Englische logarithmische Recheninstrumente des 17. und 18. Jahrhunderts für Astronomie, Navigation und Landvermessung

Werner H. Rudowski

Inhalt

1. Es begann mit den Logarithmen
2. Die ersten logarithmischen Stäbe
3. Frühe *Gunter's Scales*
4. *Standard* oder *Common Gunter's*
5. Wer hat den *Standard* oder *Common Gunter* erfunden?
6. *Donn's Improved Navigation Scale*
7. Skalen auf dem *Standard Gunter*
8. *Gunter's Crosse Staffe, Oughtred's Two Rulers for Calculation* und *Bissaker's Slide Rule*
9. *Partridge's Double Scale of Proportion* und der *Sliding Gunter*
10. Der englische Sector
11. Der *Triangular Quadrant*
12. Literatur

Englische logarithmische Recheninstrumente des 17. und 18. Jahrhunderts für Astronomie, Navigation und Landvermessung

1. Es begann mit den Logarithmen

Seit der Entdeckung der Logarithmen standen trigonometrische Berechnungen im Mittelpunkt. Schon die erste Logarithmentafel, die *Mirifici Logarithmorum Canonis Descriptio* des Schotten *John Napier* von 1614 [1] enthält nur die Logarithmen für den Sinus. *Napier* hatte sie für eine Basis berechnet, die der Eulerschen Zahl „e“ sehr nahe kommt. Abbildung 1 zeigt die Seite aus *Napiers* Werk für den Logarithmus von sin 30°. Man liest den Wert 6931469 ab. Er weicht nur leicht vom natürlichen Logarithmus mit 0,6931472 … ab. In Abstimmung mit *Napier* berechnete *Henry Briggs* die Logarithmen der ganzen Zahlen zur Basis „10“ und veröffentlichte 1617 die ersten dekadischen Logarithmen in seiner Schrift *Logarithmorum Chilias Prima* [2]. Die umfassende Tafel mit den Logarithmen der Zahlen von 1 bis 100 000 erschien 1624 mit einer Genauigkeit von 14 Stellen in seinem Hauptwerk *Arithmetica Logarithmica* [3].

Unter dem Titel *Canon Triangulorum* brachte *Edmund Gunter* 1620 die erste dekadische Tafel für die Winkelfunktionen heraus. In Abbildung 2 ist eine Seite aus der zweiten Auflage von 1623 wiedergegeben [4]. *Gunter* hat eine für uns fremde Darstellung der Winkelfunktionen gewählt. Wir alle kennen den Sinus von 30°=0,5 und davon den Logarithmus log (sin 30°) = -0,30103 … .

Gunters Tafel zeigt: $\log (10^{10} * \sin \alpha) = 10 + \log(\sin \alpha) = 9{,}69897$

Gr. 30

30 mi.	Sinus	Logarithmi	+ | − Differentia	Logarithmi	Sinus	
0	5000000	6931469	5493059	1438410	8660254	60
1	5002519	6926432	5486342	1440090	8658799	59
2	5005038	6921399	5479628	1441771	8657344	58
3	5007556	6916369	5472916	1443453	8655888	57
4	5010074	6911342	5466206	1445136	8654431	56
5	5012591	6906319	5459498	1446821	8652973	55
6	5015108	6901299	5452792	1448507	8651514	54
7	5017624	6896282	5446088	1450194	8650055	53
8	5020140	6891269	5439387	1451882	8648595	52
9	5022656	6886259	5432688	1453571	8647134	51
10	5025171	6881253	5425992	1455261	8645673	50
11	5027686	6876250	5419298	1456952	8644211	49
12	5030200	6871250	5412605	1258645	8642748	48
13	5032714	6866254	5405915	1460339	3641284	47
14	5035227	6861261	5399227	1462034	8639820	46
15	5037740	6856271	5392541	1463730	8638355	45
16	5040253	6851285	5385858	1465427	8636889	44
17	5042765	6846302	5379177	1497125	8635423	43
18	5045277	6841323	5372499	1468824	8633956	42
19	5047788	6836347	5365822	1470525	8632488	41
20	5050299	6831374	5359147	1472227	8631019	40
21	5052809	6826405	5352475	1473930	8629549	39
22	5055319	6821439	5345805	1475634	8628079	38
23	5057829	6816476	5339137	1477339	8626608	37
24	5060338	6811516	5332471	1479045	8625137	36
25	5062847	6806560	5325808	1480752	8623665	35
26	5065355	6801607	5319147	1482460	8622192	34
27	5067863	6796657	5312488	1484169	8620718	33
28	5070370	6791710	5305831	1485879	8619243	32
29	5072877	6786767	5299177	1487590	8617768	31
30	5075384	6781827	5292525	1489302	8616292	30

59

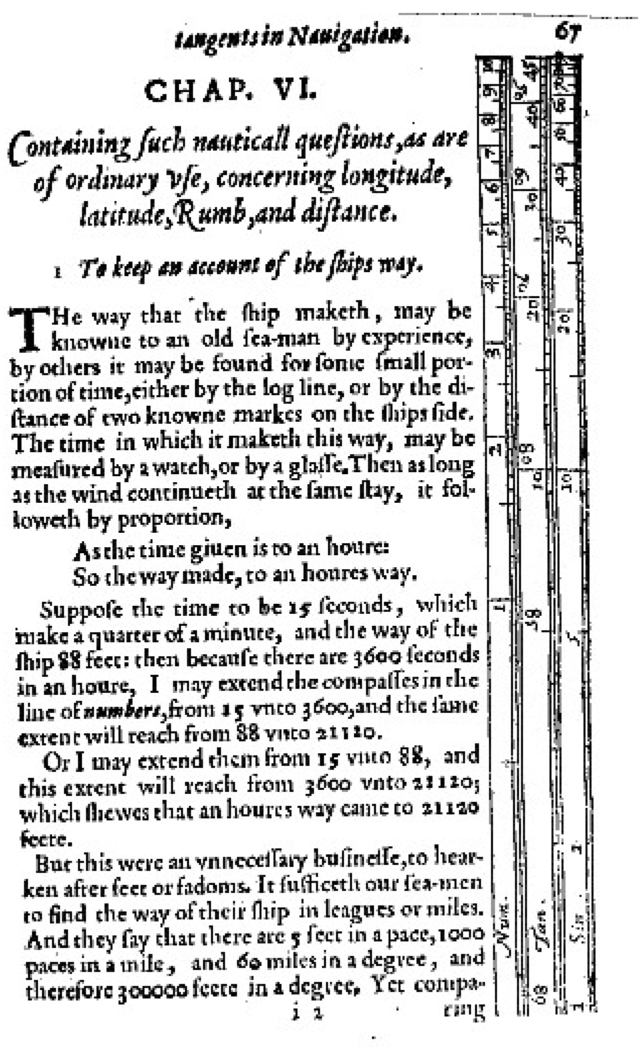
Abb. 1

M	Sin. 30.		Tan. 30.		
0	9698,9700	9937,5306	9761,4393	10238,5606	60
1	9699,1887	9937,4576	9761,7310	10238,2689	59
2	9699,4073	9937,3846	9762,0226	10237,9773	58
3	9699,6257	9937,3116	9762,3141	10237,6858	57
4	9699,8440	9937,2385	9762,6056	10237,3944	56
5	9700,0622	9937,1653	9762,8969	10237,1031	55
6	9700,2802	9937,0921	9763,1881	10236,8118	54
7	9700,4981	9937,0188	9763,4792	10236,5207	53
8	9700,7158	9936,9455	9763,7702	10236,2297	52
9	9700,9333	9936,8722	9764,0611	10235,9388	51
10	9701,1508	9936,7988	9764,3520	10235,6480	50
11	9701,3680	9936,7253	9764,6427	10235,3572	49
12	9701,5852	9936,6518	9764,9333	10235,0666	48
13	9701,8021	9936,5783	9765,2238	10234,7761	47
14	9702,0190	9936,5047	9765,5143	10234,4856	46
15	9702,2357	9936,4310	9765,8046	10234,1953	45
16	9702,4522	9936,3573	9766,0949	10233,9050	44
17	9702,6686	9936,2836	9766,3850	10233,6149	43
18	9702,8849	9936,2098	9766,6751	10233,3248	42
19	9703,1010	9936,1359	9766,9651	10233,0349	41
20	9703,3170	9936,0620	9767,2549	10232,7450	40
21	9703,5328	9935,9881	9767,5447	10232,4552	39
22	9703,7485	9935,9141	9767,8344	10232,1655	38
23	9703,9641	9935,8400	9768,1240	10231,8759	37
24	9704,1795	9935,7659	9768,4135	10231,5864	36
25	9704,3947	9935,6918	9768,7029	10231,2971	35
26	9704,6098	9935,6176	9768,9922	10231,0078	34
27	9704,8248	9935,5434	9769,2814	10230,7185	33
28	9705,0396	9935,4691	9769,5705	10230,4294	32
29	9705,2543	9935,3947	9769,8595	10230,1404	31
30	9705,4688	9935,3203	9770,1485	10229,8515	30
		Sin. 59.		Tan. 59.	M

Abb. 2

2. Die ersten logarithmischen Stäbe

Es war auch der Professor für Astronomie *Edmund Gunter* (1581 – 1626), der als Erster auf die Idee kam, die dekadischen, *Brigg*schen Logarithmen als Strecken auf eine zwei englische Fuß lange Holzlatte aufzutragen. (Nach William Foster gab es diesen „Gunter's Ruler" sogar in einer Länge von sechs Fuß, d.h. 1,83 m.) Erhalten geblieben ist keins von *Gunters* Exemplaren, wir finden aber im zweiten Buch seiner *Description and Use of the Sector, Crosse-Staff and other Instruments* von 1623/24 [5] u.a. auf den Seiten 31, 67 und 98 eine kleine Zeichnung davon (Abbildung 3). Beschrieben hatte er die Erfindung bereits 1620 in seinem *Canon Triangulorum.*



tangents in Nauigation. 67

CHAP. VI.

Containing ſuch nauticall queſtions, as are of ordinary vſe, concerning longitude, latitude, Rumb, and diſtance.

1 To keep an account of the ſhips way.

THe way that the ſhip maketh, may be knowne to an old ſea-man by experience, by others it may be found for ſome ſmall portion of time, either by the log line, or by the diſtance of two knowne markes on the ſhips ſide. The time in which it maketh this way, may be meaſured by a watch, or by a glaſſe. Then as long as the wind continueth at the ſame ſtay, it followeth by proportion,

As the time giuen is to an houre:
So the way made, to an houres way.

Suppoſe the time to be 15 ſeconds, which make a quarter of a minute, and the way of the ſhip 88 feet: then becauſe there are 3600 ſeconds in an houre, I may extend the compaſſes in the line of *numbers*, from 15 vnto 3600, and the ſame extent will reach from 88 vnto 21120.

Or I may extend them from 15 vnto 88, and this extent will reach from 3600 vnto 21120; which ſhewes that an houres way came to 21120 feete.

But this were an vnneceſſary buſineſſe, to hearken after feet or fadoms. It ſufficeth our ſea-men to find the way of their ſhip in leagues or miles. And they ſay that there are 5 feet in a pace, 1000 paces in a mile, and 60 miles in a degree, and therefore 300000 feete in a degree. Yet compa-

i 2 ring

Abb. 3

Gunters Skala beginnt bei etwa 0,175 und reicht bis 10, umfasst also nicht ganz zwei Dekaden. Die Sinus-Skala beginnt bei 1° und endet bei 90°. Für 1° liest man bei *Gunter* den Logarithmus 0,175 ab, korrekt sind aber rund 0,0175, alle abgelesenen Sinus-Werte sind also durch 10 zu teilen. Gleiches gilt für den Tangens, der ebenfalls bei 1° beginnt und bei 45° endet. Vermerkt sind auch Werte für den Cotangens von 45° bis 89°.

Neben allgemeinen geometrischen Aufgaben behandelt *Gunter* besonders solche aus der Astronomie, der Navigation und der Vermessung, einschließlich der sphärischen Trigonometrie. Über *Gunters Crosse Staffe* wird später noch berichtet.

Es soll nur kurz noch eine weitere Skalenkombination erwähnt werden, die *Edmund Wingate*, ein Freund *Gunters,* 1624 während seines Aufenthaltes in Paris unter dem Titel *L'Usage de la Règle de Proportion ..."* veröffentlicht hat, die einige Skalen mehr aufweist und deutlich präziser ist [6, 7].

Gunter's Line of Numbers hatte anfangs nur die abgebildeten drei Skalen. Die *Common Gunter's Scale*, wie wir sie ab dem 18. Jahrhundert kennen, mit vielen Skalen auf beiden Seiten, wurde in vielen Schritten von verschiedenen Autoren und Instrumentenbauern schrittweise entwickelt. Darüber wird in einem späteren Kapitel berichtet.

3. Frühe *Gunter's Scales*

Aus der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts sind drei frühe *Gunter's Scales* bekannt, die beweisen, dass bereits um oder gar vor 1650 weitere Skalen hinzugefügt waren. Die älteste ist signiert und datiert mit ***H: Sutton** fecit 1652*, ist 12 englische Zoll lang und aus Messing gefertigt. Sie wurde 1998 bei Phillips in London versteigert (Fotos findet man auf Seite 30 im Bulletin No. 59 der Scientific Instrument Society) [8]. Auf der Vorderseite gibt es die Skalen:

N (3- 1- 10)		
S (2° - 90°)		
T (2° - 45°); Cot (45° - 2°)		
H = 0 - VI);	R (0 -9);	H (0 – VI)
R (0 – 8);	L (60 – 0);	C (0 – 90)
C (0 -90);	C (0 – 90)	
Zoll-Maßstab:	1:30	unbenannte Skala (R, C, D/C, 24, C, 12, D/C, 6, S, F, F, N)
„	1:40	S (100 – 0?)
„	1:50	P (200 – 0)

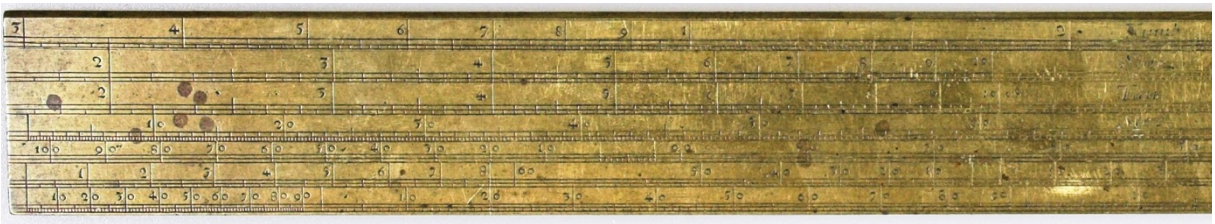
Die Skalen N, S und T entsprechen *Gunter's* Konzept, die übrigen nicht-logarithmischen hat *Sutton* hinzugefügt. Sie sind für die Seefahrt und zur Konstruktion von Sonnenuhren bestimmt und werden in einem späteren Kapitel erklärt.
Erstmals gibt es auf der Rückseite zwei Diagonalmaßstäbe mit Unterteilungen für 1 Zoll (rechts) und ½ Zoll (links). Bei einem Maßstab ist 1 englischer Fuß in 12, beim anderen in 10 gleiche Teile unterteilt. Die Kanten tragen dezimal geteilte Maßstäbe, wobei 1 Fuß wiederum aus 12 bzw. 10 Einheiten besteht. An einem Ende findet man die Signatur und die Datierung.

Undatiert aber signiert ist eine zweite, ebenfalls 12 Zoll lange *Gunter's Scale* aus Messing von ***Walter Hayes***, der von 1648 bis 1695 tätig war [9, 10] und in vielen Büchern um die Mitte des Jahrhunderts, in denen mathematische Instrumente beschrieben werden, als hervorragender Hersteller gepriesen wird. Abbildungen 4a/b zeigen die rechte und linke Hälfte der Vorderseite, Abbildung 5 das linke Ende der Rückseite mit der Signatur und einem Teil des Diagonalmaßstabs.

Auf der vorderen Seite findet man von oben die Skalen:

- Numb (3 - 1 – 10)
- Sine (2° - 90°)
- Tan (2° - 45°)
- Mer (0° - 82°)
- Diverse mit L, C, und H bezeichnete Skalen für verschiedene Radien r, die wieder später näher beschrieben werden.

Die Rückseite weist neben dem Diagonalmaßstab an den Kanten dezimal geteilte Zollmaßstäbe auf, einmal ist der Fuß in 12, das andere Mal in 10 gleiche Teile unterteilt.



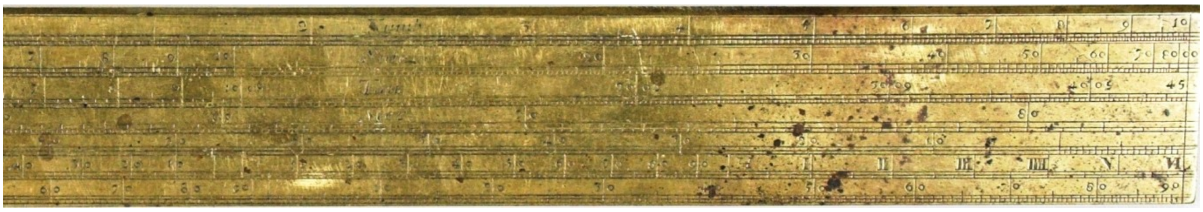
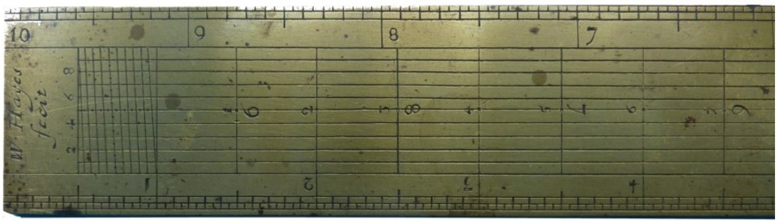


Abb. 4a/b



Fotos: Jane Rees

Abb. 5

Peter Delehar besitzt eine 24 Inch *Gunter's Scale* aus Buchsbaum, die auf der Rückseite mit *Thomas Annand 1683* signiert und datiert ist. Ein Hersteller *Thomas Annand* ist bisher unbekannt, möglicherweise ist es der ursprüngliche Besitzer. Das Instrument ist stark gebogen, aber sonst gut erhalten. Es stellt einen weiteren Schritt zum *Common Gunter* dar. Auf der Vorderseite sind bis auf die V * S - Skala (Versed Sine) alle Skalen des *Common Gunter* bereits vorhanden. Der linke Teil der Rückseite wird von einem Diagonalmaßstab belegt, rechts findet man neben einem dezimal geteilten Zollmaßstab einen weiteren, bei dem 10 Zoll in 200 gleiche Teile unterteilt sind. Außerdem sind hier die Skalen *LEA, Rum, Lon* und *Cho* aufgetragen, also nur ein Drittel der auf den *Common Gunter's* platzierten.

Eine sehr frühe *Gunter's Scale* aus Buchsbaum mit einer Länge von 24 englischen Zoll hat ***Andrew Craigie*** 1698 gefertigt. Ende des 17. Jahrhunderts ist die Entwicklung der *Gunter's Scale* praktisch abgeschlossen, denn *Craigie's Scale* unterscheidet sich kaum noch von den *Common Gunter's* des 18. Und 19. Jahrhunderts. Signatur und Datum findet man auf der Rückseite rechts unten (Abbildung 6). Abbildungen 7 und 8 zeigen zum Vergleich die rechten Vorderseiten eines späteren *Common Gunter* (oben) und von *Craigie's Scale.*

Abb. 6

Abb. 7 & 8

Die weitgehende Ähnlichkeit erkennt man ebenfalls an der Rückseite (Abbildungen 9 & 10 sind Ausschnitte aus der Mitte).

Andrew Craigie ist bei Gloria Clifton [9] nicht als Hersteller erwähnt. Man findet dort jedoch einen Craigie, George, der um 1685 in Kirkwall, dem Hauptort der schottischen Orkney Inseln, als Hersteller von einfachen Skalen und Waagen gelistet ist. Vielleicht war er der Vater von Andrew.

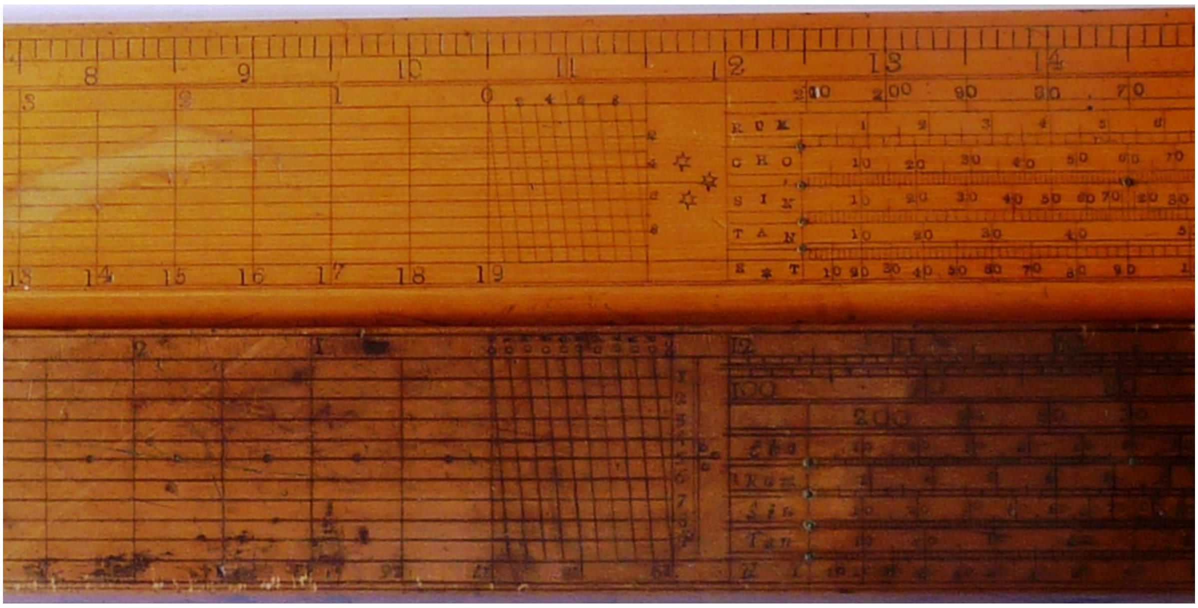


Abb. 9 & 10

Diese *Gunter's Rule* mit einer Länge von 24 englischen Zoll ist auch nach über 300 Jahren noch gerade, kaum gebogen und nicht verdreht. Sie ist allerdings stark nachgedunkelt und mit Tintenflecken verschmutzt; ein Beweis für häufigen Gebrauch.

Die Außenmaße sind: 609,5 * 43 * 5 (mm). Auf der ersten Seite findet man diese Skalen:

S•R (Sines of Rhumbs) (log):	1 ÷ 8
T•R (Tangent of Rhumbs) (log):	1 ÷ 4 (4 ÷ 7)
Num (log):	1 ÷ 10 ÷ 10 (r = 287 mm = 11.3″)
Sin (log):	35′ ÷ 90°
V•S (log):	≈ 168° - 0°
Tan (log):	35′ ÷ 45°
Mer:	85° ÷ 0°
E•P:	180 ÷ 0

Die linke Hälfte der anderen Seite enthält einen Diagonalmaßstab mit einer Gesamtlänge von 287 mm (11,25 engl. Zoll). Das ist auch die Länge einer logarithmischen Dekade der *Numb*-Skala auf der Vorderseite.

Auf der rechten Seite hat *Craigie* nicht-logarithmische Skalen aufgetragen, wie sie auch auf späteren *Gunter's Scales* zu finden sind (Abbildungen 9 & 10).

Auch das Science Museum in London besitzt eine 24 Zoll lange *Gunter's Scale* aus dem späten 17. Jahrhundert. Sie ist nicht signiert und datiert, ebenfalls aus Buchsbaum gefertigt und weist laut der Beschreibung die gleichen Skalenkombinationen auf wie *Craigie's* Instrument [11, Katalog-Nr. 85].

Es gibt noch eine weitere frühe *Gunter's Scale* aus Messing (Abbildungen 11a/b), die leider nicht datiert und signiert ist, die aber einem Instrument aus der Sammlung eines holländischen Sammlers sehr ähnelt. Dieses ist signiert mit *I. Coggs Fecit*, der laut Clifton [9] von 1718 bis 1733 tätig war. Sie misst 18 englische Zoll (45,7 cm) und weist auf der Vorderseite, wie *Gunter's Line of Numbers,* nur drei Skalen auf:

- Numb (1 -1 - 10)
- Sin (40´ - 90°)
- Tan (40´- 45°)

Die Rückseite ist halbiert, links gibt es Verkleinerungsmaßstäbe, bezeichnet mit 11, 12, 16, 24, 32 und 48 (Abbildung 12). Die Skalen beginnen jeweils mit einem dezimal geteilten englischen Zoll für den angegebenen Maßstab; für den Maßstab „11“ sind das: 11:12*25,4 = 23,28 mm. Erst dann beginnen die Skalen bei „0“. Auf diese Weise konnte man sich die weitere Unterteilung ersparen. Mysteriös sind zwei nicht linear geteilte, reziproke C – Skalen rechts von den Maßstäben „32“ und „48“. Der rechte Teil enthält zwei geschickt verschachtelte Diagonalmaßstäbe für einen und zwei Zoll.

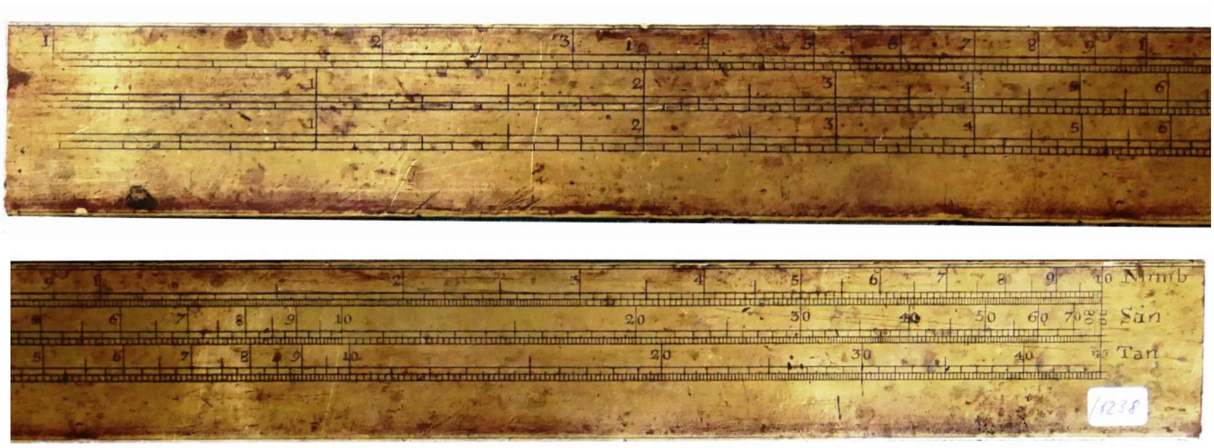


Abb. 11 a/ b

Abb. 12

4. *Standard* oder *Common Gunter‘s*

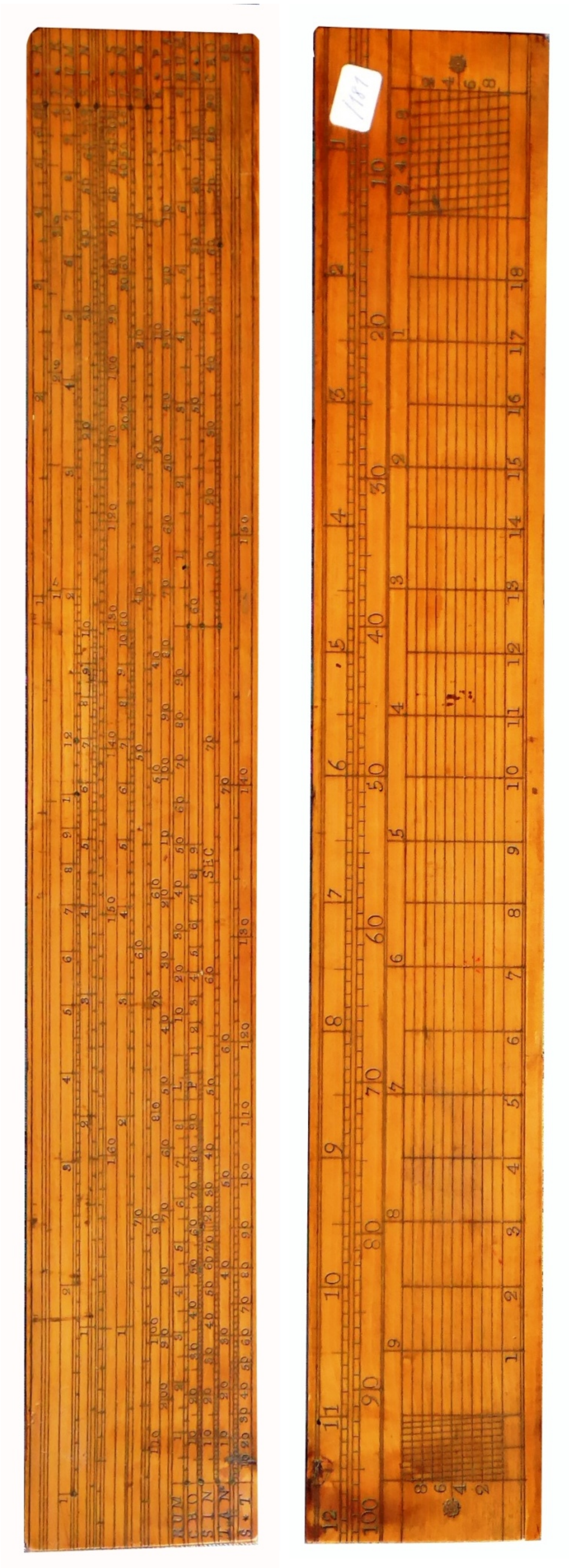
Die oben beschriebene *Gunter’s Scale* von *Andrew Craigie* kann bereits als *Common Gunter* bezeichnet werden. Vom Beginn des 18. bis zum Ende des 19. Jahrhunderts wurde eine riesige Anzahl davon gefertigt, die meisten in einer Länge von 24 englischen Zoll, viele aber auch in 12 Zoll. Für fast alle wurde Buchsbaum verwendet, es gibt aber auch einige wenige aus Elfenbein. Auf keinem Schiff durfte eine *Gunter‘ Scale* fehlen. Das erklärt, dass auch heute noch viele davon existieren und auf Antikmärkten, bei Auktionen und bei eBay zu erwerben sind. Nur sehr wenige *Gunter’s* sind signiert und datiert. Es ist zu vermuten, dass viele Exemplare (illegal) kopiert wurden und deutlich billiger waren als die von renommierten Herstellern. Natürlich hat die Genauigkeit durch mehrfaches Kopieren gelitten. Schon ein nicht repräsentativer Vergleich von einigen Stücken zeigt Abweichungen von bis zu 5%, dennoch ist der durchschnittliche Fehler nicht sehr hoch und war wohl für den Seemann akzeptabel. Die folgenden Abbildungen 14a-d zeigen Vorder- und Rückseiten einer 24 Zoll langen, die Abbildungen 15a-b die einer 12 Zoll langen *Gunter’s Scale.*

Einige ungewöhnliche Exemplare befinden sich in einer englischen Privatsammlung, u.a. ein vermutlich spätes Exemplar mit metrischem Maßstab. Interessant ist auch eine auf 18 Zoll gekürzte *Gunter’s Scale*, die auf der Vorderseite nur die Skalen *Numbers, Sine und Tang* aufweist (Abbildung 13) und auf der Rückseite neben dem üblichen Diagonalmaßstab nur diverse Verkleinerungsmaßstäbe. Dem Hersteller ist dabei ein grober Fehler unterlaufen: Die Skalen *Sine* und *Tang* sind versetzt zur *Numbers*- Skala aufgetragen. Damit sind alle abgelesenen oder abgegriffenen Werte falsch.

Es soll nicht unerwähnt bleiben, dass es auch von den englischen abweichende *Gunter’s Scales* in Holland und den Vereinigten Staaten gab, die Otto van Poelje beschrien hat [12].

Abb. 13

Abb. 14 a-d



Bei der nur 12 Zoll langen Variante nehmen der Diagonalmaßstab und die unterschiedlich geteilten Maßstäbe die komplette Rückseite ein; für die Skalen auf der rechten Seite der langen Version ist kein Platz mehr vorhanden. Alle Hersteller haben sie daher zusätzlich auf die Vorderseite gezwängt. Die Skalen, besonders aber die Ziffern und Buchstaben mussten nun extrem klein und sorgfältig aufgetragen bzw. eingeschlagen oder eingebrannt werden.

Diese zusätzlich auf die Vorderseite gebrachten Skalen sind in ihrer Länge nicht reduziert worden, die Genauigkeit hat also nicht gelitten. Anders ist das bei den übrigen Skalen, für die nur noch die halbe Länge zur Verfügung steht.

Auf vielen Skalen sind an Stellen, an denen häufig die Spitzen eines Stechzirkels angesetzt werden, kleine Messingstifte eingelassen worden, um das Holz zu schonen. Sie sind in der Mitte angekörnt.

Abb. 15 a-b

5. Wer hat den *Standard* oder *Common Gunter* erfunden?

Wie die im vorigen Kapitel beschriebenen frühen erhaltenen Exemplare zeigen, gab es eine kontinuierliche Entwicklung. Vermutlich gab es noch weitere Varianten. Allen ist gemeinsam, dass zwar die Hersteller oft bekannt sind, aber nirgends deren „geistige Väter“. Es ist möglich, dass die Hersteller schon bekannte Instrumente auf Anregung ihrer Kunden, die meist Seeleute waren, weiter entwickelt haben. In der englischen Literatur des 17. Jahrhunderts, in der mathematische Instrumente behandelt werden, erklären die Autoren oft anhand von Zeichnungen Instrumente mit einer großen Vielfalt an Skalen für unterschiedlichste Anwendungen.

Edmund Wingate (1593-1656), der schon 1624 seine *Rule of Proportions*, eine erweiterte *Gunter’s Line,* veröffentlicht hatte, hat diese in der neuen Ausgabe von 1645 [13] ergänzt. Neu sind logarithmische Skalen der natürlichen Zahlen mit einer, zwei und drei Dekaden, einer versetzten Skala, Logarithmen von Sinus und Tangens, Mantissen sowie die nicht-logarithmischen Skalen *Meridien, Chords, Gages* und Maßstäbe für englische Fuß und Zoll. Im Buch gibt es eine Zeichnung und eine Anzeige, dass dieses Instrument perfekt in Messing von Elias Allen und in Holz von Anthony Thompson gefertigt wird. Die Länge betrug 27 Zoll. Eine Zeichnung des linken Endes (Abbildung 16) findet man im lange nach seinem Tod 1683 erschienenen Buch von Brown und Atkinson „Wingate’s Rule of Proportion in Arithmetick and Geometry or Gunter’s Line …“[14].

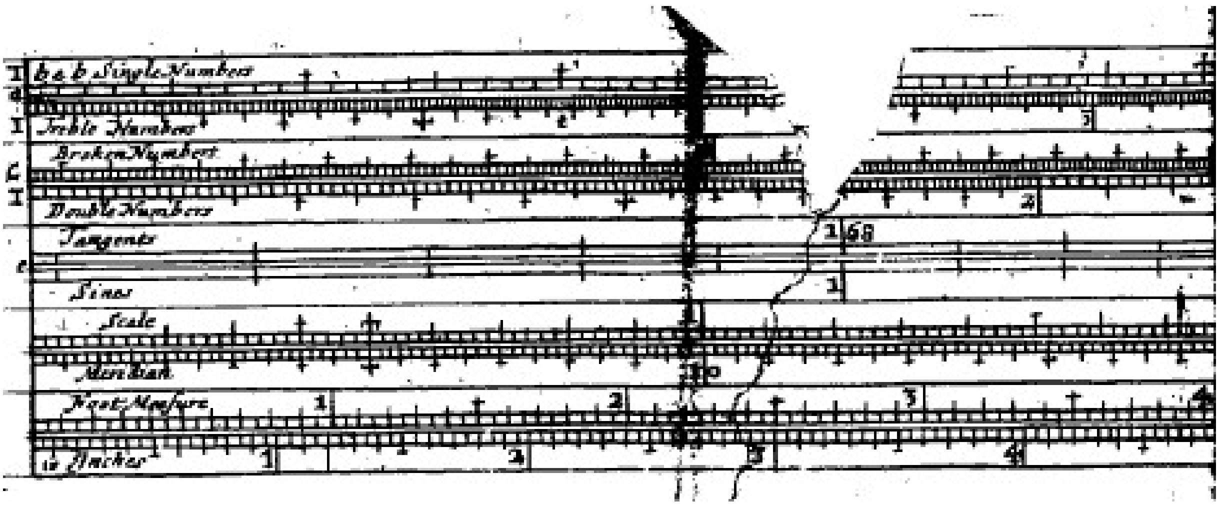
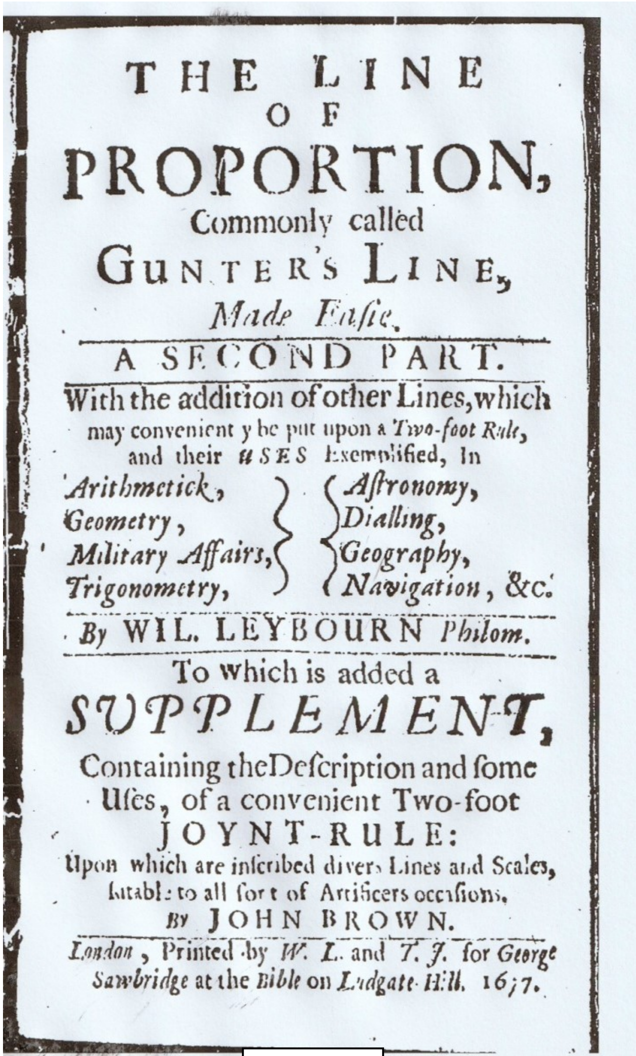


Abb. 16

William Leybourn (1626-1716) beschrieb 1667 in seinem Buch „The Line of Proportion, Commonly called Gunter’s Line ...” [15] die vielen Anwendungsmöglichkeiten von *Gunter’s Line,* eine Zeichnung fehlt leider, obwohl es einen Hinweis für den Drucker gibt, an einer bestimmten Stelle die Zeichnung einzufügen. In einer späteren Ausgabe von 1677 (Abbildung 17 zeigt die Titelseite([16] aber gibt es eine Zeichnung (Abbildung 18, Ausschnitt).



THE LINE
OF
PROPORTION,
Commonly called
GUNTER'S LINE,
Made Easie.

A SECOND PART.

With the addition of other Lines, which may conveniently be put upon a *Two-foot Rule*, and their USES Exemplified, In

Arithmetick, Geometry, Military Affairs, Trigonometry, Astronomy, Dialling, Geography, Navigation, &c.

By WIL. LEYBOURN *Philom.*

To which is added a

SUPPLEMENT,

Containing the Description and some Uses, of a convenient Two-foot JOYNT-RULE:

Upon which are inscribed divers Lines and Scales, suitable to all sort of Artificers occasions.

By JOHN BROWN.

London, Printed by *W. L.* and *T. J.* for *George Sawbridge* at the *Bible* on *Ludgate-Hill*, 1677.

Abb. 17

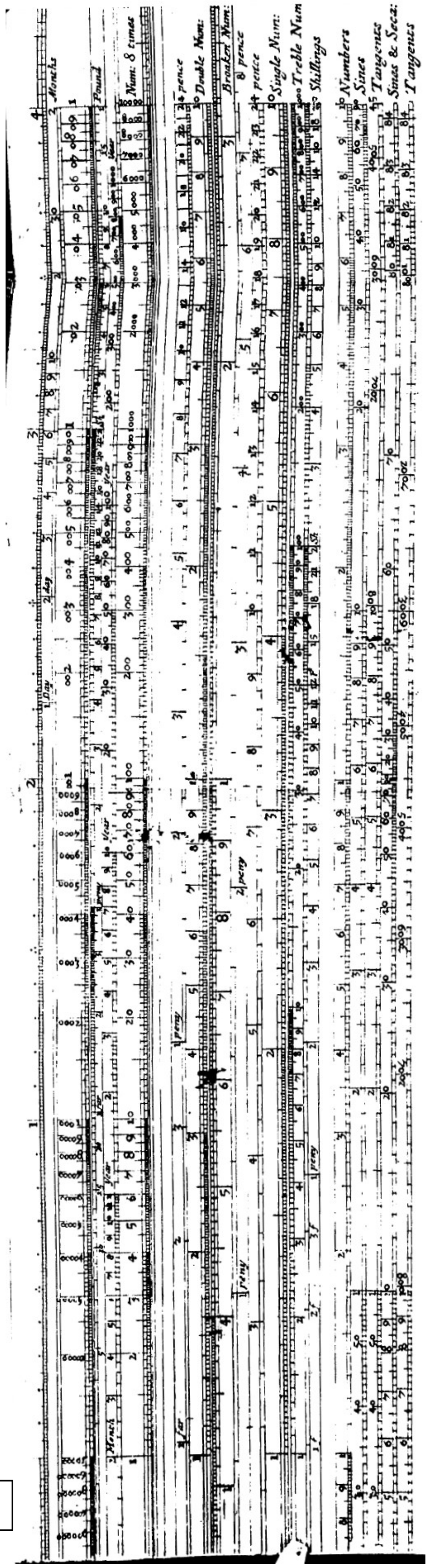


Abb. 18

Leybourn listet acht logarithmiche Skalen seines Instrumentes auf: drei Skalen der natürlichen Zahlen mit einer, zwei und drei Dekaden (einfache, Quadrat- und Kubikskala), eine versetzte Skala, Sinus- und Tangens, Sinus bis 174° 10 min, Tangens bis 84° 10 min. Für die Kanten hat er eine Skala für *Equal Parts* und eine *Chorden*-Linie vorgesehen. Er empfiehlt eine Länge von zwei englischen Fuß und nennt als mögliche Materialien Silber, Messing, Holz oder Elfenbein. Zugleich fügt er eine Anzeige des berühmten Instrumentenbauers Walter Hayes an.

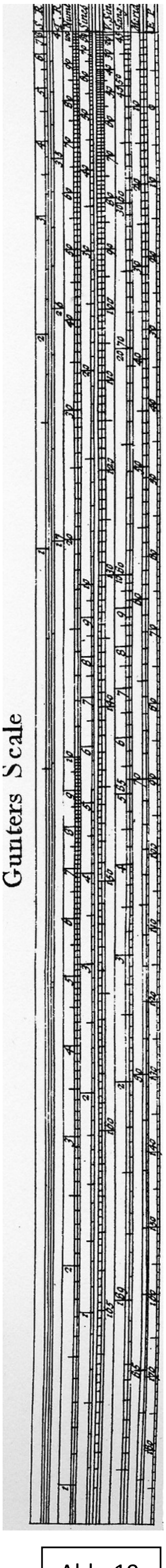


Abb. 19

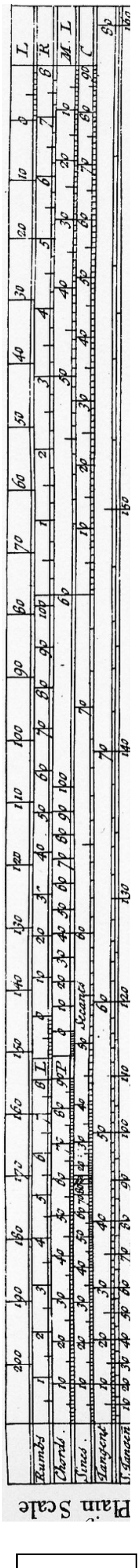


Abb. 20

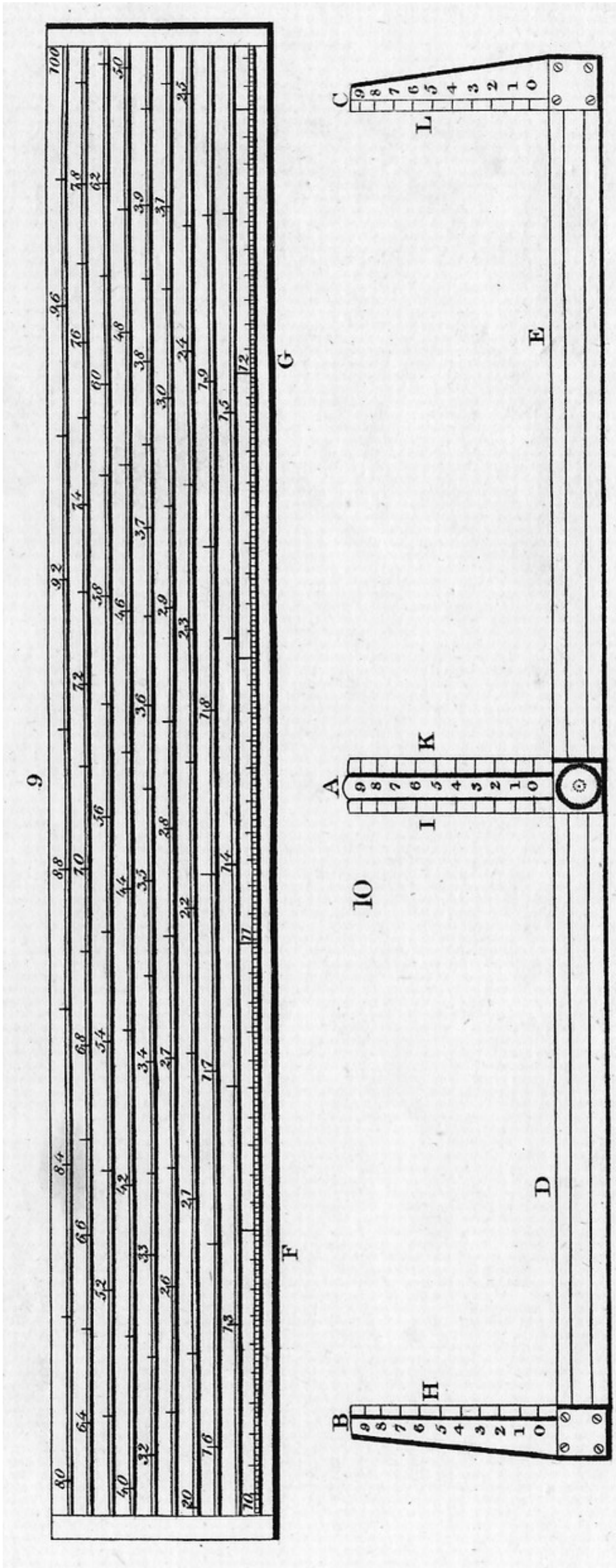


Abb. 21

In seinem sehr umfangreichen Werk beschreibt *Leybourn* noch andere Instrumente, deren Skalen auf der Zeichnung ebenfalls zu finden sind. Überhaupt gibt es eine Fülle weiterer Bücher zu Themen der Mathematik sowie zu mathematischen und wissenschaftlichen Instrumenten.

Eine sehr ähnliche Zeichnung wie Abbildung 18 findet man auch bei *John Browne* [16]. Viele andere Autoren haben im 17. Jahrhundert *Gunter's scales* beschrieben, bisher konnte ich aber darin keine Zeichnung entdecken, die als Vorlage für den *Standard Gunter* angesehen werden kann.

Eine ausführliche Beschreibung der *Gunter's Scale* hat *Edmund Stone* (1700-1768) in der Ergänzung zu *Nicolas Bion's* Meisterwerk über die Konstruktion und Anwendung mathematischer Instrumente gegeben [17]. Abbildung 19 ist die Zeichnung aus Chap. VII über die *Gunter's Scale*. Nach *Stone* ist das Instrument üblicherweise genau zwei Fuß lang (öfter auch ein Fuß) und ist aus Holz, manchmal auch Messing gefertigt. Auf der Vorderseite gibt es acht Skalen wie auf dem *Standard Gunter*. Die Skalen auf der Rückseite entsprechen der bekannten *Plain Scale* (Abbildung 20). Einen Diagonalmaßstab erwähnt *Stone* zwar nicht, es darf aber angenommen werden, dass sich der auf der sonst noch freien Fläche der Rückseite befunden hat. Einen Hinweis auf den „Erfinder" des *Standard Gunter* findet man auch bei *Stone* nicht.

Eine Erwähnung der englischen *Gunter's Scale* vermisst man bei *Leupold* [18], er beschreibt stattdessen *Michael Scheffelts Pes Mechanicus Artificialis.*

Ganz unbekannt war die *Gunter's Scale* auch in Deutschland nicht. So verfasste 1888 *Capitän Ludwig Jerrmann* eine umfangreiche Beschreibung mit dem Titel „Die Gunterscale" [19]. Im Vorwort sagt er zunächst, „jeder Navigator ist im Besitze einer Gunterscale …" um dann wenige Zeilen weiter fortzufahren: „Noch in der ersten Hälfte unseres (19.) Jahrhunderts betrachtete der Seemann die Gunterscale als ein unentbehrliches Hülfsmittel und erst als für die nautisch-astronomischen Berechnungen praktisch eingerichtete Logarithmentafeln in Aufnahme kamen, ward dasselbe so in den Hintergrund gedrückt, daß auf den Lehranstalten nur flüchtig seine Anwendung bei Constructionen besprochen wird". In der Einleitung erfahren wir, dass Admiral Nelson geschickt mit ihr umzugehen wusste und man scherzhaft von ihm sagte, er habe seinen Gunter stets zur Hand, um den Franzosen damit heimzuleuchten. *Jerrmann* beschreibt dann aber den Aufbau und die Anwendung der „Gunterscale" sehr ausführlich und verwendet dabei viele erklärende Beispiele und Zeichnungen.

Natürlich gab es von Anfang an das Bestreben, die Genauigkeit einer *Gunter's Scale* zu verbessern, ohne die Größe des Zirkels extrem zu vergrößern. Eine Möglichkeit bot *William Nickolson* 1787 in „Philosophical Transactions" an: Er hat eine 20 Fuß lange logarithmische Scala in 10 Abschnitte geteilt und sie parallel nebeneinander aufgetragen. Statt eines Stechzirkels benutzt er einen Stangenzirkel in Form eines „E", wobei der Mittelteil beweglich ist (Abbildung 21). Es ist fraglich, ob seine Idee je verwirklicht wurde.

13. Donn’s Improved Navigation Scale

Eine „verbesserte“ *Gunter’s Scale* entwickelte 1772 *Benjamin Donn*, ein Kartograph und Lehrer für Mathematik und Navigation. In einem Artikel für die Oughtred Society [20] beschreibt Otto van Poelje ausführlich das Leben und Wirken *Donn’s* und dessen *Improved Navigation Scale*. *Donn‘s* Absicht war es einmal, die Genauigkeit zu verbessern und zum anderen die Arbeit des Navigators zu erleichtern. Während auf der Rückseite lediglich die *Diamr Gun* ergänzt wurde, hat *Donn* die Vorderseite stark verändert und ergänzt. Hier wird dazu auf sie Arbeit van Poeljes verwiesen.

Die Abbildungen 22a und 22b zeigen die beiden Enden von *Donn’s Improved Navigation Scale*, Nr. 22c den Vermerk „Navigation Scale Improved by B. Donn“. Es fehlt der Name des Herstellers, der aber auf allen legal gefertigten Instrumenten gemäß *Donn’s* Auflage unter seinem Namen hätte stehen müssen. *Donn* hatte schon zu Lebzeiten solche Exemplare als Piraten-Kopie bezeichnet, denn legale von namhaften Londoner Herstellern kosteten zusammen mit einer Anleitung fünf Shilling, entsprechend etwa einem Wochenlohn eines Seemanns. Insgesamt dürften trotzdem nicht sehr viele von *Donn’s Scale* gefertigt worden sein, denn sie sind heute sehr selten und von Sammlern begehrt.

Abb. 22a - c

7. Die Skalen auf dem *Standard Gunter*

Auf der **Vorderseite** der Standard *Gunter's Scale* (bei der 12 Inch-Variante nur auf der **oberen Hälfte**) sind die Skalen S*R, NUM, SIN, V*S, TAN, MER und E*P platziert, manchmal in leicht abgewandelter Reihenfolge. Die Abkürzungen bedeuten:

S*R: Sine of Rhumbs (Logarithmus des Sinus der Kompass-Striche).
„3" bedeutet $^{3}/_{8}$ von 90° = 33¾°; der Sinus davon 0,5557 … , abzulesen auf NUM

NUM: Logarithmus der natürlichen Zahlen; aufgetragen sind zwei Dekaden,
nummeriert 1-1-10; Messingstifte für die Zirkelspitzen bei 1, 1, 12 und 10

SIN: Sinus der Winkel von 34 min bis 90°; Messingstift bei 90°

V*S: Versed Sine (versine oder versierter Sinus); von 165 -0°;
der Versine eines Winkels ist 1 minus seines Cosinus.

TAN: Tangent der Winkel von 34 min bis 45°; Messingstift bei 45°

MER: Meridian-Linie für Längengrade von 0 – 70°;
in Verbindung mit der E*P-Skala wird der Längenzuwachs auf dem Längengrad für den jeweiligen Breitengrad auf der Mercator-Karte ermittelt

E*P: Equal Parts; von -10 über 0 bis 120 (kleine Version), entspricht 67 gleiche Teile je ½ Fuß
bzw. von -10 über 0 bis 180 (große Version), entspricht 100 gleiche Teile je 1 Fuß
(abweichendes Exemplar: 0 -160, entspricht 90 gleiche Teile je 1 Fuß)

Die rechte Seite der **Rückseite** von der langen Version und die **untere Hälfte** der kurzen Version enthalten nicht logarithmische, für die Seefahrt wichtige Skalen, in einer Zeile bis zu drei unterschiedliche. In Klammern ist der jeweilige Bereich angegeben::

		LEA (200 – 0)
RUM (1- 8)	L minus 1 -0- 100)	RUM (1 – 8)
CHO (0 -90)	P (minus 1 – 0 – 10)	M*L (60 – 0)
SIN (0 – 90°)	SEC (0 – 70°)	CHO (0 – 90°)
TAN (0 – 80°)		
S*T (0 – 160°)		

Die Skala LEA fehlt auf einigen Exemplaren. Die frühe *Gunter's Scale* von *Craigie* (1698) und eine ebenfalls frühe, undatierte kurze (beide im Besitz des Autors) enthalten in diesem Abschnitt teilweise andere nautische Skalen.

Die 24 Inch-Versionen tragen an der Oberkante der Rückseite einen dezimal geteilten Zollmaßstab, die kurze Version zusätzlich einen in 100 Teile eingerichteten Fußmaßstab. Viel

Platz benötigt der Diagonalmaßstab, bei der kurzen Version ist es die gesamte Rückseite, bei der langen die linke Hälfte.

Bedeutung der "nautischen" Skalen (siehe auch Abbildung 23)

LEA = Leagues: Längenmaß; 1 League = 3 Seemeilen

RUM = Chords of Rhumbs : Lage der Kompass-Striche auf der Sehne eines Viertelkreises für Radien mit 2 und 3 Zoll

CHO = Chords of Degrees: Lage der Winkelgrade auf der Sehne eines Viertelkreises für Radien von 2 und 3 Zoll

SIN = Sinus der Winkelgrade in einem Viertelkreis mit r=2"

TAN= Tangens der Winkelgrade für einen Viertelkreis von 2"

S*T = Semi-Tangens: Halber Tangens für einen Viertelkreis von 2"

M*L oder LON = Länge von 1° bei Längengrad x;
M*L und CHO bilden ein Paar; am Äquator (CHO=0) liest man z.B. auf M*L = 60 Meilen je Breitengrad ab

SEC = Sekante: siehe Abb. 23

L & P: gleichmäßig geteilte Skalen zum Ablesen/ Abgreifen der Skalen der linken Seite (P) bzw. der rechten Seite (L)

Auf einigen sehr alten *Gunter's Scales* findet man oft weitere Skalen, die später eliminiert wurden, z.B. LAT, HOU(R), ORU, Le und andere.

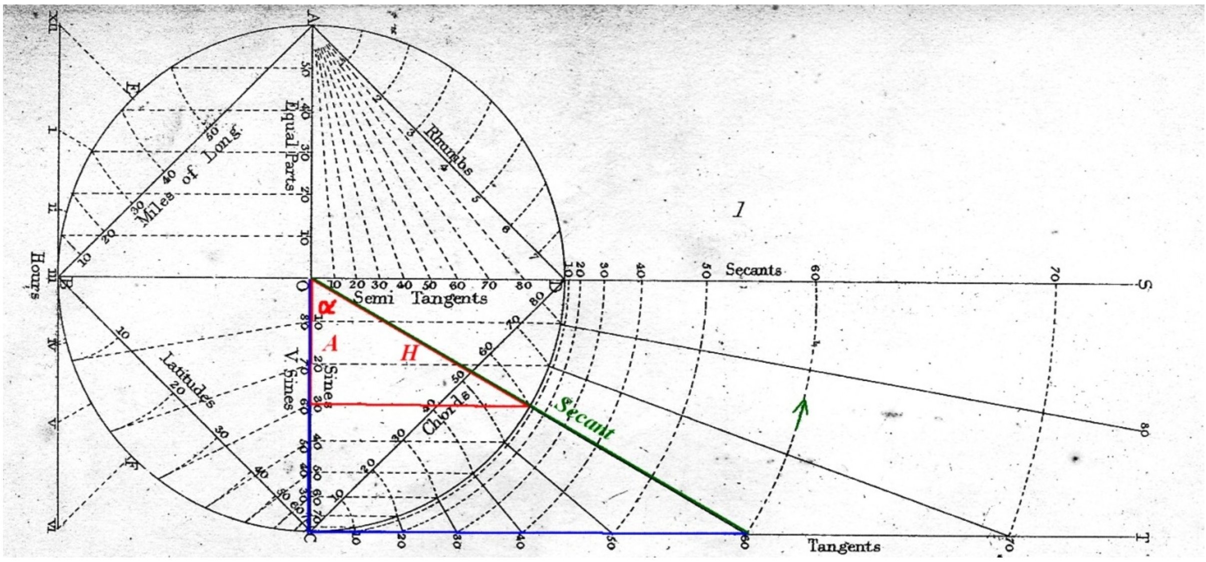


Abb. 23

Mehr über die Anwendung der *Gunter's Scale* und Beispiele dazu findet man in verschiedenen Artikeln von Otto van Poelje [12, 20, 21, 22, 24, 25] und Dieter von Jezierski [23].

8. Gunter's Crosse Staffe, Oughtred's Two Rulers for Calculation and *Bissaker's* Slide Rule

Ein *Cross-Staff (Jakobsstab)* ist ein frühes astronomisches Instrument zur Winkelmessung und zur mittelbaren Streckenmessung. Bis ins frühe 18. Jahrhundert war er ein gängiges Instrument in der Seefahrt, Astronomie und zur Landvermessung, bevor er vom Sextanten abgelöst wurde. Abbildung 24 ist dem Buch von Mörzer Bruyns entnommen [26].

Abb. 24

Schon 1623 hat ***Gunter*** in seinem Werk „The Description and Use of the Sector, Crosse-Staffe and other Instruments …" [27] einen *Crosse Staffe* beschrieben, den er für sich selbst angefertigt hat. Eine stark vermehrte Ausgabe kam 1636 heraus, Abbildung 25 ist dieser Ausgabe entnommen; sie zeigt die Anwendung von englischem *Sector* und seinem *Crosse- staffe.*

Abb. 25

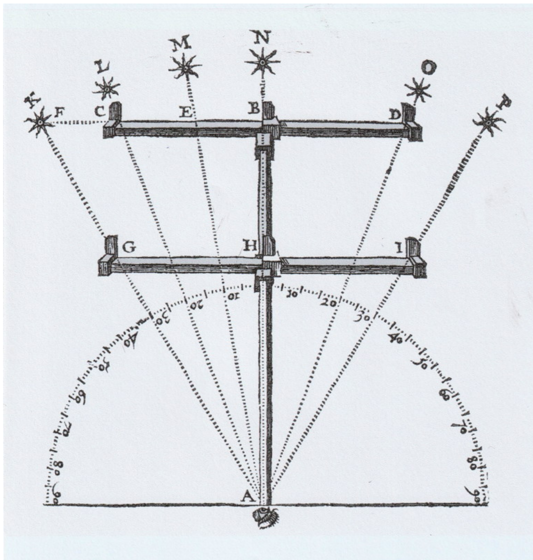


Abb. 26

Anders als die üblichen Jakobsstäbe hat *Gunters* Stab nur ein Querholz (*Cross*). Als Maße gibt er für den Basisstab (*Staff*) eine Länge von 1 Yard = 360 Inches (914,4 mm) und für das Querholz 260 Inches (660,4 mm) an. Außerdem gehören zu *Gunters Crosse-Staffe* noch drei *Sights* (Visiereinrichtungen, Diopter), die in der Abbildung 26 aus seinem Buch zu erkennen sind (eingezeichnet sind zwei Positionen des Querholzes).

Völlig neu für einen Jakobsstab aber sind die zusätzlichen logarithmischen Skalen, für deren Benutzung allerdings ein Stechzirkel notwendig ist. Auf dem Basisstab hat *Gunter* sieben Skalen untergebracht:

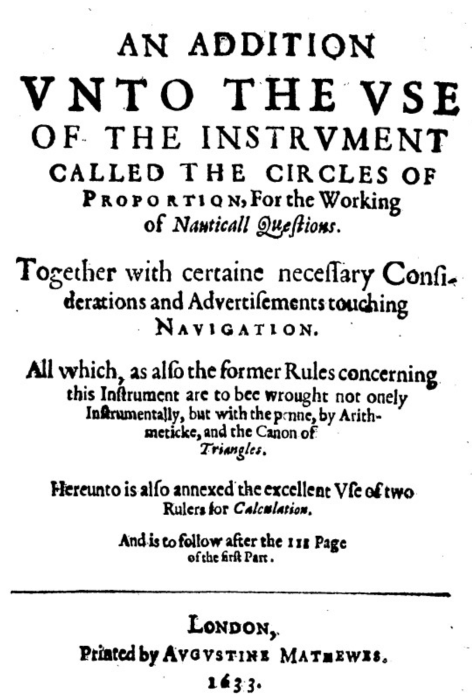
- Eine *Inch-Line* (einen Zollmaßstab), dezimal geteilt, zum Messen von Höhen und Entfernungen
- *Tangent Line on the Staffe* zur Winkelmessung
- *Meridian Line,* in Verbindung mit Mercator-Karten zu benutzen
- *line of numbers N,* eine logarithmische Skala mit einer Dekade
- *artificiall tangents T,* logarithmische Tangens-Skala von 0 bis 45°
- *artificiall sines S,* logarithmische Sinus-Skala von 0 bis 90°
- *versed sines V*, u.a. zur Berechnung des Azimuth

Auf dem Querholz gibt es fünf weitere, nichtlogarithmische Skalen:

- *tangent of 20*
- *tangent of 30*
- *line of inches*, nummeriert von 0 bis 260
- *line of several chords*, für Radien von 3, 6 und 12 Inch
- erweiterte *meridian line*

In seinem Buch beschreibt *Gunter* die Skalen näher und bringt dann eine Fülle von Anwendungen mit vielen Beispielen, z.B. Navigation, Astronomie, Arithmetik, Flächen- und Volumenberechnung, Fassmessung, Konstruktion von Sonnenuhren u.v.a.m.

Auch ***William Oughtred*** (ca.1574 - 1660), der Erfinder des Rechenstabes hat den Jakobsstab um einige Skalen ergänzt. Seine „The Circles of Proportion …“ von 1633 hat er im Anhang um die neue Erfindung „Two Rulers for Calculation“ ergänzt [28]. Abbildung 27 zeigt den Titel. Dabei benutzt er Basisstab und Querholz des Jakobstabs als zwei gegeneinander verschiebbare Träger von logarithmischen Skalen. Es ist also kein Stechzirkel mehr erforderlich. Das gleiche Prinzip hatte er im gleichen Jahr schon bei seinem „New Artificial Gauging Line or Rod“ angewandt.


AN ADDITION
VNTO THE VSE
OF THE INSTRVMENT
CALLED THE CIRCLES OF
PROPORTION, For the Working
of *Nauticall Questions.*

Together with certaine necessary Considerations and Advertisements touching
NAVIGATION.

All which, as also the former Rules concerning
this Instrument are to bee wrought not onely
Instrumentally, but with the penne, by Arith-
metické, and the Canon of
Triangles.

Hereunto is also annexed the excellent Vse of two
Rulers for *Calculation.*

And is to follow after the 111 Page
of the first Part.

LONDON,
Printed by AVGVSTINE MATHEWES.
1633.

Abb. 27

Nach seinen eigenen Worten hat *Oughtred* in erster Linie an zwei Stäbe mit logarithmischen Skalen zur Berechnung von Dreiecken und arithmetischen Aufgaben gedacht. Zusätzlich sollten die Stäbe - er nennt sie *Staffe* und *Transversari*e – als *Crosse-Staffe* zur Höhenmessung von Gestirnen und für Entfernungsmessungen dienen. Eine Zeichnung gibt es nicht, nur einige Erläuterungen im Text. Danach ist das Verhältnis von Basisstab zu Querstab 3 : 2. Beide Stäbe haben einen quadratischen Querschnitt. An dem Ende des Basisstabes, das vom Auge entfernt ist, gibt es eine Hülse (*Socket*) mit einem Diopter (*sight* oder *pinnicide*). Über eine weitere Hülse (*socket*) wird das Querholz mit zwei Dioptern (*Transversarie*) auf dem Basisstab (*staffe*) verschoben.

Die Skalen auf dem Querholz (*transversarie*):

- links Winkelgrade von 0 bis 33°, rechts Logarithmus des Sinus von 90 bis 0°
- rechts Tangens von 1 bis 45°, links Logarithmus des Tangens von 45 bis 89°
- rechtes Ende der 3. Seite: Logarithmen von 10 – 1 (reziprok)
- rechts *Equal Parts*, links verschiedene *Chords*, um Winkel zu teilen/ zu zeichnen

Die Skalen auf dem Basisstab (*staffe*):

- Winkel von 30° bis 90° (nahe dem Auge)
- Logarithmus Sinus
- Logarithmus Tangens
- Logarithmen der Zahlen

Auch auf dem Querholz gibt es neben den logarithmischen Skalen noch weitere wie *Æqual parts* oder *Latitude*. Die Grade für Sinus und Tangens sollen in Sechstel oder Zehntel unterteilt werden.

Oughtred verweist darauf, dass die Anwendung im Prinzip der auf den *Circles of Proportion* entspricht, bringt dann aber zusätzlich eine Reihe von Beispielen. Außerdem gibt er Anweisungen, wie die beiden Stäbe zu halten sind. Für den Gebrauch als Jakobsstab gibt es nur etwas mehr als eine Seite mit gerade einmal zwei Beispielen.

Aus *Oughtred's* Buch geht nicht hervor, ob es diesen Jakobsstab je gegeben hat. Gunter hat zumindest selbst seinen eigenen *Crosse Staffe* herstellen lassen. Der aber hat nicht überlebt.

Aber ein Teil eines früheren Jakobsstabes Jakobstabes existiert noch. Es ist *Bissaker's Slide Rule*, der älteste Rechenschieber der Welt, vielleicht sogar der älteste je gefertigte mit einer Zunge und möglicherweise mit einem Läufer.

Bissaker's Slide Rule hat eine eigenartige Form: Die Zunge hat einen kreuzförmigen Querschnitt, sie wird in einem käfigartigem Gehäuse aus vier quadratischen Leisten geführt, die an den Enden durch Messingbänder zusammengehalten werden. Eine verschiebbare Messinghülse war wohl nicht als Läufer gedacht, sondern sollte vielmehr das Ausbeulen der dünnen Stäbe verhindern (Abbildung 28). Die Länge des Körpers beträgt 24 englische Zoll oder 610 mm, die Länge der Zunge 667 mm (Abbildung 29). Das Material ist Buchsbaum, der im Laufe der Jahrhunderte nachgedunkelt ist und eine sehr schöne Patina hat.

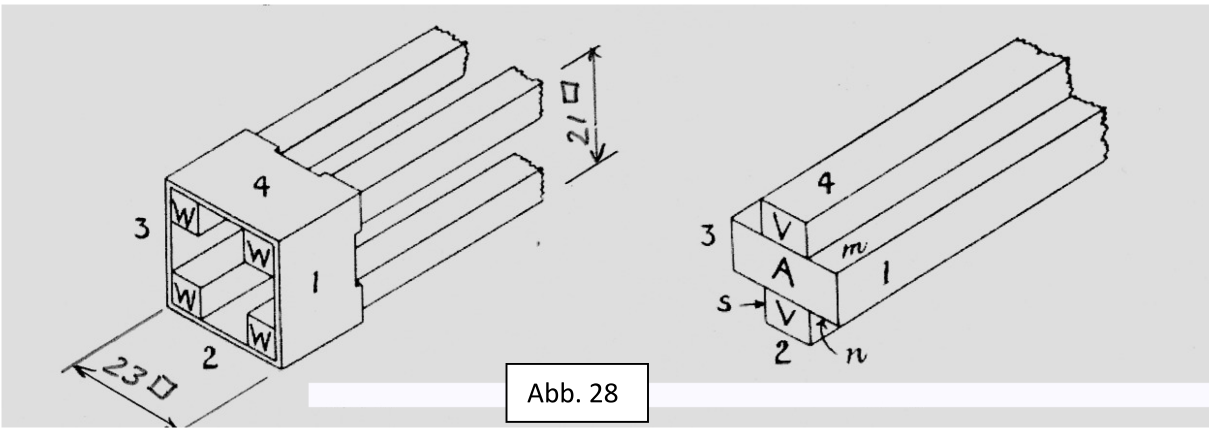


Abb. 28

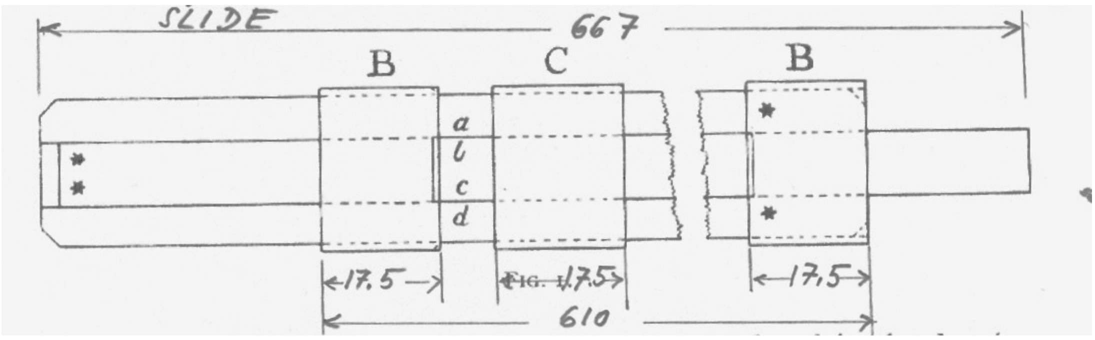


Abb. 29

Auf einem der Vierkantleisten ist das Instrument signiert und datiert:

MADE BY ROBERT BISSAKER * 1654 * FOR T W

Dieser ungewöhnliche und sehr frühe Rechenschieber wurde 1898 vom Science Museum in London für £ 4-0-0 (heute ca. 600 €) erworben und war bis vor einigen Jahren in der Ausstellung mit historischen mathematischen Instrumenten in einer von mehreren Vitrinen mit logarithmischen Recheninstrumenten zu sehen. Leider ist der gesamte Bereich nach „neuen Museumskonzepten" umgekrempelt worden, geblieben sind nur sehr wenige, verstreute Instrumente. Auch der *Bissaker* wurde wie viele andere historisch bedeutende Exemplare ins Depot verbannt.

Der damalige Kurator des Science Museums, David Baxandall, war der Erste, der 1914 über diesen Rechenstab geschrieben hat [29]. Im Laufe des Jahres 2008 durfte ich dieses einzigartige Objekt der Rechenschiebergeschichte und – entwicklung im Museum studieren. Die Erkenntnisse wurden beim 14. *International Meeting of Slide Rule Collectors* 2008 vorgetragen und in den Proceedings veröffentlicht [30]. Hier findet man auch viele Fotos, nähere Beschreibungen der Skalen, einige Beispiele und bisher Bekanntes über *Bissaker* und den mysteriösen T W.

Die wichtigste Erkenntnis war, dass dieser Rechenstab ursprünglich Teil eines kombinierten Instruments, *Cross Staff* (Jakobsstab) und logarithmischer Rechenschieber, gewesen ist. Der Basisstab ist heute die Zunge des Rechenstabes. Der oder die Querstäbe mit Visiervorrichtungen wurden unnütz, als der Jakobsstab durch den Sextanten verdrängt wurde.

Interessant sind die Skalenkombinationen auf den vier Seiten. Bei *Bissake*r sind sie nicht bezeichnet, die Abkürzungen in der folgenden Tabelle rechts stehen für:

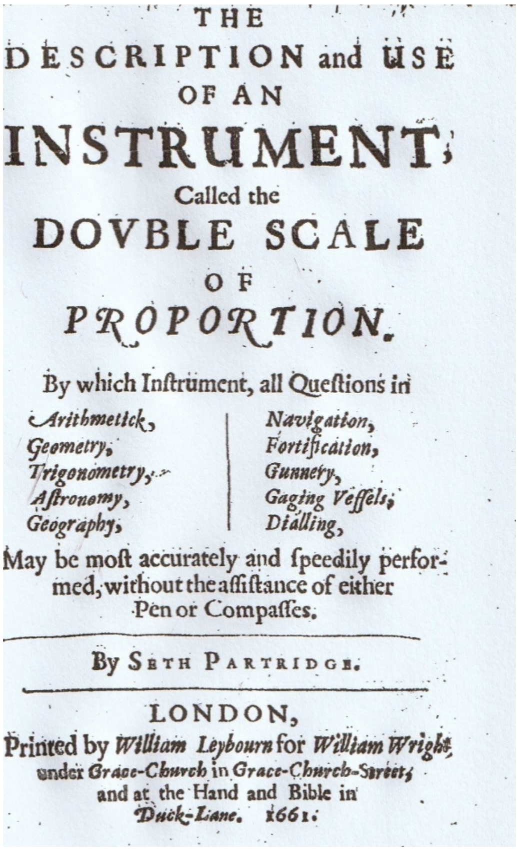
N = Logarithmen der natürlichen Zahlen		
S = Logarithmus des Sinus	Seite 1:	N /N N / SR
T = Logarithmus des Tangens	Seite 2:	S / S T / T
S R = Sine of Rhumbs (Sinus der Kompassstriche)	Seite 3:	MER / EP EP / T
MER = Meridian	Seite 4:	N / EP EP / S
E P = Equal Parts (gleichmäßig geteilte Linie)		

Auf drei Innenseiten der kreuzförmigen Zunge sind noch je eine nicht-logarithmische Skala aufgetragen, die für direkte Höhen- und Distanzmessungen mit dem Jakobsstab benutzt wurden.

Die Skalenpaare N/N und S/S findet man bei *Bissaker* zum ersten Mal, sie sind charakteristisch bei späteren Rechenschiebern für Navigation und Landvermessung. Wir finden sie auch bei *Partridge's* „Double Scale of Proportion" im folgenden Kapitel. Auf eine detaillierte Beschreibung vom *Bissaker* wird hier verzichtet, es wird auf die Veröffentlichung in den Proceedings 2008 verwiesen [30].

9. Partridge's Double Scale of Proportion* und der *Sliding Gunter

Bahnbrechend für die weitere Entwicklung des Rechenschiebers war ***Seth Partridge's*** "Double Scale of Proportion", die er 1661 veröffentlichte, die aber schon am 1. August 1657 verfasst war, wie er uns am Ende des Buches wissen lässt [31]. Den Titel zeigt Abbildung 30. Es gab weitere Auflagen 1671 und 1692 mit nur geringen Änderungen. *Partridge* könnte also *Bissaker's* Instrument gekannt haben, eine Bestätigung lässt sich jedoch nicht finden.



THE
DESCRIPTION and USE
OF AN
INSTRUMENT;
Called the
DOVBLE 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 by *William Leybourn* for *William Wright*, under *Grace-Church* in *Grace-Church-Street*; and at the Hand and Bible in *Duck-Lane*. 1661.

Abb. 30

Zwei revolutionäre Verbesserungen verdanken wir *Seth Partridge*: Er hat den zweiseitigen Rechenschieber erfunden (noch ohne Läufer), und er hat die Zunge eingeführt, wie wir sie heute kennen. Seine „Double Scale" braucht also keinen *Compass* (Stechzirkel), das betont er bereits im Vorwort an den Leser und auf der Titelseite.

Neu ist ebenfalls die Anordnung der Skalen, insbesondere, dass die Winkelfunktionen Sinus und Tangens paarweise aufgetragen sind. Das kommt schon im Titel „Double Scale of Proportion" zum Ausdruck. Hier führt *Partridge* auch die breite Anwendungspalette auf. Im ersten Kapitel werden der generelle Aufbau des Instruments und die Skalen darauf beschrieben. Es gibt aber keine Zeichnung, so dass die genaue Lage nur vermutet werden kann. *Partridge* nimmt zwar am Ende des Buches an, dass der Leser wohl eine Zeichnung erwarten würde, dass er aber darauf verzichtet hat, weil der Leser daraus wenig oder keine zufriedenstellenden Erkenntnisse erlangt hätte. Stattdessen empfiehlt er als versierten Hersteller mit Adresse Anthony Thompson. In den späteren Auflagen wird Walter Hayes empfohlen.

Eine deutsche Übersetzung von *Partridge's* Buch hat ***Jacob Leupold*** (1674 – 1727) als ungebundene Bögen besessen. Er konnte sich jedoch nicht mehr an deren Herkunft erinnern und kannte auch den Autor nicht. Englische Rechenschieber waren im 18. und sogar noch zu Beginn des 19. Jahrhunderts in Deutschland praktisch unbekannt. In seinem 1727 erschienenen „Schauplatz der Rechen= und Meß=Kunst" [18] übernimmt *Leupold* ab Seite 71 weitgehend den Text des ihm unbekannten Autors und fügt eine Zeichnung beider Seiten des „curieusen Rechen=Stabes oder Lineals mit dem Schieber" an, die er nach der Beschreibung angefertigt hat (Abbildung 31). Er hat sich nach dieser Zeichnung vom *Preußischen Pædagogio … Georg John* aus Halle ein sauberes und akkurates Lineal in Buchsbaum anfertigen lassen, das aber heute verschollen ist.

Im Astronomisch- Physikalischen Kabinett der Staatlichen Museen Kassel ist ein Rechenschieber ausgestellt, der vermutlich nach *Leupolds* Zeichnung um 1725 gefertigt wurde. In einem Inventar-Verzeichnis des Museums von 1765 wird er als ***Ein Helffenbeinem Proportionallineal mit beweg**l(ichem)* ***Schieber in der Mitten*** aufgeführt. Es ist ein Prachtexemplar, das wohl aus der Sammlung des Landgrafen Karl (1677 – 1730) stammt, der

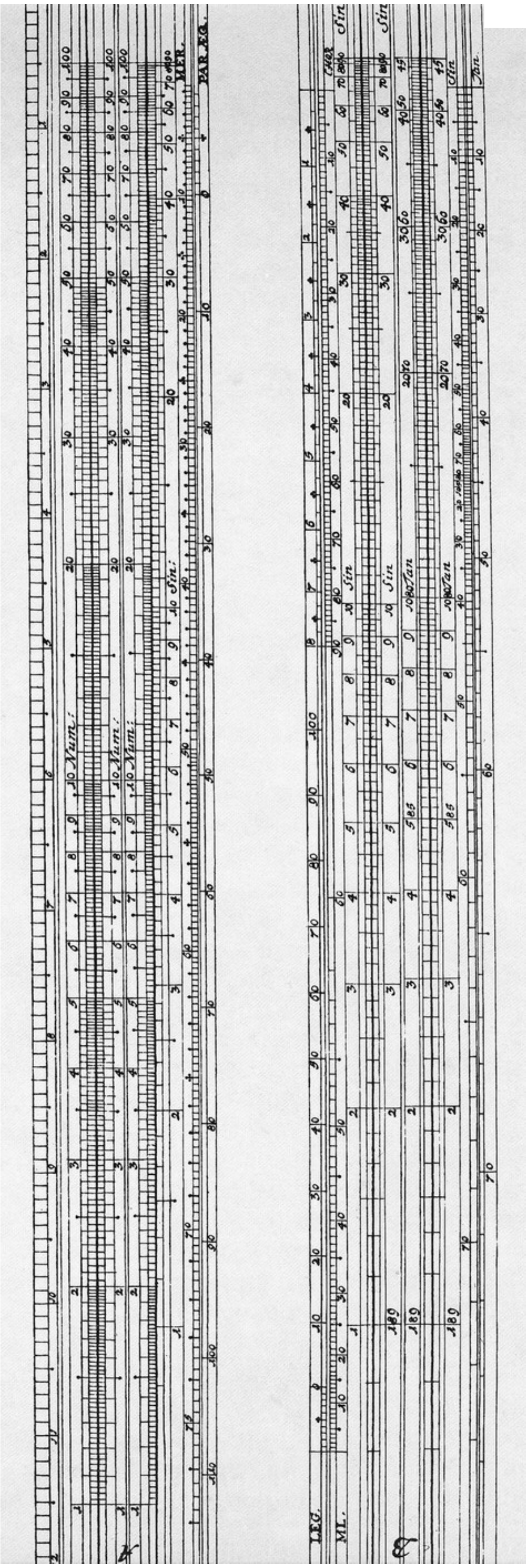


Abb. 31

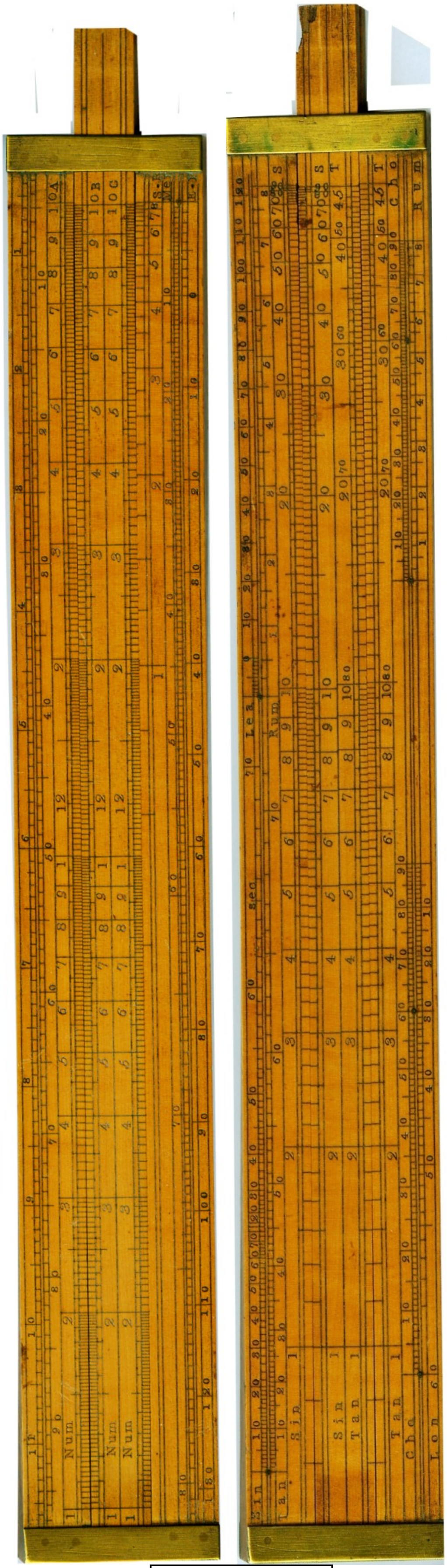


Abb. 32 a & b

ein großer Freund der exakten Naturwissenschaften und Förderer technischer Neuerungen war. Abgesehen von *Michael Scheffelts* Instrumenten ist dies der wohl älteste erhaltene, in Deutschland gefertigte Rechenschieber; es ist ein edles Stück aus Elfenbein mit Silber-Beschlägen. Ausführlich beschrieben mit vielen Fotos wird der Kasseler Stab im Artikel „Der älteste deutsche Rechenschieber“ [32].

Ein Vergleich der Skalen dieses Rechenstabs mit denen von *Partridge, Leupold*, sowie von verschiedenen *Sliding Gunters* erfolgt weiter unten.

In größeren Stückzahlen erhalten sind die englischen ***Sliding Gunters***, die heute noch hin und wieder im Handel angeboten werden. Üblich sind Längen von 12 und 24 englischen Zoll, beide Seiten der kurzen Version sind als Nr. 32a & b abgebildet. Abbildungen 33 a – d sind Fotografien der Enden eines 24 Inches langen, älteren *Sliding Gunters* aus der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts.

Der älteste bekannte *Sliding Gunter* ist signiert und datiert „T S 1703“ und wurde von Mark Rees im Journal der Oughtred Society 7/2 vorgestellt [33]. Hier finden wir bereits die für *Sliding Gunters* charakteristische Skalenanordnung.

Abb. 33a - d

Die Fachleute sind sich nicht ganz einig über die von *Partridge* vorgesehene genaue Anordnung der Skalen, denn er hat die Lage der Skalen in seinem Buch nicht eindeutig beschrieben, wohl um seine Hersteller Anthony Thompson und später Walter Hayes zu schützen, die er im Buch ausdrücklich empfiehlt. Vielleicht spielten auch finanzielle Gründe eine Rolle.

In der Tabelle unten sind die wesentlichen Skalenanordnungen aus Büchern und von ausgeführten Exemplaren gegenüber gestellt. Man erkennt, dass schon *Bissaker* die Skalen ähnlich denen auf späteren *Sliding Gunters* angeordnet hat. Nicht eindeutig zu klären ist, welche Anordnung *Partridge* gewählt hat, es sind leider auch keine Exemplare seiner empfohlenen Hersteller Anthony Thompson oder Walter Hayes bekannt. Festzuhalten ist, dass auch der letzten Ausgabe seines Buches von 1698 keine Zeichnung beigefügt war, aber nur wenige Jahre später 1703 ein *Sliding Gunter* mit dem typischen Bild der Hauptskalen auftaucht. Sie entsprechen zudem *Bissaker's* Rechenschieber und auch der Deutung von *Partridge's* Text durch Leupold. Zu einem anderen Schluss kommt Otto van Poelje in "The Sliding Gunter - Reconstruction of the Partridge Scales" [34]. Er hat auch die Skalen anhand von 30 *Sliding Gunters* untersucht und festgestellt, dass es darunter in Einzelfällen Abweichungen gibt [35].

No	Name	Source	Date	Length	Main Scales		Additional Scales		Back of Slide
					Side 1	Side 2	Side 3	Side 4	
1	**Bissaker**	actual piece	1654	over 24 in	N	S	MER E.P.	N	3 add. Scales
						S	E.P.	E.P.	
					N	T	E:P.	E.P.	
					S.R.	T	T	S	

No	Name	Source	Date	Length	Main Scales		Add. Scales with Dividers		
					Front	Back	Front	Back	Edges
2	**T.S.**	actual piece	1703	12 in	N	S	Inches	RUM, CHO, M:L	Date & Initials
					N	S			
					N	T			
					S	T	MER, E.P.	SEC, SIN, TAN	Foot-Scale
3	**Leupold**	book drawing	pre 1727	1 Schuch (≈ 1 foot)	N	S	open	open	open
					N	S			
					N	T			
					S	T			
4	**Kassel**	actual piece	1st Quart. 18th Cent.	286 mm	N	S	Stein	P.EQ, MER	Ha-Zoll
					N	S			
					N	T			
					S	T	Rum, MEG Cordar, ML	Tangen Sinus	Gun.- Scales Bley, Eeysen
5	**Typ. Sliding Gunter**	actual pieces		12 in	N	S	Inch-Scale Foot-Scale	SIN, TAN, SEC;LEA, RUM	
					N	S			
					N	T			
					S.R.	T	MER, E.P.	RUM, CHO M*L	
6	**Typ. Sliding Gunter**	actual pieces		24 in	N	S	Inch-Scale Foot-Scale	SIN, TAN, SEC,CHO, RUM, LEA, RUM,	
					N	S			
					N	T			
					S.R.	T	MER, E.P.	V.SIN	
7	**Partridge**	book, text	1661	1, 2 or 3 ft or other	N N	N or S	open	open	open
					N N	N or S			
					S or N	T T			
					S S	T T			

Partridge erwähnt in seinem Buch, dass auf Wunsch zusätzliche Skalen wie Inch-Maßstab, *Equal Parts, Meridians*, Skalen für Fassmessung oder für den Holzhandel hinzugefügt werden können. Wie aus der Tabelle zu erkennen ist, haben die Hersteller je nach Wunsch des Kunden nicht-logarithmische, meist nautische Skalen an den oberen und unteren Rändern angebracht, die in Verbindung mit einem Stechzirkel zu benutzen sind.

10. Der englische *Sector*

Die englische Version des Proportionalzirkels ist der *Sector*, er unterscheidet sich deutlich von denen auf dem Kontinent. Der *Standard-Sector* wurde noch bis weit ins 19. Jahrhundert in großen Stückzahlen gefertigt. Seine Entwicklung begann etwa um 1600.
In seinem Buch über den *Sector* und den *Crosse-Staffe* von 1623 [5] hat *Edmund Gunter* seinen *Sector* ausführlich behandelt und auch eine Zeichnung beigefügt (Abbildung 34). Insgesamt hat sein *Sector* 12 Linien, sieben davon sind generelle, die anderen bezeichnet er als besondere. Vom Zentrum verlaufen strahlenförmig die *Scale of Lines* (arithmetisch), *Line of Superficies* (Flächen); *Line of Solids* (Körper) sowie die *Lines of Sines & Chords*. Parallel zu den Kanten verlaufen die restlichen drei allgemeinen Skalen: *Tangents, Secants* und die *Meridian Line*.

Die fünf zusätzlichen Skalen sind die *Lines of Quadrature, of Segments, Inscribed Bodies, of Equated Bodies* (beide Skalen mit den Anfangsbuchstaben der Körper markiert) und die *Line of Metalls* mit den entsprechenden Symbolen. Alle Skalen sind mit den Anfangsbuchstaben gekennzeichnet.

Nahe den Kanten gibt es die *Line of Inche*s und die des *Lesser Tangents*. Logarithmische Skalen hat *Gunte*r anders als beim im gleichen Buch beschriebenen *Crosse-Staffe* nicht vorgesehen. Im umfangreichen Text beschreibt er die Skalen und bringt dazu viele Beispiele. Mit der *Meridian Line* wird die Navigation in einem eigenen Kapitel behandelt. Mehrere Tabellen ergänzen die Arbeit mit dieser Skala.

Jeder Schenkel des *Sectors* ist sechs Zoll lang, aufgeklappt also zwölf Zoll. Als Hersteller nennt die Zeichnung die sehr bekannten Instrumentenbauer Elias Allen für *Sectors* in Messing und John Thompson für solche aus Holz.

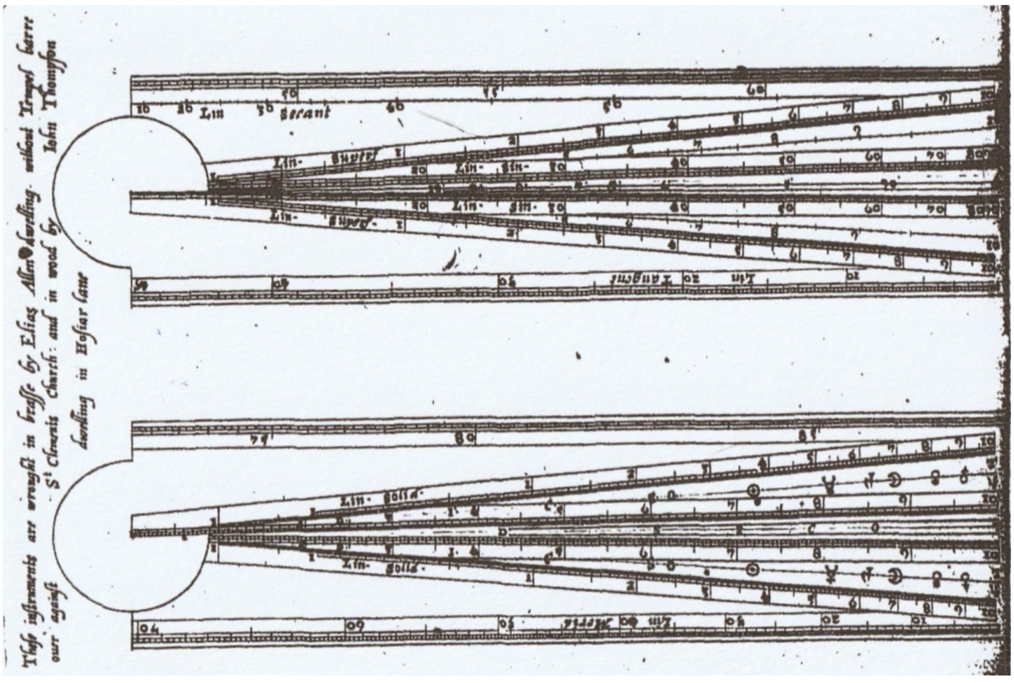


Abb. 34

Auf späteren Modifikationen, z.B. von Foster 1638 oder Morgan 1697 findet man logarithmische Skalen *für Numbers, Sine* und *Tangents*, dafür sind eine Reihe „antiquierter" Skalen und auch die *Meridian-Scale* entfallen [36]. Der *Englische Sector* wird von *Edmund Stone* 1758 ausführlich mit Zeichnung (Abbildung 35) beschrieben, nachdem er zuvor den Proportionalzirkel (*Sector)* detailliert erklärt hat [17].

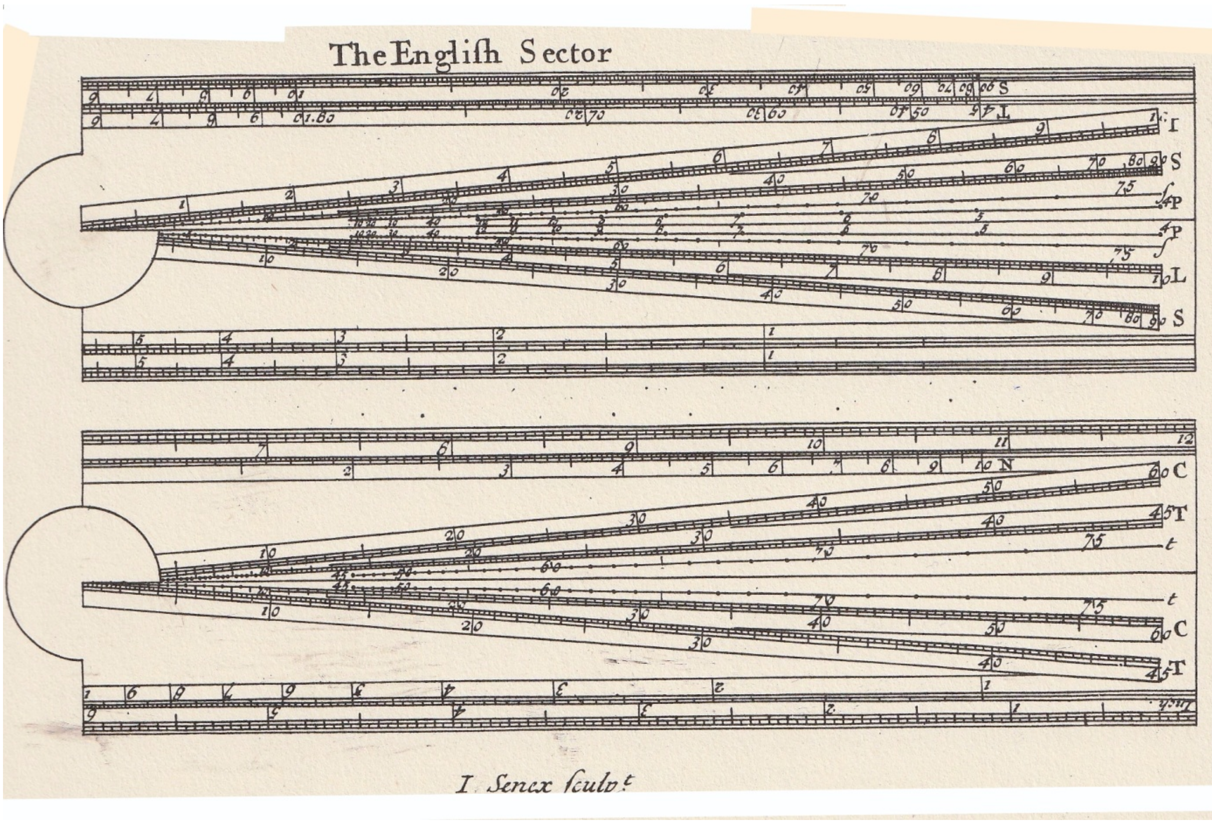


Abb. 35

Dieser englische Proportionalzirkel ist „entschlackt" worden, es gibt nur noch die mathematischen Skalen, allerdings weist *Stone* darauf hin, dass manchmal auf den freien Flächen auch Linien für *Meridians, Latitudes* und *Hours*, also für die Seefahrt wichtige, zu finden sind. Ein solcher *Sector* aus Messing ist in Abbildung 36a,b zu sehen. Die überwiegende Mehrzahl der in großer Stückzahl gefertigten Instrumente hat diese Skalen nicht.

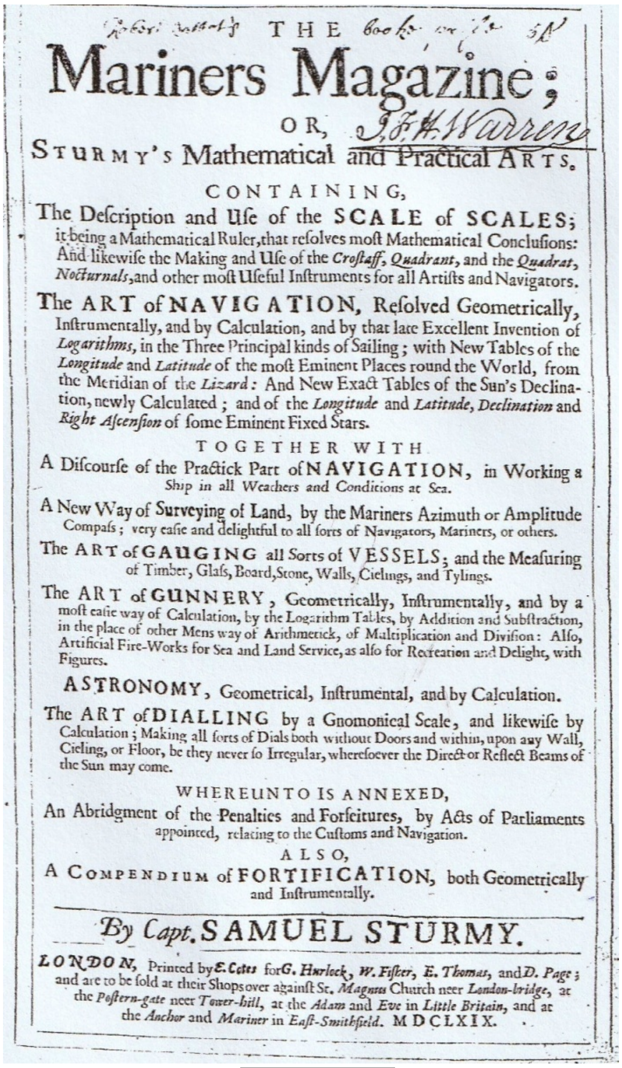
Die heute noch häufig angebotenen englischen *Sectors* sind zumeist aus neuerer Zeit. Sie sind in der Regel aus Buchsbaum, oft auch aus Elfenbein, selten aus Messing oder Silber gefertigt. Üblich ist eine Schenkellänge von sechs Zoll (152,4 mm), man findet aber auch kürzere. Vielfach sind diese englischen Proportionalzirkel Bestandteil von Etuis mit diversen Zirkeln, Maßstäben und anderen Zeicheninstrumenten.

Wann und von wem der englische *Sector* entwickelt worden ist, kann (bisher) leider nicht beantwortet werden.

Abb. 36a,b

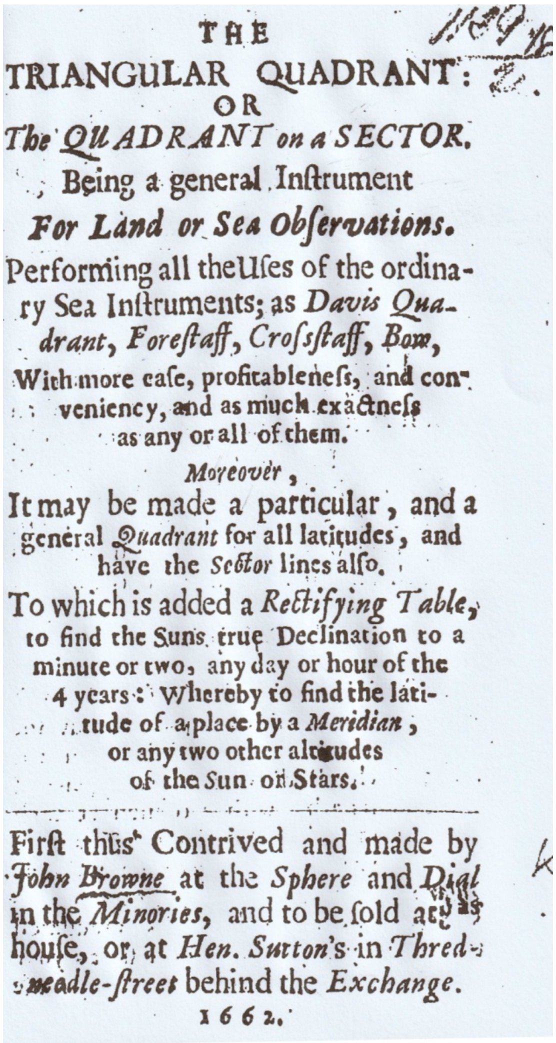
11. Der *Triangular Quadrant*

Eine Reihe englischer Autoren des 17. Jahrhunderts hat über neu erfundene Rechenhilfsmittel und andere nützliche Instrumente oft sehr umfangreiche Bücher verfasst. Landvermessung, Navigation, Astronomie und Konstruktion von Sonnenuhren waren dabei wichtige Themen. Die Autoren haben in diesen Büchern aber auch über Arithmetik und viele Anwendungen geschrieben, die mathematische Kenntnisse voraussetzten, jedoch nicht immer bei allen Lesern vorhanden waren. Deshalb haben sie die jeweiligen Anwendungen immer anhand vieler Beispiele beschrieben. So werden zum Beispiel in *The Mariners Magazine* von *Capt. Samuel Sturmy* [37] viele Anwendungen behandelt, mit denen der Seemann wohl kaum zu tun hatte. Auf dem Titelblatt (Abbildung 37) hat er schon grob die ganze Palette seiner Themen umrissen.



THE
Mariners Magazine;
OR,
STURMY's Mathematical and Practical ARTS.
CONTAINING,
The Description and Use of the SCALE of SCALES;
it being a Mathematical Ruler, that resolves most Mathematical Conclusions:
And likewise the Making and Use of the *Crosstaff*, *Quadrant*, and the *Quadrat*, *Nocturnals*, and other most Useful Instruments for all Artists and Navigators.
The ART of NAVIGATION, Resolved Geometrically, Instrumentally, and by Calculation, and by that late Excellent Invention of *Logarithms*, in the Three Principal kinds of Sailing; with New Tables of the *Longitude* and *Latitude* of the most Eminent Places round the World, from the Meridian of the *Lizard*: And New Exact Tables of the Sun's Declination, newly Calculated; and of the *Longitude* and *Latitude*, *Declination* and *Right Ascension* of some Eminent Fixed Stars.
TOGETHER WITH
A Discourse of the Practick Part of NAVIGATION, in Working a Ship in all Weathers and Conditions at Sea.
A New Way of Surveying of Land, by the Mariners Azimuth or Amplitude Compass; very easie and delightful to all sorts of Navigators, Mariners, or others.
The ART of GAUGING all Sorts of VESSELS; and the Measuring of Timber, Glass, Board, Stone, Walls, Cielings, and Tylings.
The ART of GUNNERY, Geometrically, Instrumentally, and by a most easie way of Calculation, by the Logarithm Tables, by Addition and Substraction, in the place of other Mens way of Arithmetick, of Multiplication and Division: Also, Artificial Fire-Works for Sea and Land Service, as also for Recreation and Delight, with Figures.
ASTRONOMY, Geometrical, Instrumental, and by Calculation.
The ART of DIALLING by a Gnomonical Scale, and likewise by Calculation; Making all sorts of Dials both without Doors and within, upon any Wall, Cieling, or Floor, be they never so Irregular, wheresoever the Direct or Reflect Beams of the Sun may come.
WHEREUNTO IS ANNEXED,
An Abridgment of the Penalties and Forfeitures, by Acts of Parliaments appointed, relating to the Customs and Navigation.
ALSO,
A COMPENDIUM of FORTIFICATION, both Geometrically and Instrumentally.
By Capt. SAMUEL STURMY.
LONDON, Printed by *E. Cotes* for *G. Hurlock*, *W. Fisher*, *E. Thomas*, and *D. Page*; and are to be sold at their Shops over against St. *Magnus* Church neer *London-bridge*, at the *Postern-gate* neer *Tower-hill*, at the *Adam* and *Eve* in *Little Britain*, and at the *Anchor* and *Mariner* in *East-Smithfield*. M DCLXIX.

Abb. 37



THE
TRIANGULAR QUADRANT:
OR
The QUADRANT on a SECTOR.
Being a general Instrument
For Land or Sea Observations.
Performing all the Uses of the ordinary Sea Instruments; as *Davis Quadrant*, *Forestaff*, *Crosstaff*, *Bow*,
With more ease, profitableness, and conveniency, and as much exactness as any or all of them.
Moreover,
It may be made a particular, and a general *Quadrant* for all latitudes, and have the *Sector* lines also.
To which is added a *Rectifying Table*, to find the Suns true Declination to a minute or two, any day or hour of the 4 years: Whereby to find the latitude of a place by a *Meridian*, or any two other altitudes of the *Sun* or Stars.
First thus Contrived and made by *John Browne* at the *Sphere* and *Dial* in the *Minories*, and to be sold at his house, or at *Hen. Sutton's* in *Thred-needle-street* behind the *Exchange*.
1662.

Abb. 38

Ein anderer sehr erfindungsreicher und produktiver Autor und Hersteller war *John Browne*, Sohn des ebenfalls innovativen Thomas Brown, von dem u.a. die wunderschöne hölzerne Rechenscheibe im Science Museum in London stammt, die heute leider auch ins Depot verdammt ist. Der Sohn hatte bereits 1661 seine „A Description and Use of a *Joynt-Rule*“ herausgegeben [38]. Die schon lange bekannte Klapp-Elle der Holzhändler ist dabei um Skalen für astronomische Beobachtungen, zur Ermittlung von Oberflächen und Körpern und nicht zuletzt um die logarithmischen Skalen für Zahlen, den Sinus und Tangens ergänzt worden. Außerdem ist vom herkömmlichen Quadranten das Lot übernommen worden (Abbildung 39). Zusammengeklappt nimmt sein *Joynt-Rule* deutlich weniger Platz ein als ein Quadrant.

Abb. 39

Aber schon ein Jahr später hat *Browne* sein Instrument verbessert, er nennt es jetzt *The Triangular Quadrant: or The Quadrant on a Sector* [39]. Es ist nur ein kleines Heft mit 25 Seiten. In der späteren Ausgabe von 1671 hat er den *Triangular Quadrant* noch ausführlicher behandelt [40]. Es ist ein Multifunktionsinstrument mit sehr vielen unterschiedlichen Skalen auf allen Seiten und Kanten. Das Foto eines noch vorhandenen Exemplars (Abbildung 40) und *Browne's* Zeichnung aus der späteren Ausgabe (Abbildung 41) veranschaulichen seine neue Erfindung. Der Ausdruck „Quadrant" im Namen bedeutet, dass man mit diesem handlichen Instrument nicht nur, aber auch alle Aufgaben wie mit dem üblichen Quadrant lösen kann. Das dritte, lose Stück (im Foto hell und ohne Skalen) ist bei allen bekannten Exemplaren genauso verloren gegangen wie das Lot und die Diopter (Visiereinrichtungen), für die allerdings die Einstecklöcher deutlich auf dem Instrument zu sehen sind. Ausführlich beschrieben wurde der *Triangular Quadrant* in Artikeln von Rudowski und de Hilster in Ausgaben der englischen Gazette [41, 42, 43]. Die Abbildungen 42 und 43 sind Fotos der Sector- bzw. der Quadrantseite eines 12 Zoll-Instrumentes aus der Sammlung Mick Taylor, Nr. 44 zeigt das Ende der logarithmischen Skalen.

Abb. 40

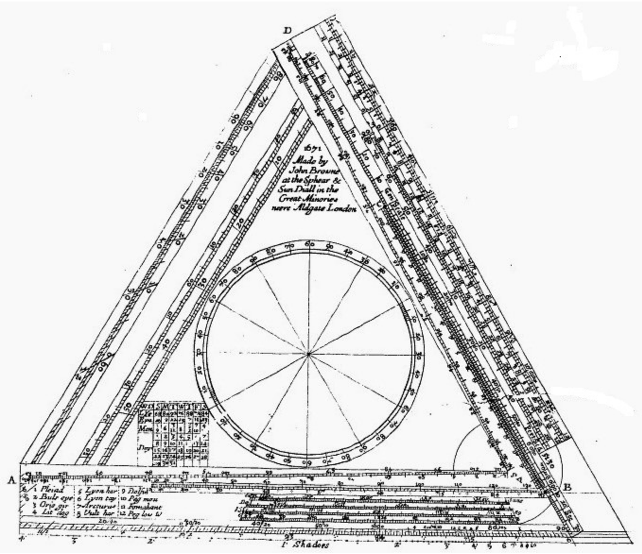


Abb. 41

Browne betont in der Ausgabe von 1671 ausdrücklich, dass er der einzige Erfinder und auch der einzige Hersteller des *Triangular Quadrant* sei, signierte und datierte aus der Zeit vor 1671 sind allerdings nicht bekannt. Mick Taylor besitzt noch ein 9 Zoll-Instrument, das keine Signatur, dafür das Datum 1679 trägt.

Im Museum of History and Science in Oxford existieren drei weitere *Triangular Quadrants* mit Schenkellängen von 12, 18 und 30 Zoll, von denen das erste mit 1684, das 30 Zoll-Instrument mit 1679 datiert sind. *Browne* hat bis 1695 gearbeitet, alle fünf Exemplare könnten also von ihm angefertigt worden sein. Nur verwundert es, dass er sie dann nicht signiert hat. Die Abbildungen 45 und 46 sind Details der Instrumente aus dem MHS und zwar vom 12 Zoll- und vom 30 Zoll-*Triangular Quadrant*.

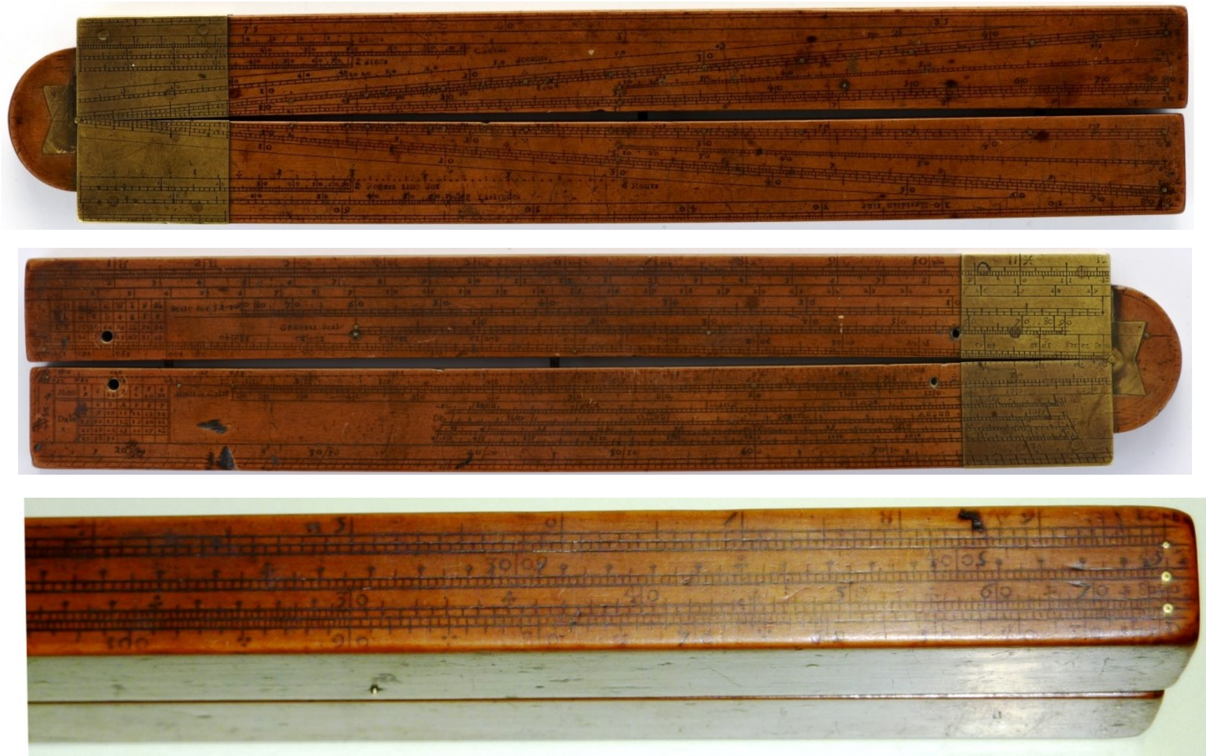


Abb. 42 - 44

Abb. 45

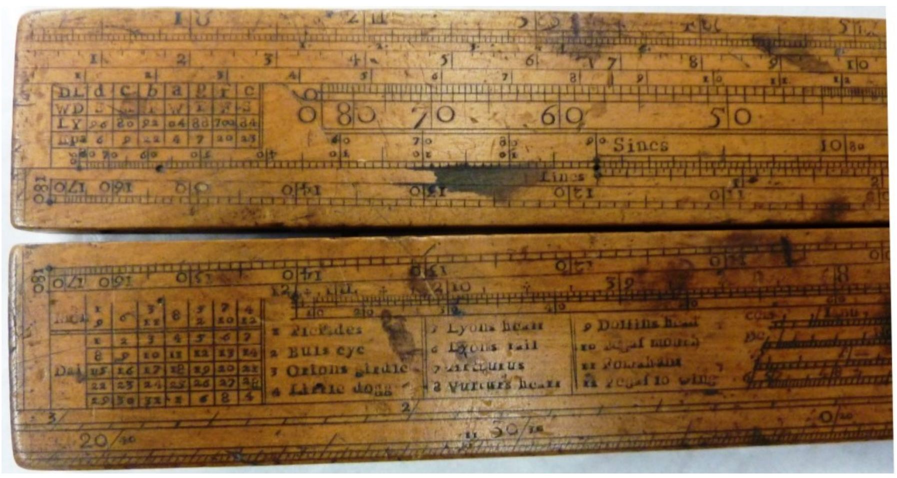


Abb. 46

12. Literatur

Hinweis: Hier aufgelistete Artikel von anderen Sammlerfreunden sind über die „Literatur-Suche bei Rod Lowett" einsehbar:

www.Rechenschieber.org/Links/Literatur-Suche bei Rod Lowett

[1] John Napier: Mirifici Logarithmorum Canonis Descriptio; Edinburgh, 1614

[2] Henry Briggs: Logarithmorum Chilias Prima; London, 1617

[3] Henry Briggs: Arithmetica Logarithmica; London, 1624

[4] Edmund Gunter: Canon Triangulorum ...; London, 1623

[5] Edmund Gunter: The Description and Use of the Sector, the Cross-Staffe and other Instruments; London, 1623/24

[6] Poelje, Otto van: Early drawings of logarithmic scales by Gunter and Wingate, in Journal of the Oughtred Society, Vol. 17/1, 2008

[7] Werner Rudowski: Die Geschichte des Rechenschiebers, im Katalog „Rechenschieber im Arithmeum: Die Sammlung Schuitema"; Bonn, 2013

[8] Crum-Ewing, Alexander: The London Auction Houses, in Bulletin No. 59 der Scientific Instrument Society, London, 1998

[9] Clifton, Gloria: Directory of British Scientific Instrument Makers 1550–1851, London, 1995

[10] Rees Jane and Mark: The Rule Book, Measuring for the Trades; The Astragall Press, Lakeville, Minnesota, 2010

[11] Baxandall, D. und Pugh,Jane: Catalogue of the Collections in the Science Museum; Calculating Machines and Instruments; 1975

[12] Poelje, Otto van: Gunter Rules in Navigation, in Proceedings IM 2003, Amsterdam, 2003 und Journal of the Oughtred Society, Vol. 13, No. 1; Palo Alto, California, 2004

[13] Wingate, Edmund: The Use of the Rule of Proportion in Arithmetique Geometry; London, 1645

[14] Brown und Atkinson: Wingate's Rule of Proportion in Arithmetick and Geometry or Gunter's Line …; London, 1683

[15] Leybourn, William:
The Line of Proportion or Numbers, Commonly called "Gunter's Line ..."; London, 1767

[16] Brown, John: The Description and Use of a Joynt Rule ...; London. 1661

[17] N. Bion/ Edmund Stone: The Construction and Principal Uses of Mathematical Instruments; Second Edition 1758, Reprint Holland Press, 1972

[18] Leupold, Jacob: Schau=Platz der Rechen= und Meß=Kunst; Leipzig, 1727

[19] Jerrmann: Die Gunterscale: Vollständige Erklärung der Gunterlinien und Nachweis ihrer Entstehung nebst zahlreichen für den praktischen gebrauch: Hamburg, 1888

[20] Poelje, Otto van: The Navigation Scale, Improved by B. Donn,
in Journal of the Oughtred Society; Vol. 14/2; Palo Alto, California, 2005

[21] Poelje, Otto van: Gunter Rules in Navigation; in Proceedings IM 12, Greifswald, 2006

[22] Poelje, Otto van: Which Dividers to use on Gunter Rules; Slide Rule Gazette Issue 9, Fordham, Ely, 2008

[23] Jezierski, Dieter von: Further Notes on the Operation of Gunter's Rule;
in Journal of the Oughtred Society; Vol. 16/2; Palo Alto, California, 1997.

[24] Poelje, Otto van: Using the Versed Sine Scale on the Gunter Rule;
in Proceedings IM18, Bletchley Park, 2012

[25] Poelje, Otto van: Diagonals and Transversals: Magnifying the Scale;
in Journal of the Oughtred Society Vol. 13/ No. 2, Palo Alto, California 2004

[26] W. F. J. Mörzer Bruyns: The CROSS-STAFF,
History and Development of a Navigational Instrument; Walburg Druk, Zutphen, 1994

[27] Gunter, Edmund: The Description and Use of the Sector, Crosse-Staffe and other Instruments ...; London, 1623.

[28] Oughtred, William:
An Addition unto the Use of the Instrument called the Circle of Proportion; London, 1633

[29] Baxandall, David: Drawings Of A Logarithmical Slide Rule Made In The Year 1654;
in Handbook of the Napier Tercentenary Celebration; Edinburgh, 1914

[30] Rudowski, Werner: The Bissaker Slide Rule in the Science Museum London;
in Proceedings IM14, Leamington Spa, England, 2008 2012

[31] Partridge, Seth: The Description and Use of an Instrument called the Double Scale of Proportion; London, 1661

[32] Rudowski, Werner: Der älteste deutsche Rechenschieber;
in Proceedings IM 12, Greifswald, 2006

[33] Rees, Mark: Two Early Slide Rules;
in Journal of the Oughtred Society, Vol. 7/ No. 2, Palo Alto, California, 1998

[34] Poelje, Otto van: The Sliding Gunter - Reconstruction of the Partridge Scales
In Journal of the Oughtred Society Vol. 16, No. 1, 2007 Pg 8

[35] The Sliding Gunter - Versions for Navigation at Sea;
in Journal of the Oughtred Society Vol. 16, No. 1, Palo Alto, California, 2007

[36] Rudowski, Werner: Logarithmic Scales; in Slide Rule Gazette. Issue 9, Autumn, 2008

[37] Sturmy, Samuel: The Mariners Magazine; or Sturmys Mathematical and Practical Arts;
London, 1669

[38] Browne, John: The Description and Use of a Joynt-Rule; London, 1661

[39] Browne, John: The Triangular Quadrant: or The Quadrant on a Sector; London, 1662

[40] Browne, John: The Triangular Quadrant: or The Quadrant on a Sector; London, 1671

[41] Rudowski, Werner: The Triangular Quadrant;
in Slide Rule Gazette, Issue 15, Autumn 2014

[42] Rudowski, Werner: The Triangular Quadrant, an Amendment;
in Slide Rule Gazette, Issue 16, Autumn 2015

[43] de Hilster, Nicolas: The Navigational Scales of the Triangular Quadrant;
in Slide Rule Gazette, Issue 16, Autumn 2015