9,87758,17425 12,74013	9,85137,17249 12,52699	9,99621,00176 20,26712	10,00378,99824 25,26712	10,14862,82751 12,52699	10,15241,82575 12,74013	15
46	9,87970,91438 12,73273	9,85124,64550 12,53428	9,99646,26888 25,26701	10,00353,73112 25,26701	10,14875,35450 12,53428	10,15229,08562 12,73273	14
47	9,88183,64711 12,72533	9,85112,11122 12,54158	9,99671,53589 25,26691	10,00328,46411 25,26691	10,14887,88878 12,54158	10,15216,35289 12,72533	13
48	9,88396,37244 17,71791	9,85099,56964 12,54887	9,99696,80280 25,26678	10,00303,19720 25,26678	10,14900,43036 12,54887	10,15203,62756 12,71791	12
49	9,88609,09035 12,71053	9,85087,02077 12,55619	9,99722,06958 25,26672	10,00277,93042 25,26672	10,14912,97923 12,55619	10,15190,90947 12,71053	11
50	9,88821,80088 12,70313	9,85074,46458 12,56348	9,99747,33630 25,26660	10,00252,66370 25,26660	10,14925,53542 12,56348	10,15178,19912 12,70312	10
51	9,89034,50400 12,69574	9,85061,90110 12,57079	9,99772,60290 25,26653	10,00227,39710 25,26653	10,14938,09890 12,57079	10,15165,49600 12,69574	9
52	9,89247,19974 12,68836	9,85049,33031 12,57812	9,99797,86943 25,26648	10,00202,13057 25,26648	10,14950,66969 12,57812	10,15152,80026 12,68836	8
53	9,89459,88810 12,68098	9,85036,75219 12,58543	9,99823,13591 25,26641	10,00176,86409 25,26641	10,14963,24781 12,58543	10,15140,11190 12,68098	7
54	9,89672,56908 12,67361	9,85024,16676 12,59226	9,99848,40232 25,26637	10,00151,59768 25,26637	10,14975,83324 12,59276	10,15127,43092 12,67361	6
55	9,89885,24269 12,66622	9,85011,57400 12,60008	9,99873,66869 25,26630	10,00126,33131 25,26630	10,14988,42600 12,60008	10,15114,75731 12,66622	5
56	9,90097,90891 12,65887	9,84998,97392 12,60742	9,99898,93499 25,26629	10,00101,06501 25,26629	10,15001,02608 12,60742	10,15102,09109 12,65887	4
57	9,90310,56778 12,65150	9,84986,36650 12,61475	9,99924,20128 25,26625	10,00075,79872 25,26625	10,15013,63350 12,61475	10,15089,43222 12,65150	3
58	9,90523,21928 12,64414	9,84973,75175 12,62209	9,99949,46753 25,26623	10,00050,53247 25,26623	10,15026,24825 12,62209	10,15076,78072 12,64144	2
59	9,90735,86342 12,63679	9,84961,12966 12,62945	9,99974,73376 25,26624	10,00025,26624 25,26624	10,15038,87034 12,62945	10,15064,13658 12,63679	1
60	9,90948,50021	9,84948,50021	10,00000,00000	10,00000,00000	10,15051,49979	10,15051,49978	0
	SIN. COMPL.	SINVS.	TANG. COMPL.	TANG.	SEC. COMPL.	SECAN.	45

Arithmetica Logarithmica, sive Logarithmorum Chiliades Centum:] Arithmetica|| Logarithmica,|| Sive|| Logarithmorum|| Chiliades Centum, Pro|| numeris naturali serie crescentibus|| ab unitate 100000.|, 1628, ArithmeumLibrary 07.7-0144 (ULB).

Dass John Napier die Logarithmen entdeckt und benannt hatte, stieß in der damaligen Wissenschaftswelt sofort auf großes Interesse. Besonders Henry Briggs (1561-1630), Professor am Gresham College in London, reiste umgehend zu Napier nach Merchiston Castle in der Nähe von Edinburgh.

Die beiden Mathematiker vereinbarten dort, dass 10 die Basis der Logarithmen sein sollte. Heute nennen wir das den dekadischen Logarithmus.

Napier hatte als Basis zuvor eine Zahl nahe der Eulerschen Zahl e = 2,718281828459… gewählt. Die Zahl e ist die Basis der natürlichen Logarithmen und spielt bei fast allen Vorgängen in der Natur eine herausragende Rolle.

Die beiden Männer beschlossen außerdem, dass Napiers Logarithmentafel um die Logarithmen der natürlichen Zahlen ergänzt werden sollte, da Napier nur die Logarithmen von Sinus und Cosinus errechnet hatte.

Napier war jedoch zu diesem Zeitpunkt schon alt und überließ es daher Briggs, die neuen Tafeln zu berechnen und zu veröffentlichen. 1617 erschien die erste, noch unvollständige 14-stellige Tafel der Briggs'schen Logarithmen unter dem Titel *Logarithmorum Chilias Prima.*

Bald wurden viele weitere Logarithmentafeln von berühmten Mathematikern herausgegeben, so zum Beispiel Edmund Gunter, Adrian Vlacq, Johannes Kepler, Maria Cunitz,

Rechenwalze Sammlung Arithmeum FDM 4159.

Johannes Faulhaber und vielen anderen. Als kleine Besonderheit sei kurz erwähnt, dass im Falle von Maria Cunitz, wohl der einzigen Frau, die Logarithmentafeln veröffentlichte, im Vorwort ihr Ehemann versichern musste, dass sie diese selbst und ohne Hilfe errechnet habe.

Bis weit ins 20. Jahrhundert hinein gab es immer wieder neue Tafeln. Insgesamt sind es einige Tausend verschiedene. Während zunächst hauptsächlich die zahlreichen Fehler in diesen Tafeln korrigiert wurden, wurde später immer höherer Wert auf größere Genauigkeit gelegt. Besonders viele Logarithmentafeln wurden im 19. und 20. Jahrhundert gedruckt. Meistens waren die darauf angegebenen Zahlen 5- oder 7-stellig, aber es gab auch viele mit 20 und mehr Stellen. Schulausgaben hatten oft nur vier Stellen. Je mehr Stellen auf einer Logarithmentafel angegeben sind, desto genauer sind die Ergebnisse. Das bedeutet, ein Rechenschieber ist umso genauer, je länger er ist. Da ein rEchenschieber aber auch nicht beliebig lang gebaut werden konnte, kam man später auf die Idee, die Skalen auf Walzen abzutragen. Diese konnten dann genauere Ergebnisse liefern, waren dafür aber meist nicht mehr so schön einfach zu transportieren.

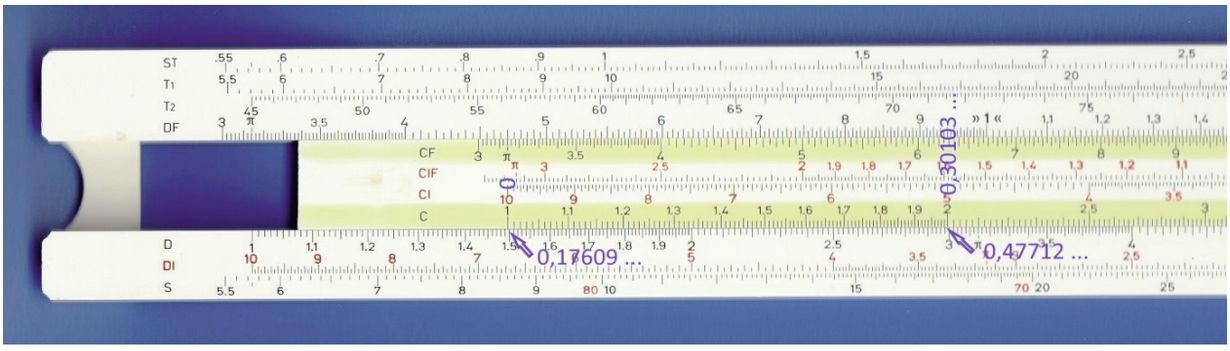
Eine gewöhnliche Logarithmentafel enthält die Logarithmen der natürlichen Zahlen und die der Winkelfunktionen, außerdem meist noch einige weitere nützliche Tafeln und Tabellen. Darüber hinaus gibt es aber auch besondere Tafelwerke für die verschiedensten Anwendungen und Berufe, z.B. für Chemiker, Physiker, Mediziner, Astronomen, Seefahrer, Kaufleute, Banker, Landvermesser etc.

Auf dem Rechenschieber „stecken" die Logarithmen in den Skalen, also in den aufgeprägten Zahlen. Die 1 steht für ihren Logarithmus 0, die 2 für ihren Logarithmus 0,30103…usw.

Für eine Multiplikation auf dem Rechenschieber addieren wir also die als Strecken aufgetragenen Logarithmen.

Das Beispiel zeigt die Multiplikation 1,5 x 2 = 3, indem der Logarithmus von 1,5, nämlich die tatsächliche Länge 0,17609…, und der Logarithmus von 2, nämlich die Strecke 0,30103…, addiert werden.

Das Streckenergebnis 0,47712… ist der Logarithmus von 3 und gibt uns somit das gewünschte Ergebnis.



Excise Officers

Das englische Steuerwesen und seine Beamten

Ein Musterfass zur Erklärung der Aufgaben eines Englischen Excise Beamten im 18. Jahrhundert im Arithmeum.

Mitte des 17. Jahrhunderts beschloss der englische Staat, Steuern und Zölle zu erheben, um die Staatskasse zu füllen.

Ab 1643 gab es daher Abgaben auf Ale, Beer, ausländische Weine, Spirituosen, Cider, Seife, Essig und Salz, ab 1695/96/97 auch auf Glas, englische Weine und Malz; zwischen 1710 und 1713 wurden neue Abgaben auf Kerzen, Hopfen, Papier und Stärke eingeführt, 1750 auf Ziegelsteine und 1837 auf Zucker.

Auch auf viele andere Produkte wie Pappe, Stoffe, Leder, Pergament, Tierhäute, Tabak oder Tee wurden Steuern und Zölle fällig. Dabei waren Steuern auf inländische Erzeugnisse zu zahlen, Zölle fielen bei Importen in den Häfen an.

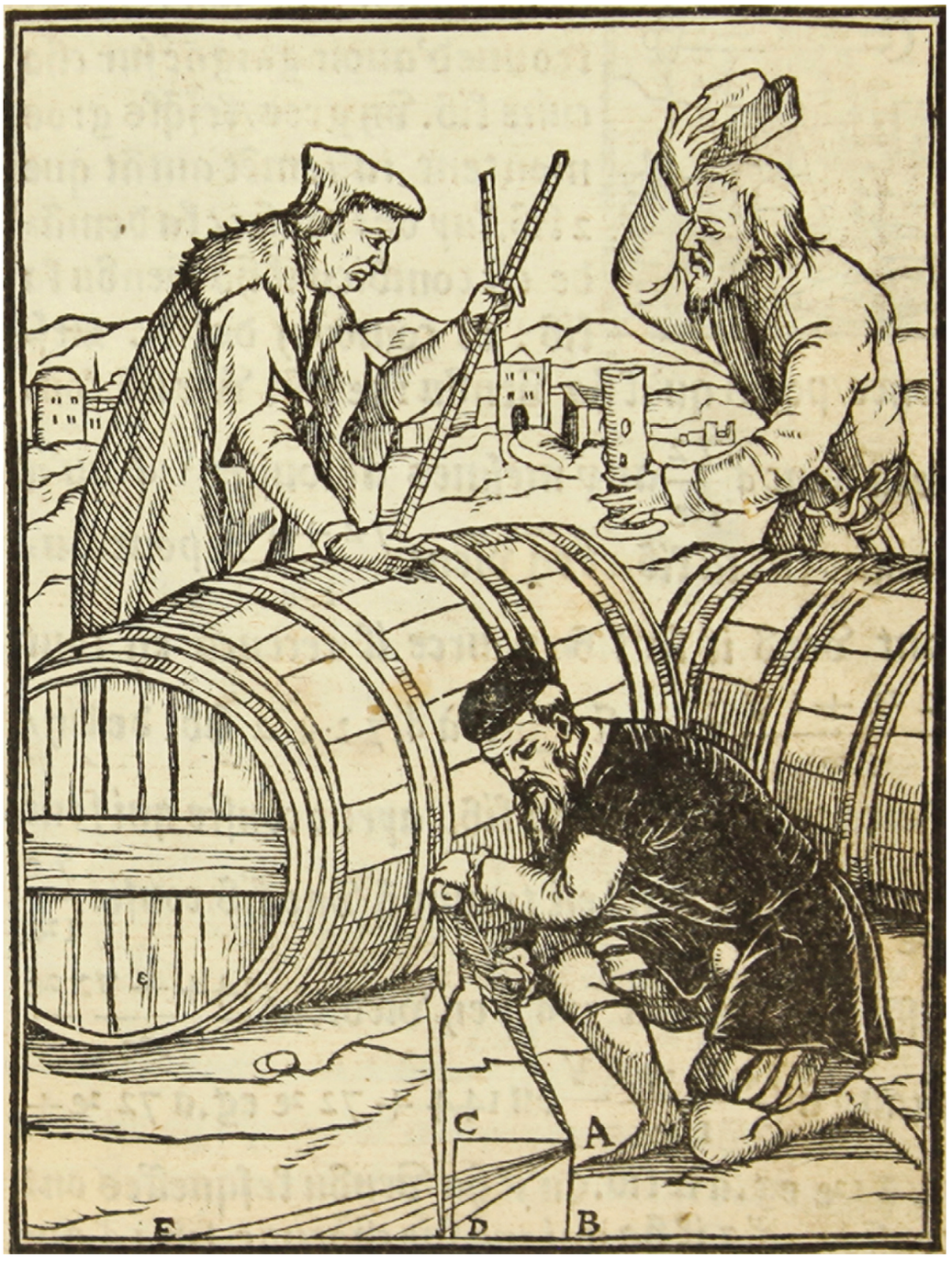
Um all diese Steuern und Zölle einzutreiben, waren mehrere Tausend Beamte nötig, sogenannte Excise Officers. Im Jahr 1772 gab es etwa 3000 von ihnen.

Die Excise Officers waren jeweils einer bestimmten Station zugeteilt und dort für die korrekte Erfassung der Steuern verantwortlich.

Sie mussten zunächst die Menge des zu versteuernden Erzeugnisses ermitteln und dann den zutreffenden Steuersatz bestimmen, was überaus kompliziert sein konnte – so gab es bei Gerbern 14 verschiedene Steuersätze, bei Papiermachern sogar 78! Abschließend musste dann die Höhe der Abgaben ermittelt und dokumentiert werden.

Die Besuche der Excise Officers mussten immer unangemeldet erfolgen, zu unterschiedlichen Wochentagen und Tageszeiten (auch nachts) und in unregelmäßigen Abständen, sollten also überraschend sein und kein Schema erkennen lassen.

Nachdem die fällige Steuer bezahlt war, stellte der Excise Officer einen Duty Voucher aus. Der zuständige Collector machte alle sechs Wochen seine Runde bei den ihm unterstellten Excise Officers und kassierte die Steuern ein. Er war dabei stets bewaffnet und oft von Soldaten begleitet. Die Steuerbeamten waren nicht allzu beliebt und arbeiteten unter schwierigsten Bedingungen, aber sie hatten ein regelmäßiges Einkommen.



Valentin Mennher: Arithmetique seconde (Antwerpen 1556), fol. Y j r. ArithmeumLibrary 12.7-0246

Der berühmteste Excise Officer – Robert Burns

Die Ausbildung zum Steuerbeamten

Robert Burns - Poet und Excise Officer (1759-1796)

Um als Excise Officer arbeiten zu können, waren einige Voraussetzungen zu erfüllen: Ein Kandidat brauchte zunächst zwei Bürgen, daher waren gute Beziehungen von Vorteil. Auch musste man zwingend Mitglied der Church of Scotland sein. Gute Mathematikkenntnisse und die Beherrschung des Rechenschiebers waren nachzuweisen, und es wurde Wert auf eine gute Handschrift gelegt. Bewerber sollten zwischen 21 und 30 Jahre alt sein; sie durften eine Frau und maximal zwei Kinder haben.

Um den Beruf ausüben zu können, musste der angehende Excise Officer sich auf eigene Kosten die einschlägige Literatur sowie Mess- und Recheninstrumente besorgen.

Nur das geeichte Hydrometer wurde vom Arbeitgeber, dem Board of Excise, gestellt. Der größte Kostenfaktor für den zukünftigen Steuerbeamten war aber die Anschaffung und der Unterhalt des Pferdes, das für seine langen Tagesreisen unbedingt erforderlich war.

Nachdem er zwei Eide geleistet hatte, einen auf den König und einen auf die Steuerbehörde, erhielt der Kandidat ein Zertifikat, für das er ebenfalls bezahlen musste. Anschließend wurde er auf eine Liste gesetzt und musste warten, bis irgendwo in Schottland eine Stelle frei wurde. Das konnte viele Monate dauern. Der schottische Nationaldichter Robert Burns (1759-1796), einer der berühmtesten Excise Officers, wartete z.B. 14 Monate auf seine Stelle.

Sein wohl bekanntestes Lied ist „Auld Lang Syne", das weit über Schottland hinaus in vielen Momenten des Abschiednehmens gesungen wird. In Deutschland ist heute die Deutsche Version „Nehmt Abschied Brüder" ebenso bekannt wie in Frankreich die Version „Faut-il nous quitter sans espoir".

Auch wenn seine Texte heute Millionen von Menschen bekannt sind, hatte Burns zu Lebzeiten als Dichter nur ein geringes und unregelmäßiges Einkommen. Die kleine Farm, die er mit seinem Bruder betrieb, brachte auch nur 9 £ im Jahr ein. Daher verdiente er den Lebensunterhalt für seine Familie ab 1789 mit der Arbeit als Excise Officer. Dafür erhielt er anfangs 50 £ pro Jahr, später 70 £. Gedichte schrieb er weiterhin, oft auf den langen Pferderitten zu seinen Einsatzorten.

Von seinen Vorgesetzten erhielt Burns stets gute Beurteilungen, allerdings war er – wohl wegen des rauen schottischen Klimas – oft krank. Das Jahresgehalt wurde während seiner Krankheitszeiten um die Hälfte gekürzt. Trotzdem waren ein Excise Officer und seine Familie finanziell gut abgesichert:

Als Robert Burns mit nur 37 Jahren starb, erhielt seine Witwe eine Rente von 8 £ pro Jahr (das entspricht etwa 2.000 €), später sogar 12 £ (etwa 3.000 €). Als sie 1834 starb, hatte sie insgesamt 365 £ bekommen. Burns hatte in den 7 Jahren seiner Tätigkeit als Excise Officer knapp 10 £ als Startkapital investiert.

1792 hat Robert Burns sogar ein Gedicht über *Excise Men* geschrieben:

Die Übersetzung würde etwa folgendermaßen lauten:

The Deil's Awa Wi' The Exciseman

Der Teufel ist mit dem Excise Man fort

The deil cam fiddlin' thro' the town,
And danc'd awa wi' th' Exciseman,
And ilka wife cries, "Auld Mahoun,
I wish you luck o' the prize, man."

Der Teufel kam mit der Fiedel durch die Stadt,
Und tanzte mit dem Excise Man fort,
Und seine Frau rief: "Alter Beelzebub,
Da wünsche ich dir viel Glück, Mann."

Chorus-The deil's awa, the deil's awa,
The deil's awa wi' the Exciseman,
He's danc'd awa, he's danc'd awa,
He's danc'd awa wi' the Exciseman.

Refrain: Der Teufel ist fort, der Teufel ist fort,
Der Teufel ist mit dem Excise Man fort,
Er hat getanzt, er hat getanzt,
Er tanzt mit dem Exciseman fort.

We'll mak our maut, and we'll brew our drink,
We'll laugh, sing, and rejoice, man,
And mony braw thanks to the meikle black deil,
That danc'd awa wi' th' Exciseman.

Wir machen Whiskey und brauen Bier,
Wir lachen, singen und freuen uns, Mann,
Und vielen lieben Dank dem großen schwarzen Teufel,
der mit dem Exciseman fortgetanzt ist.

The deil's awa, &c.

Der Teufel ist fort, usw.

There's threesome reels, there's foursome reels,
There's hornpipes and strathspeys, man,
But the ae best dance ere came to the land
Was-the deil's awa wi' the Exciseman.

Es gibt Tänze zu dritt, es gibt Tänze zu viert,
Es gibt Rundtänze und Menuette, Mann,
Doch der allerbeste Tanz, der je hier zu sehen war,
War der von Teufel und Excise Man.

The deil's awa, &c.

Der Teufel ist fort, usw.

Thomas Stothard (1755 - 1834) Illustration to Burns' Poem 'The Deil's Awa Wi' The Exciseman', Watercolour on paper, 24.90 x 36.00 cm, William Finlay Watson Bequest 1881, Scottish National Gallery Of Modern Art.

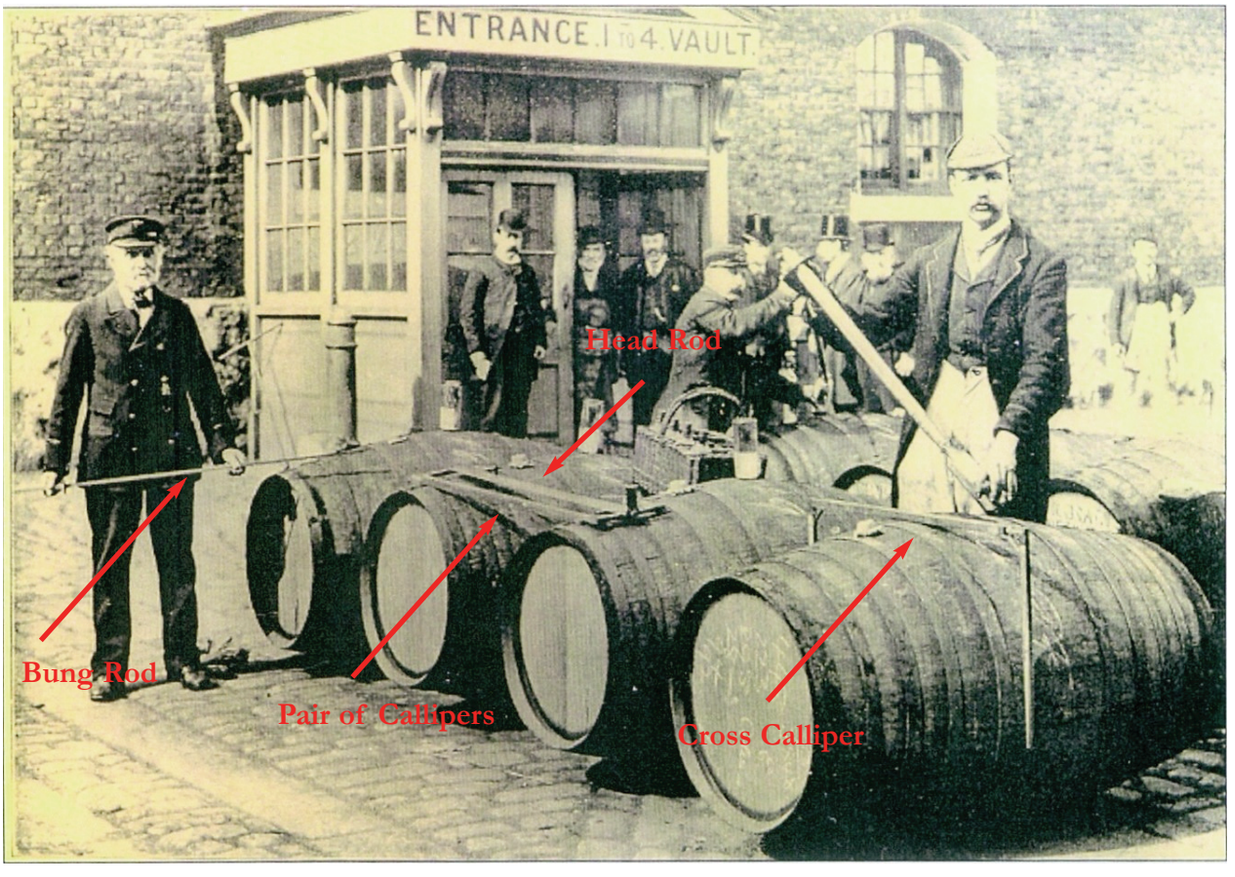
Steuern in England

Steuern auf Alkohol

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
- 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.



Königliche Fassvermesser

Henricus Grammateus: Ayn new kunstlich Buech (Nürnberg 1521), fol.O v r. ArithmeumLibrary 98.7-0393.

Gauging

Fassvermessung

Fassvermessung im Jahr 1485.

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.

Schon unter Heinrich VIII gab es Gesetz über Herstellung von genormten Fassgrößen. Hohe Strafen drohten bei Missachtung.

1824, wurde dann auf das „Imperial"-System umgestellt:

Englische Fassmaße

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)	1/8 Gal.	ca. 0,57 l
Noggin (kleiner Holzkrug)	1/4 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
1 Imp. Gallone	=	2218,192 Kubik-Inch	=	36,3 l

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.

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.

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

Locher Fasslagerhaus, Schweiz 2022 - Whisky wird längst nicht mehr nur in Schottland produziert.

Die Arbeit der Excise Officer

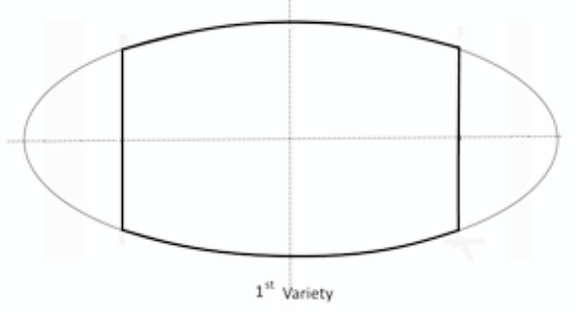
Volumenberechnung eines Fasses

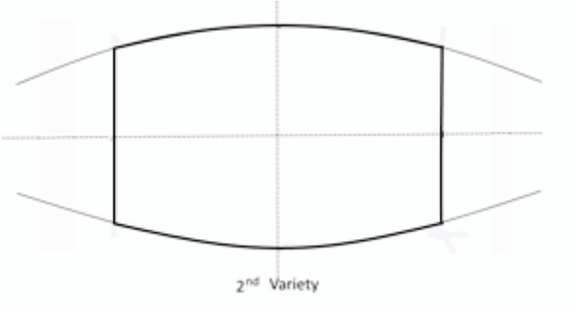
Grundsätzlich galt es, den mittleren Durchmesser zu finden, um dann das Fass als Zylinder berechnen zu können. (Fässer mit ovalem Querschnitt werden hier nicht betrachtet, mussten allerdings auch vermessen werden.)

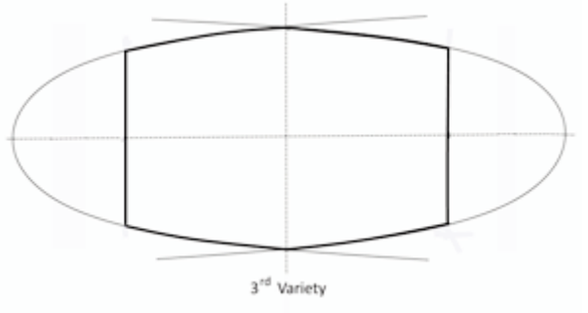
Maßgebende Größen waren:

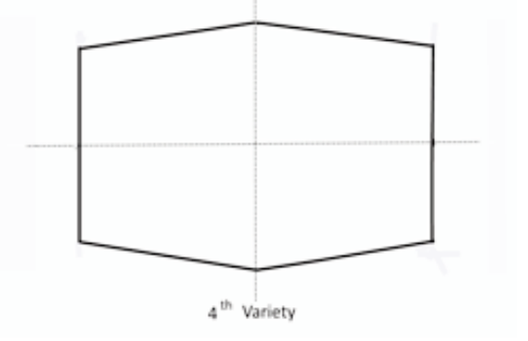
- Spund-Ø und Boden-Ø
- Fassform

Man unterschied vier Formen (Varieties):









1st variety = mittl. Teil eines Sphäroids

2nd variety = mittl. Teil eines Rotationsparaboloids

3rd variety = mittl. Teil von zwei para bolischen Kegeln

4th variety = mittl. Teil von zwei Kegeln

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

Es bedurfte einer großen Erfahrung, um die richtige Fassform zu bestimmen; der Fehler konnte bis zu 10% betragen, was je nach dem weder den Steuerzahler noch den Steuereintreiber erfreute.

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

In der Praxis wurde mit einem Spezial-Messchieber (siehe Abbbildung Rückseite oben) zunächst der kleinere Durchmesser des Fasses an einem der beiden Deckel bestimmt. Dann wurde der größere Fassdurchmesser mit Hilfe einer Visierrute (Rückseite links unten) durch das mittlere Spundloch an der dicksten Stelle des Fasses gemessen. Mit Hilfe eines Head rod (Rückseite unten Mitte) , eines Spezialrechenschiebers konnte dann der Korrekturwert ermittelt werden, der schließlich zum kleineren Durchmesser addiert wurde. Dann wurde die Länge des Fasses wieder mit dem Messschieber gemessen und mit Hilfe des Rechenschiebers konnte

dann das Fassungsvermögen des Fasses ermittelt werden, in dem der ermittelte durchschnittliche Fassdurchmesser und die Länge des Fasses auf einer Spezialskala verrechnet wurden. Das Ergebnis in Gallon konnte dann unmittelbar auf der Head Rod abgelesen werden.

Dieses Ergebnis sagte aber erst etwas über das Volumen des Fasses aus. Im nächsten Schritt wurde der Inhalt bestimmt und dessen Alkoholgehalt gemessen. Erst wenn die Abweichung zum Proof-Wert, der ungefähr 57 Vol. % Alkohol entsprach ermittelt wurde konnte schließlich die Steuerabgabe ermittelt werden.

Das war ein recht aufwändiges Unterfangen und wenn der Excise Officer sich auch noch über die Art des alkoholischen Getränks Klarheit verschaffen wollte, konnte das bei ein paar Fässern schnell zu Kopfe steigen...

Eine mühsame Arbeit

Das Fassvolumen bestimmen

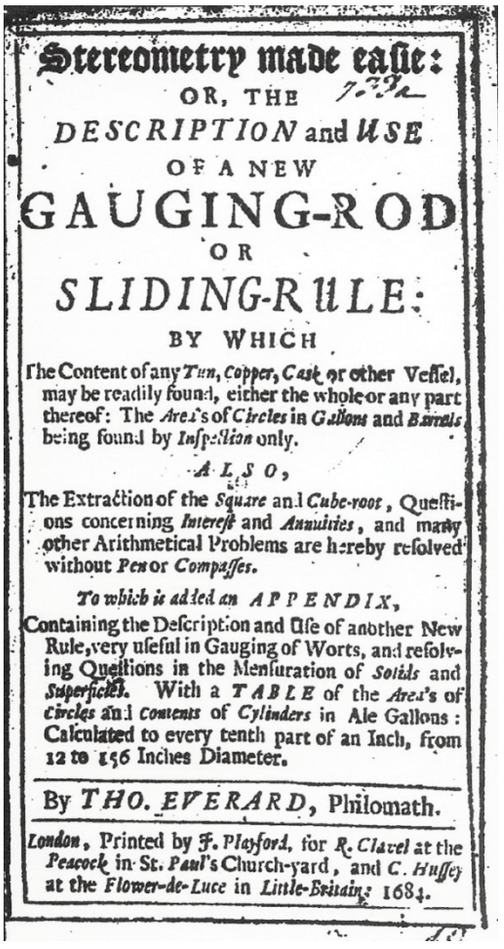
Eine vierzüngige Everard Slide Rule, Sammlung Arithmeum FDM 9990.

Von Mathematikern über das Fassvolumen geschriebene Bücher waren zu kompliziert und für die Praxis wenig geeignet.

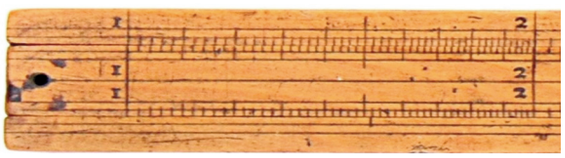
Ein ehemaliger Excise Officer aus Southampton, Thomas Everard, vereinfachte die Methode und veröffentlichte 1684 ein umfangreiches Werk über einen neu entwickelten Rechenschieber, mit dem alle in der Praxis eines Steuerbeamten anstehenden Aufgaben schnell und korrekt ausgeführt werden konnten.

Everards Sliding Rule war 1 engl. Fuß (305 mm) lang, hatte einen rechteckigen Querschnitt und war aus Buchsbaum gefertigt.

Everard empfiehlt den bekannten Hersteller mathematischer Instrumente Isaac Carver als alleinige Bezugsquelle. Nach seiner Aussage wurden bis 1700 mehr als 5.000 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.



Auf der ersten Seite 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.)

Die zweite Seite erlaubte das Quadrieren, Kubieren und das Ziehen der Quadrat- oder Kubikwurzel.

Auf einer Kante gab es dezimal geteilte Zoll- und Fußmaßstäbe.

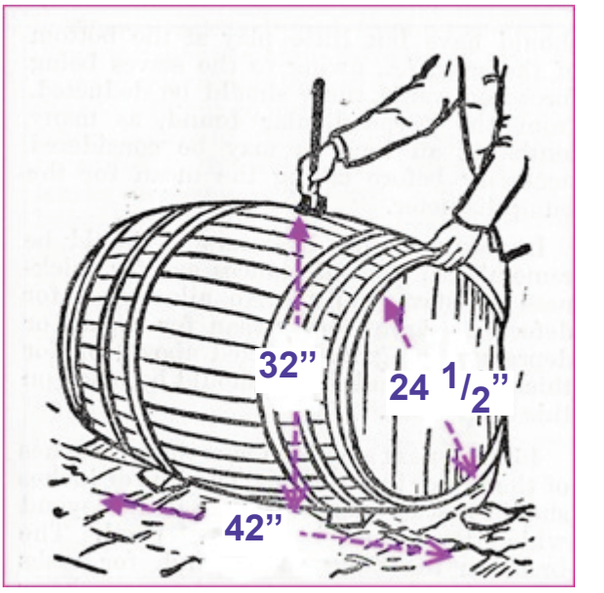
Auf der zweiten Kante wurden die Korrekturwerte zur Ermittlung des mittleren Fassdurchmessers für die drei häufigsten Fassformen (Varieties) abgelesen.

Jakob Köbel: Visierbuch (Oppenheim 1515), fol. XXI r.
ArithmeumLibrary 18.7-0445.

Everards Methode zur Bestimmung des Fassvolumens

Eine Beispielrechnung

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



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

Das Fassvolumen konnte nun einfach auf der ersten Seite des Rechenschiebers bestimmt werden:

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.

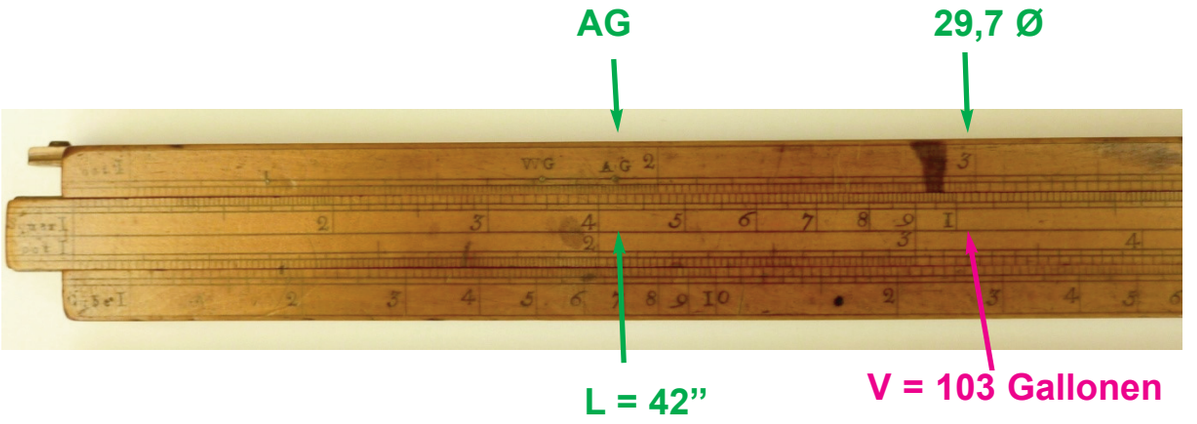
Everard entwickelte einen Gauge-Punkt, der π und die Anzahl Kubikzoll je Gallone enthielt. Für die Ale Gallon mit 282 Kubikzoll ist der Gauge-Punkt 18,95 Zoll.

(Ein Zylinder mit diesem Durchmesser enthält bei einer Füllhöhe von 1 Zoll 1 Ale Gallon.)

Nun gilt das Verhältnis:

Gauge-Punkt : Fasslänge
=
mittl. Durchmesser : Volumen

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



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

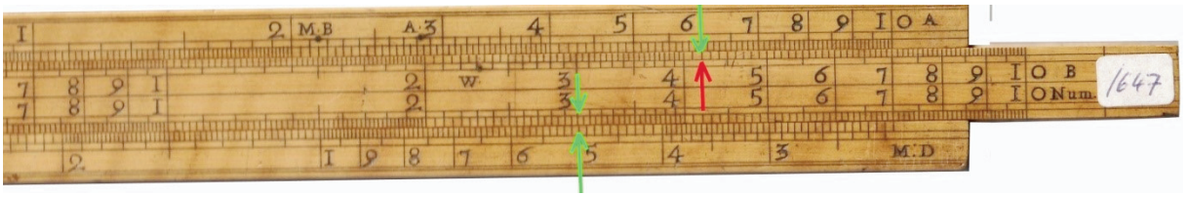
1693 erschien erstmals eine Skala „Seg St“ (Segment Standing) für teilweise gefüllte aufrecht stehende Fässer unten auf der zweiten Seite neben „Seg Ly“.

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 unten zeigt als Beispiel:

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

Rechnerisch ist das Ergebnis:

V= 50 * 30 * 6 : 2150 = 4,186 Bushel - roter Pfeil.



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

Weitere Hilfsmittel zur Volumenbestimmung

So ging es mit Everard's Gauging Slide Rule weiter

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 eine Kubikskala auf dem Körper hinzu.

Etwas später erhöhte Vero die Rechengenauigkeit, indem er eine der Grundskalen bei $\sqrt{10}$ teilte und damit ihre Länge verdoppelte.

Wer die vierte Zunge hinzufügte, 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 und verlängerte die „Segment"-Linien, indem er sie verdoppelte, was ein genaueres Ablesen 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.

Mitte des 19. Jahrhunderts wurden die „Excise Officer's Slide Rules" mit fast quadratischem Querschnitt teilweise durch Duplex- (Zweiseiten-) Stäbe mit zwei Zungen verdrängt. 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 -inhaltes. Auf der anderen Seite findet man nun Skalen, mit deren Hilfe man die Wassermenge bestimmen kann, wenn eine andere Alkoholstärke gewünscht ist. Sie werden im Text zur Berechnung der Alkoholstärke näher behandelt.

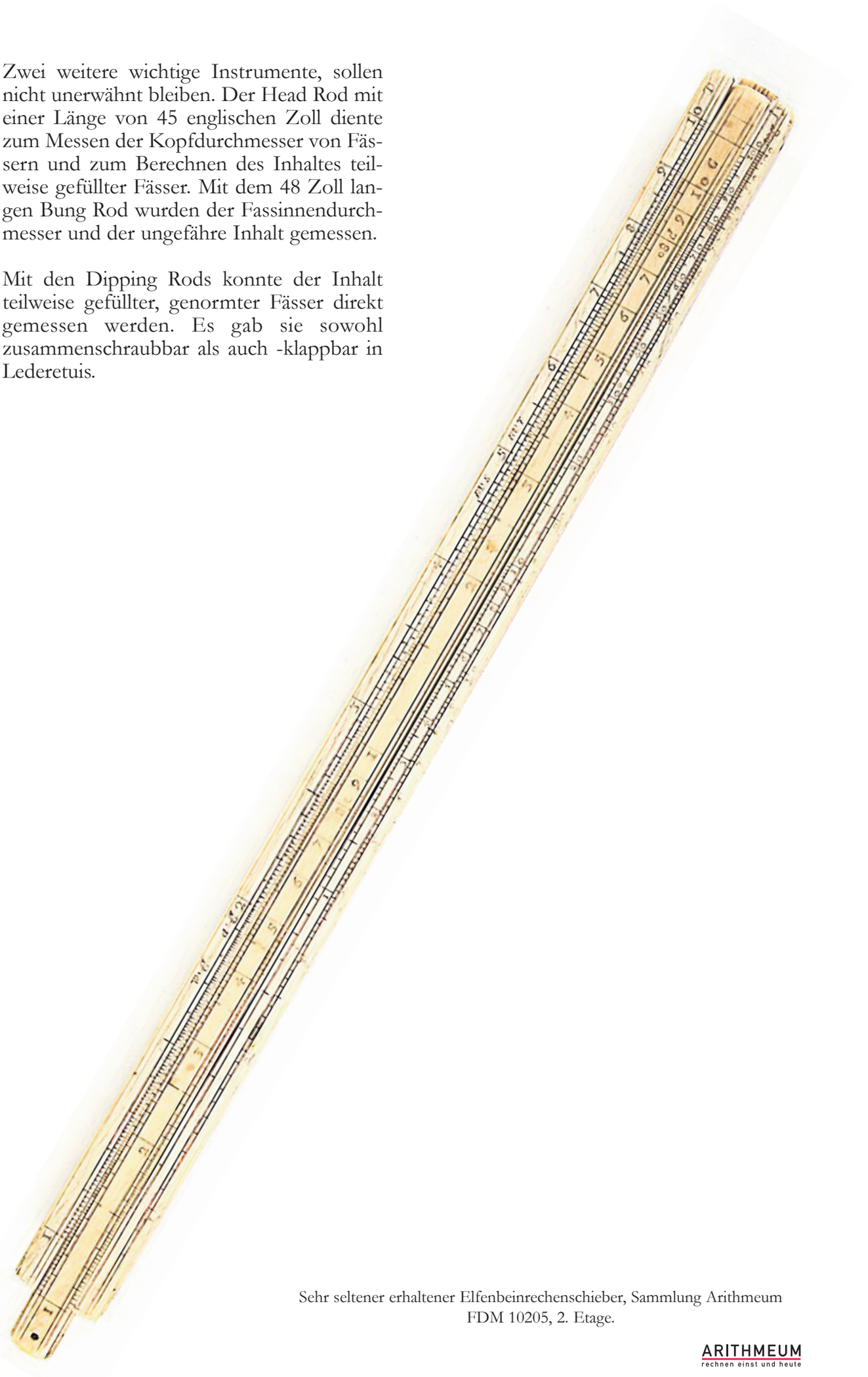
Fast alle Stäbe sind aus Buchsbaum gefertigt; nur sehr wenige konnten sich das teure Elfenbein leisten. Die mit Abstand am häufigsten heute noch erhältlichen Exemplare sind 12 englische Zoll (30,48 cm) lang, es gab sie aber auch in Längen von 6, 9, 18 und 24 Zoll. Nur die wenigsten Rechenschieber sind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

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.

Excise Slide Rules mit 2, 3 und 4 Zungen.

Zwei weitere wichtige Instrumente, sollen nicht unerwähnt bleiben. Der Head Rod mit einer Länge von 45 englischen Zoll 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.

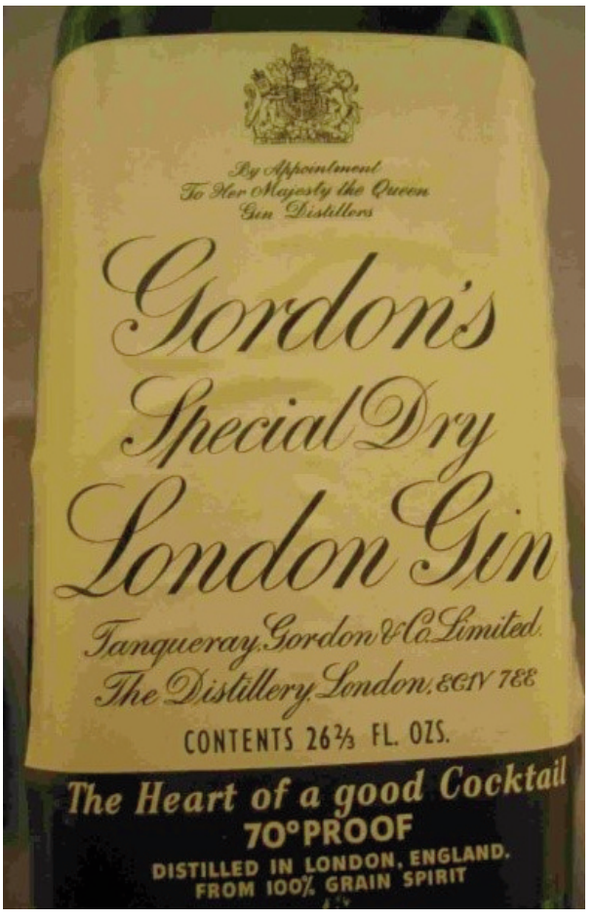
Mit den Dipping Rods konnte der Inhalt teilweise gefüllter, genormter Fässer direkt gemessen werden. Es gab sie sowohl zusammenschraubbar als auch -klappbar in Lederetuis.



Sehr seltener erhaltener Elfenbeinrechenschieber, Sammlung Arithmeum
FDM 10205, 2. Etage.

Hydrometer

Hilfsmittel zur Bestimmung des Alkoholgehalts



Wir kennen die Angabe des Alkoholgehaltes in Vol.-%. Erreicht wird der gewünschte Gehalt durch Mischen höherprozentigen Alkohols mit Wasser.

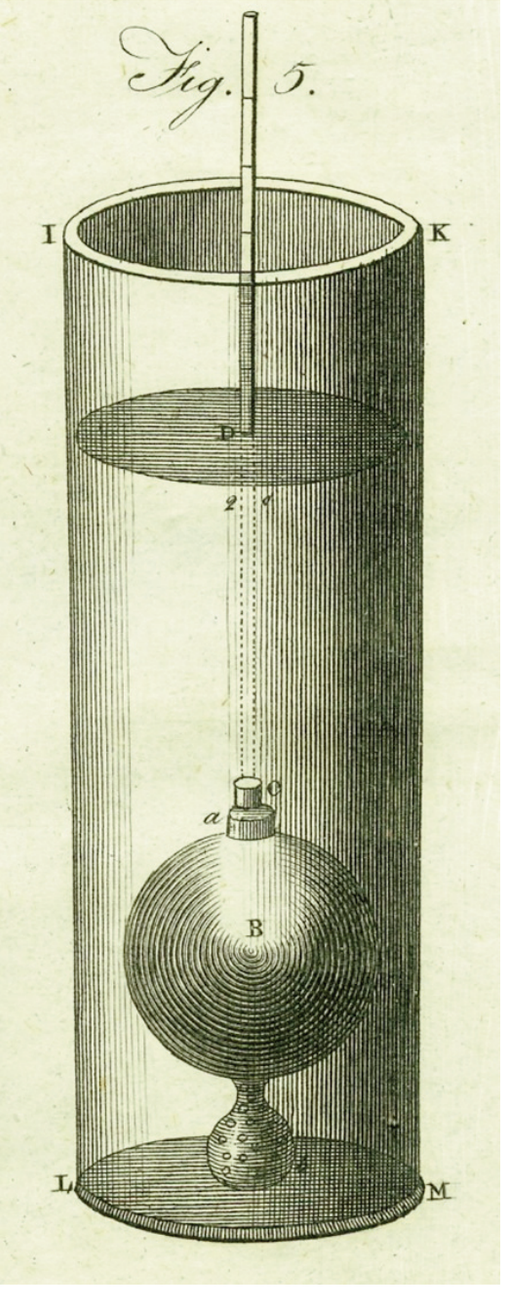
Mischt man z.B. 1 Liter 96%igen Alkohol (höchster durch vielfaches Destillieren erreichbarer Gehalt) mit 2 Litern Wasser, erhält man eine Spirituose mit 32 Vol.-%. Allerdings beträgt das neue Volumen nicht genau 3 Liter, sondern wegen der Volumenkontraktion einige Prozent weniger.

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.

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



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.

John Dicas aus Liverpool bekam 1780 ein Patent auf ein etwas anderes Hydrometer mit insgesamt 36 Gewichten und einem Rechenschieber aus Elfenbein.

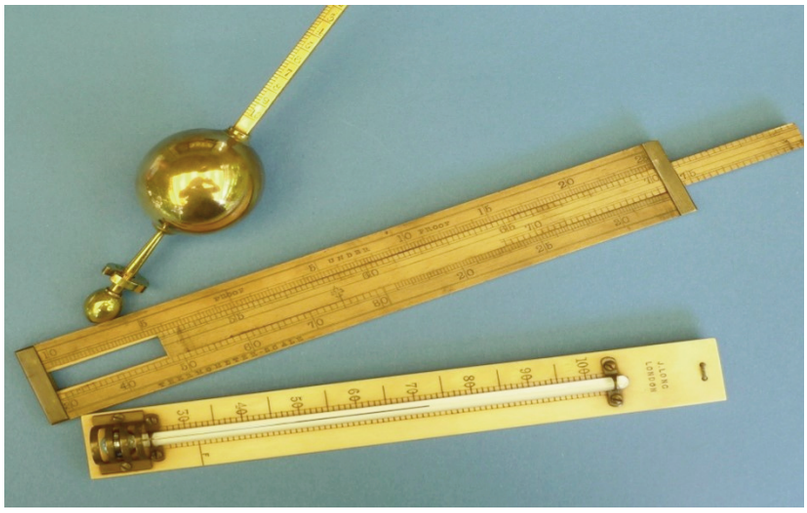
Ein Clarke Hydrometer - vergleichbar zu dem das Robert Burns zur Ausführung seines Berufs verwendete.

Das Sike's Hydrometer

Eine modernere Variante

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. Es wurde 1813 empfohlen, wurde 1817 offizielles Hydrometer und ersetzte die von von Clarke und Dicas.

Sikes's Hydrometer 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 beigefügten Thermometer aus Elfenbein exakt gemessen werden.



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.

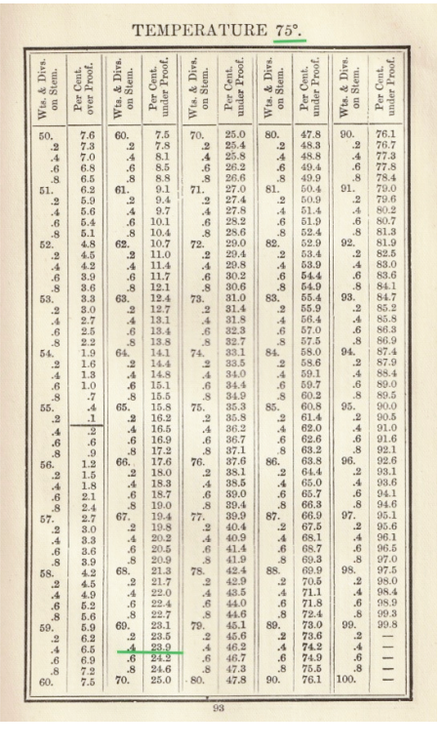
Am mitgelieferten Rechenschieber findet man nun den Alkoholgehalt mit 23,9 Under Proof. Den gleichen Wert erhält man auch aus den ebenfalls mitgelieferten „Hydrometer Tables".

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.

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. 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.

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.



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

Beliebt waren ebenso Duplex–Rechenschieber, die auf der einen Seite die Berechnung von Fassinhalten erlaubten und auf der anderen Umrechnungen auf andere Alkoholstärken.

Sykes Hydormeter mit Gewichten, Rechenschieber und Thermometer, Sammlung Arithmeum, FDM 10183.

Farmar's Rule

Ein weit verbreitetes Hilfsmittel zum Berechnen des Alkoholgehaltes

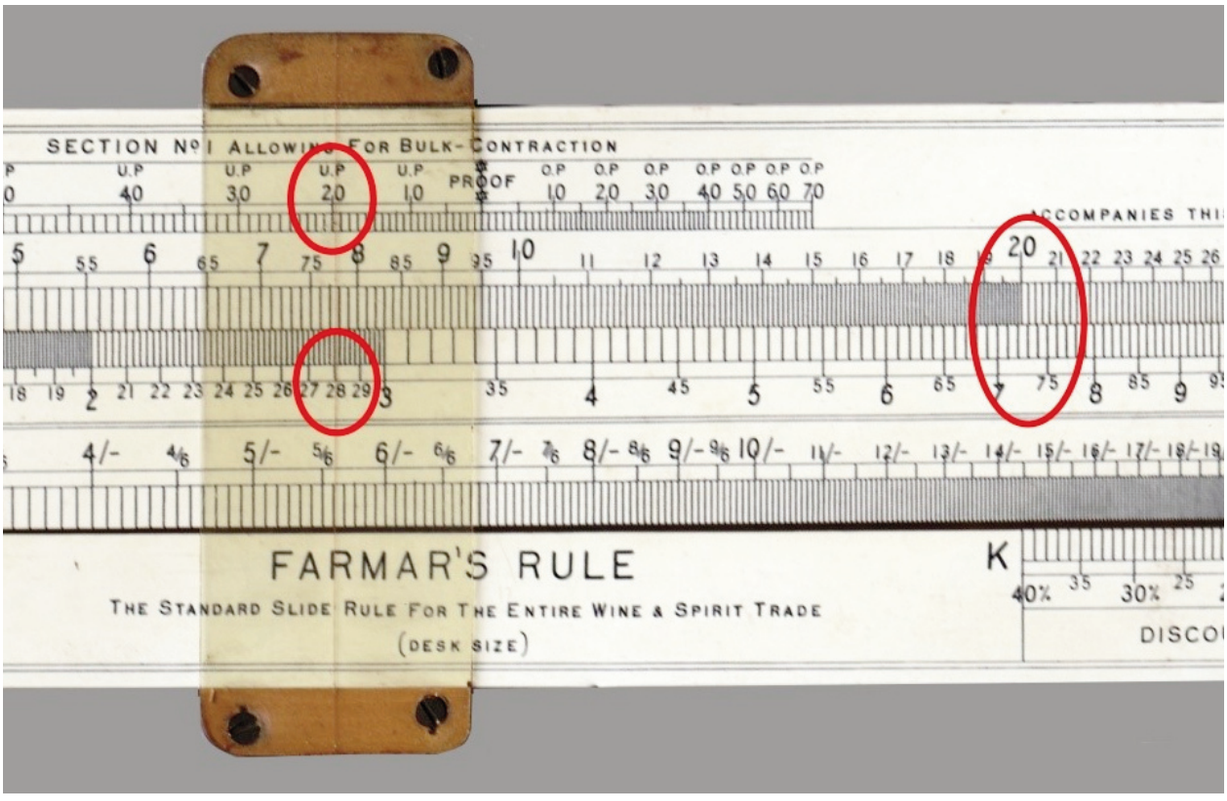
Eine große Verbreitung fand FARMAR'S RULE, ein Standard-Rechenschieber für den gesamten Wein- und Spirituosenhandel, der Anfang des 20. Jahrhunderts erstmals zusammen mit einer ausführlichen Anleitung verkauft wurde. Er wurde häufig verbessert, die Anleitung jeweils angepasst. Die frühen Exemplare waren aus Buchsbaum gefertigt, spätere aus Holz mit aufgeleimtem Zelluloid.

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 hinzugegeben werden, und welche neue Menge erhält man?

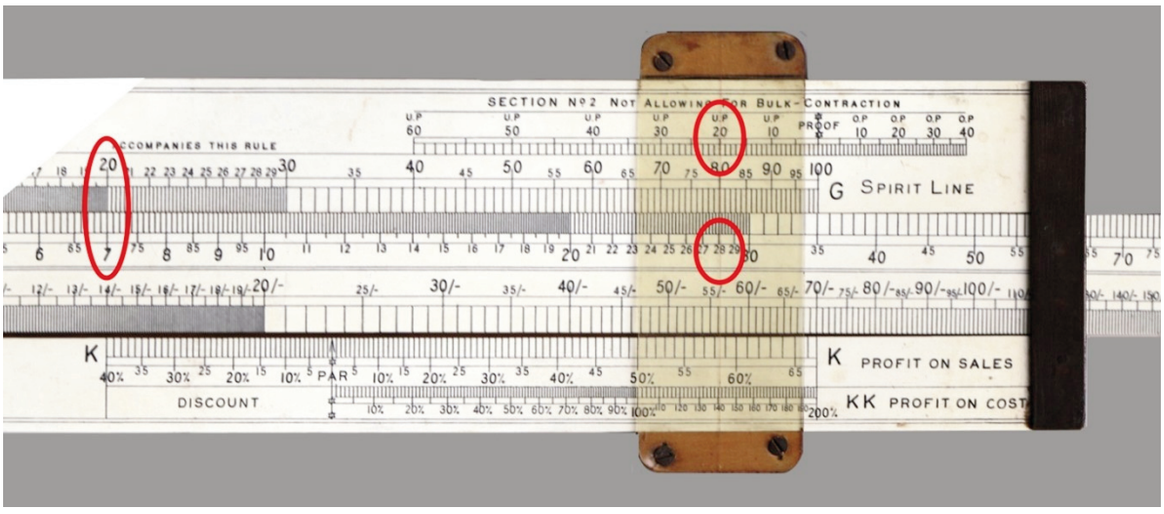
Das Verfahren wird in der folgenden Abbildung gezeigt



Zunächst wird die Differenz beider Stärken gebildet, also 20 + 8 = 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 (nächste Abbildung) 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%.

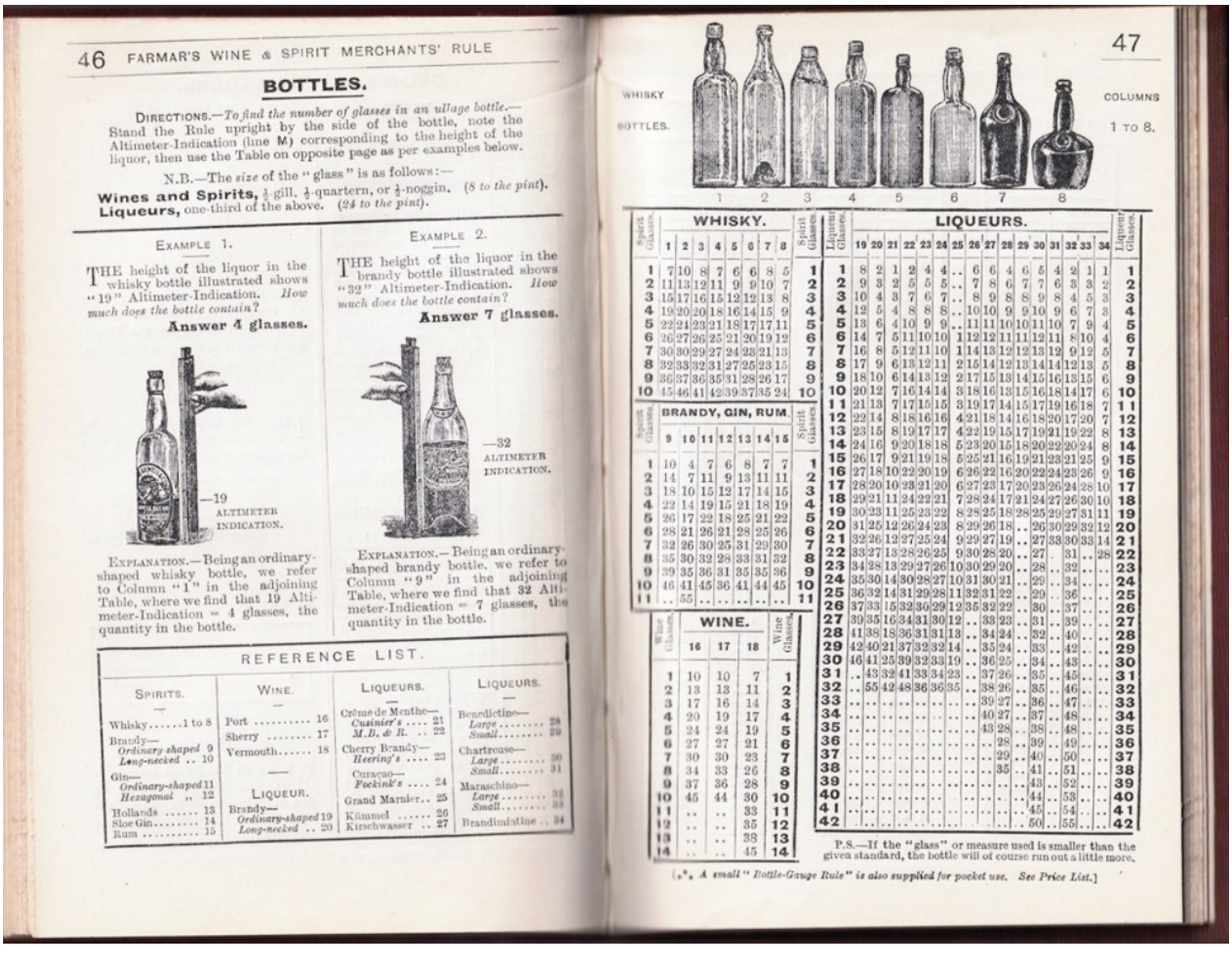
Auf einem älteren Rechenschieber findet man auf den Kanten Skalen, die die Volumen-kontraktion in Abhängigkeit von der



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.

Die Bestimmung des Alkoholgehaltes

Eine Beispielrechnung



46 FARMAR'S WINE & SPIRIT MERCHANTS' RULE

BOTTLES.

DIRECTIONS.—*To find the number of glasses in an ullage bottle.*— Stand the Rule upright by the side of the bottle, note the Altimeter-Indication (line M) corresponding to the height of the liquor, then use the Table on opposite page as per examples below.

N.B.—The *size* of the "glass" is as follows:—

Wines and Spirits, ¼ gill, ½-quartern, or ½-noggin. (*8 to the pint*).
Liqueurs, one-third of the above. (*24 to the pint*).

EXAMPLE 1.

THE height of the liquor in the whisky bottle illustrated shows "19" Altimeter-Indication. *How much does the bottle contain?*

Answer 4 glasses.

—19 ALTIMETER INDICATION.

EXPLANATION.—Being an ordinary-shaped whisky bottle, we refer to Column "1" in the adjoining Table, where we find that 19 Altimeter-Indication = 4 glasses, the quantity in the bottle.

EXAMPLE 2.

THE height of the liquor in the brandy bottle illustrated shows "32" Altimeter-Indication. *How much does the bottle contain?*

Answer 7 glasses.

—32 ALTIMETER INDICATION.

EXPLANATION.—Being an ordinary-shaped brandy bottle, we refer to Column "9" in the adjoining Table, where we find that 32 Altimeter-Indication = 7 glasses, the quantity in the bottle.

REFERENCE LIST.

SPIRITS.	WINE.	LIQUEURS.	LIQUEURS.
Whisky.....1 to 8	Port 16	Crème de Menthe—	Benedictine—
Brandy—	Sherry 17	Cusinier's 21	*Large* 28
Ordinary-shaped 9	Vermouth..... 18	*M.B. & R.* .. 22	*Small*..... 29
Long-necked .. 10		Cherry Brandy—	Chartreuse—
Gin—	LIQUEUR.	*Heering's* 23	*Large* 30
Ordinary-shaped 11	Brandy—	Curaçao—	*Small*..... 31
Hexagonal „ 12	*Ordinary-shaped* 19	*Pockink's* 24	Maraschino—
Hollands 13	*Long-necked* .. 20	Grand Marnier.. 25	*Large* 32
Sloe Gin..... 14		Kümmel 26	*Small*..... 33
Rum 15		Kirschwasser .. 27	Brandimaline .. 34

47

WHISKY BOTTLES.

COLUMNS 1 TO 8.

1 2 3 4 5 6 7 8

WHISKY. | **LIQUEURS.**

Spirit Glasses.	1	2	3	4	5	6	7	8	Spirit Glasses.
1	7	10	8	7	6	6	8	5	1
2	11	13	12	11	9	9	10	7	2
3	15	17	16	15	12	12	13	8	3
4	19	20	20	18	16	14	15	9	4
5	22	24	23	21	18	17	17	11	5
6	26	27	26	25	21	20	19	12	6
7	30	30	29	27	24	23	21	13	7
8	32	33	32	31	27	25	23	15	8
9	36	37	36	35	31	28	26	17	9
10	45	46	41	42	39	37	35	24	10

Liqueur Glasses.	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	Liqueur Glasses.
1	8	2	1	2	4	4	..	6	6	4	6	5	4	2	1	1	1
2	9	3	2	5	5	5	..	7	8	6	7	7	6	3	3	2	2
3	10	4	3	7	6	7	..	8	9	8	8	9	8	4	5	3	3
4	12	5	4	8	8	8	..	10	10	9	9	10	9	6	7	3	4
5	13	6	4	10	9	9	..	11	11	10	10	11	10	7	9	4	5
6	14	7	5	11	10	10	1	12	12	11	11	12	11	8	10	4	6
7	16	8	5	12	11	10	1	14	13	12	12	13	12	9	12	5	7
8	17	9	6	13	12	11	2	15	14	12	13	14	14	12	13	5	8
9	18	10	6	14	13	12	2	17	15	13	14	15	16	13	15	6	9
10	20	12	7	16	14	14	3	18	16	13	15	16	18	14	17	6	10
11	21	13	7	17	15	15	3	19	17	14	15	17	19	16	18	7	11
12	22	14	8	18	16	16	4	21	18	14	16	18	20	17	20	7	12
13	23	15	8	19	17	17	4	22	19	15	17	19	21	19	22	8	13
14	24	16	9	20	18	18	5	23	20	15	18	20	22	20	24	8	14
15	26	17	9	21	19	18	5	25	21	16	19	21	23	21	25	9	15
16	27	18	10	22	20	19	6	26	22	16	20	22	24	23	26	9	16
17	28	20	10	23	21	20	6	27	23	17	20	23	26	24	28	10	17
18	29	21	11	24	22	21	7	28	24	17	21	24	27	26	30	10	18
19	30	23	11	25	23	22	8	28	25	18	28	25	29	27	31	11	19
20	31	25	12	26	24	23	8	29	26	18	..	26	30	29	32	12	20
21	32	26	12	27	25	24	9	29	27	19	..	27	33	30	33	14	21
22	33	27	13	28	26	25	9	30	28	20	..	27	..	31	..	28	22
23	34	28	13	29	27	26	10	30	29	20	..	28	..	32	..	..	23
24	35	30	14	30	28	27	10	31	30	21	..	29	..	34	..	..	24
25	36	32	14	31	29	28	11	32	31	22	..	29	..	36	..	..	25
26	37	33	15	32	30	29	12	35	32	22	..	30	..	37	..	..	26
27	39	35	16	34	31	30	12	..	33	23	..	31	..	39	..	..	27
28	41	38	18	36	31	31	13	..	34	24	..	32	..	40	..	..	28
29	42	40	21	37	32	32	14	..	35	24	..	33	..	42	..	..	29
30	46	41	25	39	32	33	19	..	36	25	..	34	..	43	..	..	30
31	..	43	32	41	33	34	23	..	37	26	..	35	..	45	..	..	31
32	..	55	42	48	36	36	35	..	38	26	..	35	..	46	..	..	32
33	..	..	..	..	..	..	..	..	39	27	..	36	..	47	..	..	33
34	..	..	..	..	..	..	..	..	40	27	..	37	..	48	..	..	34
35	..	..	..	..	..	..	..	43	28	..	38	..	48	..	..	..	35
36	..	..	..	..	..	..	..	..	28	..	39	..	49	..	..	..	36
37	..	..	..	..	..	..	..	..	29	..	40	..	50	..	..	..	37
38	..	..	..	..	..	..	..	35	..	41	..	51	..	..	..	..	38
39	..	..	..	..	..	..	..	..	43	..	52	..	..	..	..	..	39
40	..	..	..	..	..	..	..	..	44	..	53	..	..	..	..	..	40
41	..	..	..	..	..	..	..	..	45	..	54	..	..	..	..	..	41
42	..	..	..	..	..	..	..	..	50	..	55	..	..	..	..	..	42

WINE.

Wine Glasses.	16	17	18	Wine Glasses.
1	10	10	7	1
2	13	13	11	2
3	17	16	14	3
4	20	19	17	4
5	24	24	19	5
6	27	27	21	6
7	30	30	23	7
8	34	33	26	8
9	37	36	28	9
10	45	44	30	10
11	..	..	33	11
12	..	..	35	12
13	..	..	38	13
14	..	..	45	14

P.S.—If the "glass" or measure used is smaller than the given standard, the bottle will of course run out a little more.

[*** *A small "Bottle-Gauge Rule" is also supplied for pocket use. See Price List.*]

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 berechnet werden können, allerdings wird in allen Fällen nicht berücksichtigt, wie bauchig die Fässer sind.

In der Anleitung nimmt das Kapitel „Stocktaking“ (Inventur) einen breiten Raum ein, was nicht verwunderlich ist, 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 Altmeter-Skalen ließen sich für die gebräuchlichsten Flaschen die Inhalte in Anzahl Gläser aus der Gebrauchsanleitung entnehmen. Das Verfahren zeigen die Seiten 46 & 47. Alternativ benutzte man dazu auch spezielle Schablonen.