Maß & Gewicht

Zeitschrift für Metrologie

Nr. 137, März 2021

Fälschungen
Byzantinischer Münzgewichte

Waagbalken
und Balkenwaagen 4

Tischdezimalwaage
aus der Tschechoslowakei

Die „Mètres étalons“
in Paris

Rechenhilfen
für das metrische System
in Frankreich

Das Eichwesen
in Frankfurt a. M. vor 1868

Bastelbögen
für Waagen und Gewichte

Analysenwaage
von Herbert Vietzke

Rechenhilfen für die Umstellung von Maß und Gewicht nach der Französischen Revolution

Stephan Weiss [1]

Dieser Beitrag schließt an einen vorhergehenden Artikel über Handelsgewichte in historischen Rechenbüchern[2] an. Wie ich dort beschrieben habe, versuchte man den Problemen, die aus der Vielfalt lokaler Maß- und Gewichtseinheiten in Mitteleuropa entstanden, mit Vergleichstabellen und tabellarischen Rechenhilfen zu begegnen. Als dann mit der Französischen Revolution im 19. Jahrhundert die Vereinheitlichung von Maß und Gewicht durchgesetzt wurde, ergab sich ein nahezu identisches Problem. Jetzt musste man die bisherigen noch gebräuchlichen Einheiten auf die neuen und vor allem ungewohnten Einheiten umrechnen.

Im Folgenden wird kurz auf Umfang und Auswirkungen der Umstellung eingegangen. Danach schließen sich Beschreibungen einiger ausgewählter Rechenhilfen zu diesem Zweck an, geordnet nach ihrem Funktionsprinzip.

Die Umstellung und ihre Folgen

Eine Vielzahl regional unterschiedlicher Maße und Gewichte stellt eine Erschwernis für der grenzüberschreitenden Handel dar. Eine Angleichung wirtschaftlicher Verhältnisse kann nicht stattfinden. Der Bericht eines Sachkundigen bringt uns die Situation zu dieser Zeit nahe:

„In der Beschreibung des chaotischen Zustands französischer Maße und Gewichte während des 18. Jahrhunderts schrieb Gattey 1801, dass die Maße und Gewichte des ehemaligen Regimes sich unterschieden nach Region, Stadt, Dorf, und sie hatten unterschiedliche Namen, unterschiedliche Werte, unterschiedliche Funktionen und fanden unterschiedliche Anwendung, abhängig von der sozialen, ökonomischen und politischen Nutzung. Er sah vollständige Verwirrung und Betrug wuchern überall im Königreich.“[3]

Der im Zitat genannte Schreiber ist François Gattey (1753-1819), Mathematiker und einer der führenden Köpfe der Reform von Maß und Gewicht in Frankreich. Von ihm wird weiter unten nochmals im Zusammenhang mit Rechengeräten die Rede sein.

Die Notwendigkeit und den Vorteil universell gültiger Maßeinheiten als Basis sah man schon vor dem Ende des 18. Jahrhunderts. Der *pied du roi* als Bezugsgröße für die Länge ist ein Beispiel hierfür. Er wurde vor allem von Wissenschaftlern in ganz Europa genutzt.

Der radikale politische und soziale Umbruch, den die Französische Revolution 1789 - 1799 mit sich brachte, gab auch die Gelegenheit, einen zuvor von Wissenschaftlern der Französischen Akademie der Wissenschaften erarbeiteten Katalog an Änderungen einzuführen. Er basierte auf den neu definierten Grundeinheiten Meter für Länge, Kilogramm für Masse und Sekunde für Zeit. Für den Handel wesentlich sind hierbei nur die beiden ersten.

Mit der Neudefinition von Einheiten allein war es nicht getan. Das Maßsystem wurde zudem in seiner inneren Struktur umgestellt. So definierte man jetzt Fläche und Volumen als von der Länge abgeleitete Größen, nämlich Quadratmeter und Kubikmeter. Die alten voneinander unabhängigen Einheiten für Fläche und Volumen entfielen ebenso wie die Unterscheidung der Volumina nach festen oder flüssigen Gütern.

Bruchteile und Vielfache bestimmten sich neuerdings ausschließlich durch Potenzen von 10, die als Vorsatz bzw. Präfix dem Namen der Grundeinheit vorangestellt wurden. Bekannte Beispiele hierfür sind *kilo* für das Tausendfache (10^3) und *milli* für ein Tausendstel (10^{-3}).

---

1 Kontakt: ste@mechrech.de

2 Weiss, Stephan. 2016. Handelsgewichte in Rechenbüchern der frühen Neuzeit. In: *Maß & Gewicht, Zeitschrift für Metrologie* 119, S. 3198-3205.

3 Zitiert nach Zupko, Ronald Edward. 1990. *Revolution in Measurement Western European Weights and Measures since the Age of Science*. S. 409 (übers. vom Verfasser).

Die anfänglichen Versuche, die Zeitmessung und den Kalender ebenfalls dezimal zu teilen, wurden bald wieder aufgegeben.

Das Präfix *myria* für zehntausendfach verschwand später wieder ebenso wie andere zunächst vorgeschlagene Präfixe, dafür wurden den Forderungen der Messtechniker folgend im 20. Jahrhundert neue eingeführt.

Mit der dezimalen Teilung untrennbar verbunden ist der Dezimalbruch. Die Notation des Dezimalbruchs fußt auf Vorläufern. Gegen Mitte des 18. Jahrhunderts hatte der Dezimalbruch in den Mathematikbüchern der Gelehrten jene Schreibweise angenommen, wie wir sie heute noch verwenden. Für das Rechnen mit Logarithmen in Wissenschaft und Technik war er unerlässlich. Das bedeutet jedoch nicht, dass er in den Kreisen der Bevölkerung, die mit Maß- und Gewichtseinheiten zu tun hatten, auch gebräuchlich war. Zum einen benutzten sie nach wie vor die nichtdezimale Mehrfachteilung, zum anderen gingen Schulbücher, wahrscheinlich genau deswegen, bis in das 19. Jahrhundert hinein nicht auf den Dezimalbruch ein.

Man kann sich den Widerstand der Bevölkerung gegen diese Neuerungen sowohl in Frankreich als auch in anderen Ländern vorstellen, in denen das neue System eingeführt werden sollte. Das betraf nicht nur die neuen Maßeinheiten selbst, sondern auch deren Teilung und Notation. Der dänische Astronom Prof. Thomas BUGGE, Mitglied der Maß- und Gewichtskommission in Paris 1798/99, schrieb in seiner Reise nach Paris 1801:

„Obschon das Directorium sich sehr viel Mühe gegeben hat, das neue metrische System einzuführen, und mit vielen Kosten die Originale an die Departements austheilen läßt, ist es doch außerhalb Paris sehr wenig bekannt und üblich; nur die öffentlichen Beamten bedienen sich derselben, weil sie durch Befehle dazu gezwungen sind. Die mehresten Einwohner Frankreichs kennen nicht einmal die neuen Benennungen, und verstehen sie noch viel weniger. Sie fahren fort, sich des alten Maßes und Gewichts zu bedienen, und es werden Jahrhunderte verfließen, ehe das neue Maß und Gewicht, welches in den Benennungen und der Einrichtung so sehr von dem vorigen abweicht, überall kann eingeführt werden.“[4]

Jahrhunderte hat die Umstellung nicht gedauert, dafür aber Jahrzehnte.

In den anderen Ländern, die versuchten, das französische System einzuführen, darunter auch im Gebiet des späteren Deutschen Reiches, wird die Situation sicher nicht anders gewesen sein. Maßeinheiten, die Grundrechenarten, Schrift im Allgemeinen und die Schreibweise von Zahlen im Besonderen gehören zu den tradierten Kulturinhalten, die man in jungen Jahren lernt und die sich mit fortschreitendem Alter - wenn überhaupt - nur über Widerstände hinweg verändern lassen.

Die Jahrzehnte, die auf die Französische Revolution folgten, kann man aus Sicht der Metrologie als chaotisch bezeichnen. Die Bevölkerung nahm die Neuerungen nicht an. Auf der Seite der Gesetzgebung folgten Angleichungen, Änderungen, Rücknahmen und schließlich Neueinführungen mit Übergangsbestimmungen.

Die Durchsetzung ist nur ein Teil der Problematik, denn darüber hinaus musste ein quantitativer Vergleich zwischen alten und neuen Maßen zur Verfügung stehen. Um einen Überblick zu geben und die Neuerungen jedermann zugänglich zu machen, erschienen zahlreiche Vergleichstabellen mit Umrechnungen sowohl der „alten“ auf die „neuen“ oder „französischen“ Maße als auch in umgekehrter Richtung. Da sich die Umstellung über Jahre hinzog, führten die Herausgeber zusätzlich die alten noch gebräuchlichen Einheiten und ihre Beziehungen zueinander mit auf. Daher geben uns diese Tabellenwerke nicht nur einen Größenvergleich alt zu neu, sondern auch einen guten Einblick in die ursprünglichen Einheiten und ihre Zusammenhänge.

Nahezu alle Vergleichs- oder Umrechnungstabellen beginnen mit einer Einführung in die Dezimalteilung und die Schreibweise des Dezimalbruchs. Mit diesem Zusatz sollten die ungenügenden Kenntnisse der Benutzer verbessert werden.

Vergleichstabellen geben nur einen Anhaltspunkt, das Berechnen von Vielfachen oder Bruchteilen beim Multiplizieren und beim Dividieren nehmen sie nicht ab. Das können nur hierfür eingerichtete Rechenhilfen.

4 Zitiert nach HAUFF, Johann Karl Friedrich. 1809. *Darstellung eines natürlichen Maasssystems... S.* 24f.

Vielfachentabellen

Wie der Name schon sagt, beinhalten solche Tabellen Vielfache, zuweilen auch Bruchteile einer Einheit einschließlich ihrer Vergleichung. Exemplarisch ist in *Abbildung 1* eine solche Tabelle für bayerische Gewichte aus dem Jahr 1872 wiedergegeben.

124

3. Wägung nach Quentchen, Loth, Vierling, Pfund (bayr.).

(1 Dekagramm = 10 Gramm.) (10 Dekagramm = 1 Hektogramm.)

Altes Gewicht	geben	Neues Gewicht: Dekagramm Dgr	Gramm gr	oder	Werth in Decimalbrüchen: Neu- oder Zollpfund	oder	Dekagramm
Quentchen (od. 1/4 Loth)							
1	=	.	$4\frac{3}{8}$	=	0,00875	=	0,4375
2	=	.	$8\frac{3}{4}$	=	0,0175	=	0,875
3	=	1	$3\frac{1}{8}$	=	0,02625	=	1,3125
4	=	1	$7\frac{1}{2}$	=	0,035	=	1,75
Loth							
$\frac{1}{4}$	=	.	$4\frac{3}{8}$	=	0,00875	=	0,4375
$\frac{1}{2}$	=	.	$8\frac{3}{4}$	=	0,0175	=	0,875
1	=	1	$7\frac{1}{2}$	=	0,035	=	1,75
2	=	3	5	=	0,07	=	3,5
3	=	5	$2\frac{1}{2}$	=	0,105	=	5,25
4	=	7	—	=	0,14	=	7,—
5	=	8	$7\frac{1}{2}$	=	0,175	=	8,75
6	=	10	5	=	0,21	=	10,5
7	=	12	$2\frac{1}{2}$	=	0,245	=	12,25
8	=	14	—	=	0,28	=	14,—
Vierling (od. 1/4 ℔)							
$\frac{1}{2}$	=	7	—	=	0,14	=	7,—
1	=	14	—	=	0,28	=	14,—
2	=	28	—	=	0,56	=	28,—
3	=	42	—	=	0,84	=	42,—
4	=	56	—	=	1,12	=	56,—
Pfund							
$\frac{1}{2}$	=	28	—	=	0,56	=	28,—
$\frac{1}{4}$	=	14	—	=	0,28	=	14,—
$\frac{3}{4}$	=	42	—	=	0,84	=	42,—
1	=	56	—	=	1,12	=	56,—

Die alten Gewichtseinheiten sind links, ihre Entsprechungen in metrischen Einheiten mit echten Brüchen und in Dezimalbrüchen rechts daneben aufgeführt. Der Leser kann mit beiden Notationen arbeiten und sich, falls unkundig, in der Schreibweise des Dezimalbruchs üben.

Abb. 1:
Umrechnungstabelle für Bruchteile und Vielfache alter bayerischer Gewichte in metrische [5]

Umrechnungstabellen dieser Art sind im 19. Jahrhundert in großer Zahl erschienen. Man muss deshalb annehmen, dass zumindest ein Bedarf gesehen wurde. Ihr Umfang im Sinne des Wertebereichs der Multiplikatoren variiert. So sind beispielsweise in den Tabellen von Grebenau[6] sogar ganzzahlige Vielfache von 1 bis 100 und dann in Stufen von 100 abgedruckt. Van ACKER[7] führt in seiner Schrift aus der Frühzeit der Umstellung ebenfalls Vielfache bis 100 auf (*Abb. 2*).

(30)

RÉDUCTIONS D'AUNAGES

EN MÈTRES, ET DE MÈTRES EN AUNES.

REDUCTIEN VAN ELLEN

IN MÈTRES, EN VAN MÈTRES IN ELLEN.

RÉDUCTION d'aunes de France en MÈTRES.

REDUCTIE *van Fransche ellen in* MÈTRES.

Aunes de France. / *Fransche ellen.*	font / *doen*	mètres.	centi-mètr.	Aunes de France. / *Fransche ellen.*	font / *doen*	mètres.	centi-mètr.
$\frac{1}{8}$	. . .	»	15	9	. . .	10	80
$\frac{1}{4}$	. . .	»	30	10	. . .	12	»
$\frac{1}{2}$	. . .	»	60	11	. . .	13	20
$\frac{3}{4}$	. . .	»	90	12	. . .	14	40
1	. . .	1	20	13	. . .	15	60
2	. . .	2	40	14	. . .	16	80
3	. . .	3	60	15	. . .	18	»
4	. . .	4	80	16	. . .	19	20
5	. . .	6	»	17	. . .	20	40
6	. . .	7	20	18	. . .	21	60
7	. . .	8	40	19	. . .	22	80
8	. . .	9	60	20	. . .	24	»

Abb. 2:
Vielfachentabelle bei VAN ACKER
für französische *aunes* (gekürzt)[8]

5 WECHS, M. 1872. *Vollständiger und zuverlässiger Rathgeber und Schnellrechner zur Umwandlung der alten bayerischen Maße und Gewichte in die neuen metrischen Maße und Gewichte und umgekehrt...* Regensburg, S. 124.

6 GREBENAU, Heinrich. 1871. *Tabellen zur Umwandlung des bayerischen Masses u. Gewichtes in metrisches Maß und Gewicht und umgekehrt*. München.

7 Bild aus VAN ACKER, CHARLES. 1797. *Le comparateur des anciennes mesures aux nouvelles mesures républicaines: ou Tablettes décimales du nouveau système métrique.* S. 30.

8 ebenda

Mechanisierte diskrete Tabellen

Andere Vergleichstabellen sind als mechanisierte Tabellen ausgeführt. Diese Bauart ist eine Untergruppe einer Art von einfachen Rechenhilfen, die zahlreiche Varianten hervorgebracht hat und zu diesem Zeitpunkt schon seit etwa zwei Jahrhunderten zu unterschiedlichen rechnerischen Zwecken verwendet wurde.[9] Ihr Vorteil liegt in der einfachen und daher kostengünstigen Bauart, weil ohne Rechengetriebe, und in der schnellen Bestimmung von Werten. Die *Abbildung 3* zeigt eine solche Rechenhilfe.

Die Scheibe misst ca. 10 Zentimeter im Durchmesser. Der Rand aus Holz an diesem Exemplar muss später hinzugefügt worden sein, weil frühere Ausführungen von einem metallenen Ring umgeben sind. Die Inschrift der Scheibe lautet:

BOUSSOLE DES POIDS ET MESURES

Conversion des aunes usuelles en mètres par le G'el (Général) CHAIX

Paris, A. Pinnon & Ce., rue Vieille du Temple 32. (deposé)

Abb. 3: Umrechnungstabelle *aune* zu Meter von CHAIX[10]

Die Scheibe trägt zwei konzentrische Ringe, geteilt in radiale Felder, sowie einen in der Mitte drehbaren Zeiger. Sie dient zur Umwandlung von Vielfachen der Längeneinheit *aune* (vergleichbar mit der Elle) in Meter und Zentimeter. Im äußeren Ring stehen die Zahlenwerte für *aune* mal 1, 1 + ¼, 1 + ½ usw. bis 6, dann mal 10, 20, 50, 100 sowie im gleichen Ring jedem Feld gegenüber den Entsprechungen in Meter und Zentimeter. Der innere Ring ist gleichartig aufgebaut und für die Bruchteile ½, ¼, ¾ usw. bis $^{1}/_{32}$ *aune* vorgesehen. Der Gebrauch der Scheibe ist einfach: Stellt man den Zeiger über einen Wert in einem der Ringe, so lässt sich mit dem anderen Ende des Zeigers im gleichen Ring gegenüber das Äquivalent ablesen. Es beträgt exakt 1 *aune* = 120 Zentimeter. Dieses Verhältnis wird von Chelius[11] für Paris angegeben. Unterstellt man eine geringfügige Rundung der Zahlenwerte auf dem Instrument kann auch das Verhältnis 1 *aune* = 119,6 Zentimeter, gültig nach 1812, gemeint sein.[12] Das Baujahr der Scheibe lässt sich leider nicht genau festlegen.

Eine weitere Scheibe gleicher Bauart, gekennzeichnet mit *Lefebure à Paris*, zeigt drei Ringe für die Umwandlung der historischen Längeneinheiten *pied* (= 32,4 Zentimeter), *pouce* (= 2,7 Zentimeter) und *ligne* (= 2,5 Millimeter) in metrische Einheiten. In Klammern sind die Äquivalente auf der Scheibe ergänzt. Sie entsprechen der ursprünglichen Teilung 1 / 12 / 12 x 12 und mit einem geringen Fehler auch den bis 1795 üblichen Werten.

Rechenscheiben gleicher Bauart hat man auch für die Umrechnung von Währungseinheiten hergestellt.

9 Williams, O.B.; Johnson, Roger G. 2007. *Why are tabular calculators almost forgotten?* URL http://computarium.lcd.lu/library/PDF/WILLIAMS JOHNSON Why are Tabular Calculators almost forgotten.pdf [letzter Zugriff 14.9.2020].

10 Foto Reinmar Wochinz, wiedergegeben mit freundlicher Genehmigung.

11 Chelius, Georg Kaspar. 1830. *Maß- und Gewichtsbuch.* Frankfurt/M. S. 156.

12 Niemann, F. A. 1830. *Vollständiges Handbuch der Münzen, Maße, und Gewichte aller Länder der Erde, in alphabetischer Ordnung*. Quedlinburg, S. 12.

Eine weitere, von Ausstattung und Inhalt bemerkenswerte Rechenhilfe ist der *Prompt Calculateur* von MAURAND[13]. Die Rechenhilfe wurde 1865 an der Französischen Akademie der Wissenschaften vorgestellt. Zu dieser Sitzung ist die folgende Niederschrift[14] überliefert:

„1865 reichte Herr A. Maurand der Akademie ein Gerät als seine Erfindung zur Beurteilung ein, das er promt multiplicateur nennt und das dazu vorgesehen ist, mit Leichtigkeit und Genauigkeit die alten Maße und Gewichte aller Nationen auf das metrische französische System zu reduzieren und umgekehrt.“

Das Gerät ist in den *Abbildungen 4 und 5* dargestellt. Es besteht aus einer zweiteiligen Büchse aus Messing mit einer Glasscheibe im Deckel. Der Durchmesser der Büchse beträgt ca. 10 Zentimeter. Sie enthält dreißig runde, beidseitig bedruckte und mit Hand kolorierte Blätter.

Abb. 4: Der *Prompt Calculateur* von MAURAND[15]

Je zwei gleichfarbige Sektoren (gelb, rot grün und blau) bilden eine Vielfachentabelle. Im linken Sektor stehen die Multiplikatoren 1 bis 9 der darüber genannten Einheit, rechts davon die Äquivalente der ebenfalls darüber genannten anderen Einheit. In Summe enthält ein Satz Blätter 240 solcher Tabellen. Die Tabellen beinhalten Vergleichungen von alten in metrische Einheiten und umgekehrt sowie Angaben zur Berechnung von Zinsen. Der Erfinder hatte vorgesehen, dass das benötigte Blatt unter die Glasscheibe im Deckel gelegt wird und der Benutzer die Vergleichungen an Markierungen auf der Scheibe abliest – bei häufigem Wechsel ein umständliches Verfahren.

13 Die Rechenhilfe darf nicht verwechselt werden mit Tabellenwerken gleichen Namens, z. B. von J. L. Suret, erschienen 1837 in Paris.

14 Quelle: Comptes Rendu hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences (Paris), vol. 61, July -December, 1865, p. 425. Übersetzung vom Verfasser.

15 Fotos des *Prompt Calculateur* aus der Sammlung des Verfassers. S. a. Computer History Museum Cat.Nr. XB233.82, URL https://www.computerhistory.org/collections/catalog/XB233.82 [letzter Zugriff 14.9.2020]

Bezüglich der oben schon einmal erwähnten Einheit *aune* gibt Blatt 3 an für

1 *aune ancienne ou de Paris* = 118,84 Zentimeter,

1 *aune métrique ou usuelle* = 120 Zentimeter.

Man beachte die genaue Unterscheidung dieser Längeneinheit. Bezüglich der anderen Einheiten sind die Blätter noch nicht ausgewertet.

Ob die Blätter dem Benutzer eine handliche Hilfe bei der Umstellung von alten auf neue Einheiten gaben, sei dahingestellt. Für uns heute sind sie neben den Tabellenbüchern eine weitere Quelle für authentische Gegenüberstellungen aus der Zeit.

Nach der Vorstellung des Gerätes an der Französischen Akademie der Wissenschaften wurde es in der einschlägigen Literatur nicht mehr erwähnt und blieb weitgehend unbekannt.

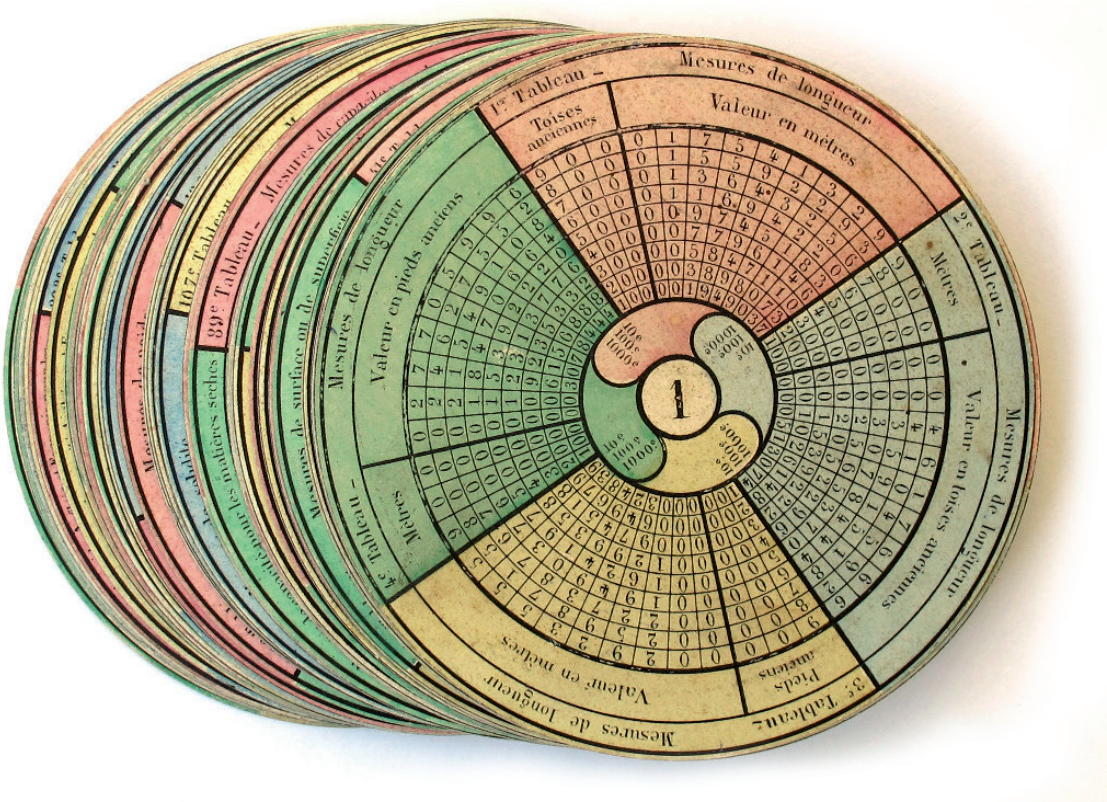

Abb. 5: Die Blätter des *Prompt Calculateur*

Das besondere Kennzeichen der bisher vorgestellten Rechenhilfen besteht darin, dass die Eingangs- und Ergebniszahlen gestuft sind. Zwischenwerte erfordern zusätzliche Rechnungen. Es gibt noch andere Darstellungen.

Analoge Gegenüberstellungen

Als Reaktion auf eine Anordnung der Französischen Republik[16], es sollten grafische Hilfsmittel für die Umrechnung bereitgestellt werden, fertigte Louis Ézéchiel Pouchet (1748 - 1809) eine Sammlung gedruckter Transversalmaßstäbe an.[17] Solche Maßstäbe dienen materiell ausgeführt vorwiegend in der Kartographie zum Abgreifen einer Strecke mittels eines Stechzirkels. Schräge Linien an einem Ende, sog. Transversale, erleichtern das Aufnehmen von Bruchteilen. Die Verwendung seiner Maßstäbe zeigt Pouchet an mehreren Beispielen. In einem Beispiel[18] sollen 25 Meter in *aunes Paris* umgewandelt werden. Hierzu nimmt er

16 Tournès, Dominique. 2017. Des instruments oubliés: les tables métrologiques du XVIIIe siècle. In: Évelyne Barbin, Dominique Bénard et Guillaume Moussard (éds). *Les mathématiques et le réel. Expériences, instruments, investigations*. Presses Universitaires de Rennes, pp.157-172. URL https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01484225 [letzter Zugriff 14.9.2020].

17 Pouchet, Louis Ézéchiel. 1794. *Tableau des nouveaux poids, mesures et monnoies de la République française.* Rouen.

18 Pouchet 1794, S. 10

auf dem Maßstab für Meter die Strecke 25 in einen Stechzirkel (vgl. *Abb. 6*). Diese Strecke überträgt er auf den Maßstab für *aunes Paris* und liest das Ergebnis ab. Im Text wird als Ergebnis 21,04 genannt. Das entspricht dem überlieferten Umrechnungsfaktor 1:1,188. Eine Genauigkeit von Hundertstel ist mit der vorgegebenen Größe der gedruckten Maßstäbe nicht zu erzielen.

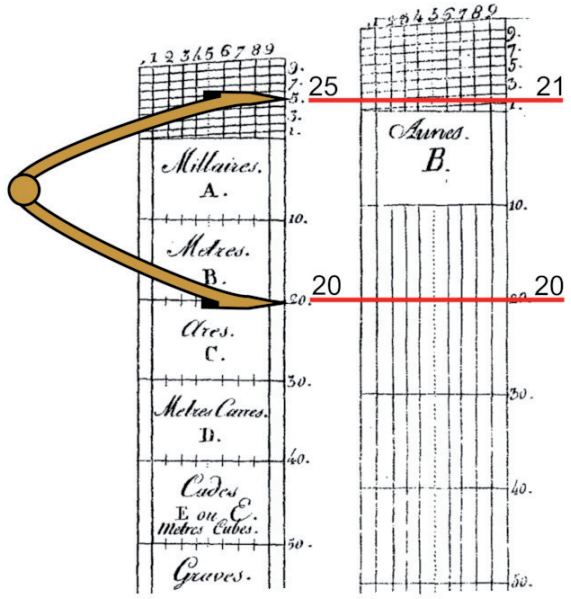

Abb. 6: Der Gebrauch zweier Transversalmaßstäbe bei POUCHET [19]

Mehrstufige Umrechnungen lassen sich ebenfalls ausführen, sofern sie als fortlaufende Proportionen ausgedrückt werden können.

An dieser Rechenhilfe werden Einheiten mit ihren Zahlenwerten mittels Strecken dargestellt und deren Umrechnung über Proportionen realisiert. Mit tatsächlichen Größen haben diese Strecken nichts gemeinsam. POUCHETS Werk enthält 147 solcher Maßstäbe für verschiedene Maße, Gewichte und Zeitangaben aus unterschiedlichen Städten und Ländern.

Der Vorteil dieser Rechenhilfe liegt in ihrer einfachen Anwendung, die keine Berechnungen beinhaltet, sowie in der nicht gestuften Eingabe und Ablesung. Dafür müssen Zwischenwerte geschätzt werden, deren Genauigkeit von der Größe der grafischen Hilfsmittel abhängt.

Aus diesem „Rechnen mit Linien“ wie er es nannte, entwickelte POUCHET die „Lineare Arithmetik (*l'arithmétique linéaire*)“, aus der später die Nomographie hervorging, das Rechnen mit Hilfe von graphischen Darstellungen.

In seinen Tafeln der neuen Gewichte, Maße und Währungen in Frankreich[20] die kurz darauf erscheinen, bietet POUCHET nach der üblichen Einführung in das Dezimalsystem Umrechnungstabellen sowie eine zugehörige Rechenhilfe in Form einer Hyperbeltafel, letztere in zwei Größen. Die quadratische Grafik zeigt bezifferte Hyperbeln der Form $x*y=c$ mit den Koordinaten x, y = [0..10] und deren Ursprung links oben. Diese Grafik dient für die Grundrechenarten Multiplikation und Division. Ein Ablesebeispiel ist in *Abbildung 7* gezeigt.

Es sollen wie im Beispiel oben 25 Meter umgerechnet werden in *aunes Paris*. Die Formel hierfür lautet 25 * 0,84 = 21.

Am oberen Rand der Grafik und bei der Markierung 25 beginnend zieht man eine Linie nach unten und am linken Rand bei 84, gleichbedeutend mit 0,84 beginnend nach rechts. Beide Linien schneiden sich über der Hyperbel bei 21, dem gesuchten Ergebnis.

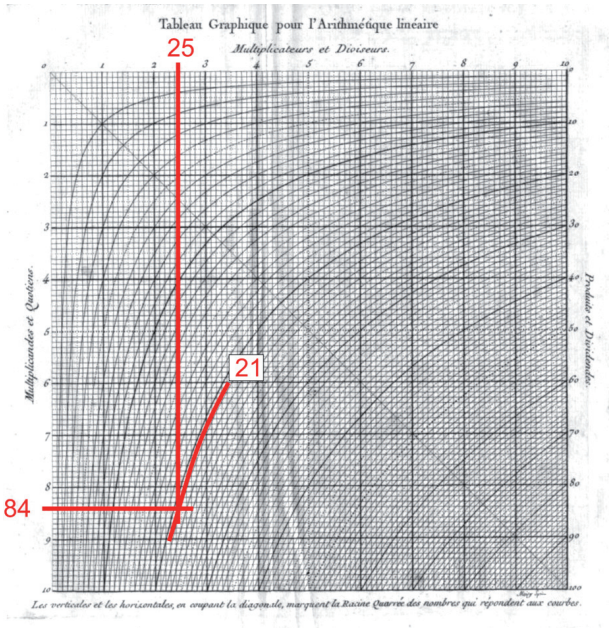

Abb. 7: Hyperbeltafel bei POUCHET[21]

19 Bild zusammengestellt aus Vorlagen in POUCHET 1794, vom Verfasser ergänzt.

20 POUCHET, Louis Ézéchiel. 1797. *Métrologie terrestre, ou Tables des nouveaux poids, mesures et monnoies de France.* Rouen

21 Bild aus POUCHET 1797, Anhang, vom Verfasser ergänzt.

Als Befürworter des metrischen Systems hat der bereits oben erwähnte François GATTEY Schriften zu diesem Thema verfasst und Rechen- bzw. Vergleichshilfen herausgebracht.[22] Eine davon, die *Tablettes pour convertir les toises, pieds, pouces et lignes en mètres et parties du mètre* von 1799, ist in *Abbildung 8* dargestellt.

Sie besteht aus einer Tafel, bedruckt mit senkrechten bezifferten und benannten Skalen. Die Tafel kann man in einer schmalen Hülle verwahren. Gebrauchsanweisung und Ablesebeispiele sind auf der Hülle abgedruckt. Das erste Beispiel davon macht das System dieser Vergleichshilfe deutlich. Sie lautet wie folgt: Umzuwandeln ist die Länge 5 *toises* plus 4 *pieds* plus 2 *pouces* plus 6 *lignes* in Meter. Dabei gilt 1 *toise* = 6 *pieds*; 1 *pied* = 12 *pouces*; 1 *pouce* = 12 *lignes*.

Zunächst sucht man auf der dritten Skala von links, beschriftet mit *Pieds*, die Zahl 4 plus 2 Unterteilungen plus eine halbe. Die 2 Unterteilungen entsprechen den 2 *pouces*, die halbe entspricht den 6 *lignes*.

Sodann geht man auf gleicher Höhe nach rechts bis zur Skala 5 *toises* und findet dort die Stelle 11 plus ein Zehntel plus nicht ganz ein Hundertstel, so dass das Äquivalent lautet 11,109 Meter.

Weitere Ablesebeispiele werden ebenfalls vorgeführt, dieses eine mag genügen, die Funktion der Tafel zu verdeutlichen. Das zu den Transversalmaßstäben Gesagte gilt auch hier: Die Anwendung gestaltet sich einfach, das Ablesen auf Skalen genügt, dafür setzt die Größe der Tafel Grenzen für die Genauigkeit. Eine detaillierte Beschreibung mit Kommentaren und Untersuchungen zur Genauigkeit dazu stammt vom Erfinder selbst.[23]

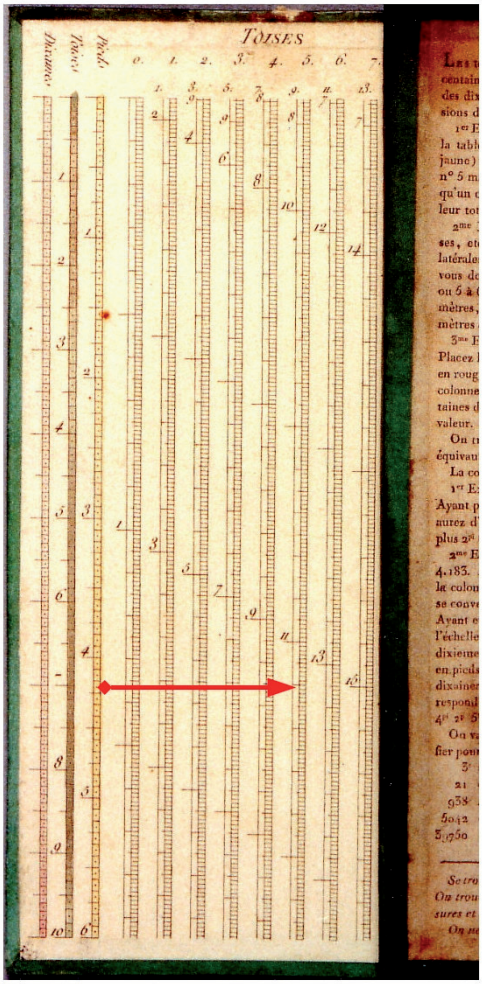

Abb. 8:
Tablettes pour convertir les toises, pieds…
von GATTEY [24]

Eine weitere Rechenhilfe gleicher Bauart von Gattey aus dem Jahr 1799, genannt *Tablettes pour convertir, sans calcul, les poids anciens en nouveaux, et réciproquement* dient der Umrechnung von Gewichten.

Um zu große Abmessungen der Rechenhilfen mit linearen Skalen zu vermeiden kann man diese auch zentrisch im Kreis anordnen. Eine gute Quelle für Beschreibungen von Geräten dieser Bauart bietet das Polytechnische Journal (ab 1855 Dinglers Polytechnisches Journal), die älteste unabhängige technische Zeitschrift Deutschlands. Es erschien von 1820 (Bd. 1) bis 1931 (Bd. 346).

Das Journal informiert über drei Rechenhilfen zur Maßumrechnung. Eine Einführung in das Thema gibt ein Artikel mit dem Titel *Ueber mechanische Vorrichtungen zum Reduciren*, verfasst von einem unbekannten Autor im Jahr 1872. Er schreibt über tabellarische Rechenhilfen, stellt zwei der drei Rechenhilfen vor und bewertet diese.[25]

22 Biographie Universelle Ancienne et Moderne, Supplément, Tome 65, Paris 1838, p. 169ff.

23 Rapport fait au Bureau consultatif des poids et mesures, par le Gen Gattey, [...] sur des tablettes de son invention, servant à la comparaison des mesures anciennes avec les mesures nouvelles. In: *Journal des mines,* n° 9, 1798-1799 (volume unique, 1er semestre de l'an VII), pp. 295-304.

24 Foto Valéry Monnier, hier wiedergegeben mit freundlicher Genehmigung. Der rote Pfeil ist nachträglich vom Verfasser eingefügt.

25 Anon. 1872. Ueber mechanische Vorrichtungen zum Reduciren. In: *Dinglers Polytechnisches Journal*. Bd. 203, Nr. XLVIII. (S. 179–184).

Zunächst geht der Autor auf die Situation in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts in deutschen Ländern ein und begründet damit in lebendigen Worten die Entstehung von Rechenhilfen:

„'Die Noth macht erfinderisch.' Dieser Erfahrungssatz ließ mit Bestimmtheit annehmen, daß die, gewiß als 'Noth' zu bezeichnende Verwirrung, welche die Beseitigung aller gewohnten Maaße, Gewichte und Münzen herbeiführen muß, mancherlei Erscheinungen zu Tage fördern werde, welche dem Publicum den Uebergang vom alten zum neuen System möglichst erleichtern sollen.“

Sodann kommt der Autor auf Tabellenwerke zu sprechen. Man nannte sie auch Reductions- oder Hilfstabellen oder Faulenzer oder auch Rechenknechte und sie wurden für ganz unterschiedliche Zwecke und in zahlreichen Varianten und Ausführungen angeboten, auch für Maßumwandlungen[26]. Ein Blick in die Bücherkataloge aus der Zeit bestätigt das.

Die Überleitung des Autors von den Tabellenwerken zu den Vorteilen der mechanisierten Hilfen, trotz ihrer geringeren Genauigkeit, ist so originell wie zutreffend, weshalb sie hier mit aufgeführt sein soll:

„Als Heft oder Buch in der Tasche nachgetragen, ist die Tabelle bald zerknittert und schmutzig, es entstehen die bekannten Ohren, und regnet es ein wenig darauf, so kleben die Blätter zusammen und zerreißen oder der Wind jagt sie herum. Ist es ein Buch, so wird man es manchmal vermissen, weil es der Unbequemlichkeit halber und in der Annahme, es nicht zu brauchen, vielleicht zu Hause hingelegt wurde, und ist es ein kleines Heftchen, so hat es sich gewiß, wenn man's am nöthigsten braucht, hinter Taschentuch, Cigarrenetuis, Portemonnaie oder irgend einen anderen Taschenbewohner versteckt.“

Anschließend kommt er auf die beiden Rechenhilfen zu sprechen.

Da ist zunächst die *„Maß- und Gewichtsuhr“*, die man bei einem E. Lewy in Berlin bestellen kann. Ob dieser der Erfinder oder nur der Hersteller war, geht aus dem Text nicht hervor. Der Begriff Uhr bezieht sich wie in der Vergangenheit üblich auf die Form oder auf das Vorhandensein eines Mechanismus, ein Instrument zum Zählen der Zeit ist nicht gemeint.

Auf beiden Seiten einer Messingscheibe sind drehbare Zeiger sichtbar, die sich über den ganzen Durchmesser erstrecken. Sie weisen auf kreisförmig angebrachte und geteilte Skalen, so dass sich mit dem Stellen des Zeigers auf den einen Zahlenwert sofort am anderen Ende dieses Zeigers der entsprechende Zahlenwert in der anderen Maßeinheit ablesen lässt. Die Skalenteilung ist in *Abbildung 9* aufgeführt.

Die Messingscheibe soll einen Durchmesser von einem Zoll, also ca. 25 mm besitzen. Für eine einigermaßen genaue Ablesung ist das zu klein. Deshalb schreibt der Autor in seiner Bewertung:

„Der Gegenstand ist kaum als mehr denn nette Spielerei zu bezeichnen. Wer übrigens mit dem Erfinder darauf Werth legt, daß derselbe mit dem Uhrgehänge vereinigt, als Schmuck dienen kann, wie Bieruhren, Kalendarien, Medaillons etc., ist vielleicht doch davon befriedigt.“

Vorderseite	obere	Hälfte	des	äußeren	Bogens	12	Theilstriche	für	ganze Meter
	untere	„	„	„	„	18	„	„	preuß. Ellen
	obere	„	„	inneren	„	16	„	„	Liter
	untere	„	„	„	„	14	„	„	preuß. Quart
Rückseite	obere	„	„	äußeren	„	25	„	„	Neuloth
	untere	„	„	„	„	15	„	„	alte Loth
	obere	„	„	inneren	„	10	„	„	Kilogramme
	untere	„	„	„	„	20	„	„	Pfunde

Abb. 9: Teilungen der *„Maß- und Gewichtsuhr“* von LEWY [27]

Der universellen Verwendbarkeit und den Spezifika eines Rechengerätes näher kommt eine *„Zähl- und Reductionsuhr“*. Erfinder dieser Uhr ist *„Hr. Bahnhofverwalter Bauer in Maximiliansau (Pfalz)“*.

Abb. 10:
Die *Zähl- und Reductionsuhr* von BAUER[28]

26 Selbst gefertigte Vielfachentabellen waren schon vor der Einführung des metrischen Systems in Gebrauch, s. hierzu WEISS, Stephan. 2012. *Rechengeräte im Angebot bei Johann Conrad Gütle 1792* URL http://www.mechrech.info/publikat/GuetleReGer.pdf

27 Text aus ANON 1872.

28 Foto eines Originals mit freundlicher Genehmigung des Besitzers.

Es handelt sich dabei um ein Gerät ganz ähnlich einer Taschenuhr, jedoch mit zwei Zifferblättern, eines vorn und eines auf der Rückseite, und somit auch mit zweimal zwei Zeigern. Dreht man an der Krone, dann bewegen sich die Zeiger mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten. Man kann somit auf jeder Seite zwei Zahlenwerte einstellen. Auf der anderen Seite zeigen dann die beiden Zeiger auf die adäquaten Zahlenwerte der Umrechnung. Die *Abbildung 10* zeigt die Reductionsuhr für die Umrechnung von Mark und Pfennigen auf Gulden und Kreuzer.

Das Zusammenwirken beider Zeiger ermöglicht eine weite Spreizung der Zahlenwerte auf den Skalen. Der Autor führt dazu aus:

„Das Maximum, bis zu welchem jede beliebige Größe ohne Zwischenrechnung mit Sicherheit reducirt werden kann, beträgt im Allgemeinen das Zwölf- bis Fünfzehnhundertfache des kleinsten Theiles. Zeigt der äußere Gradbogen des einen Zifferblattes z. B. noch halbe Centimeter (die zwischenliegenden Millimeter sind schätzungsweise zu bestimmen), so können alle Längen bis zu 6 Meter unmittelbar in Fuße, Zolle und Linien umgewandelt werden und umgekehrt.“

Das Gerät kann mit unterschiedlichen Zifferblättern ausgestattet an die Bedürfnisse angepasst werden. Mögliche Umrechnungen sind

„Längenmaaße nach Fuß und Elle,

Flächenmaaße nach Quadratfuß, -Klafter, -Ruthe, Morgen und Tagwerk,

Kubikmaaße nach Kubikfuß, -Klafter, -Ruthe, ferner Markt- und Waldklafter,

Hohlmaaße nach Quart, Kanne, Maaß, Eimer, Ohm, Fuder etc.,

Getreidemaaße nach Mäßle, Simri, Metzen, Scheffel etc.,Handels- und Medicinalgewichte nach ihren verschiedenen Namen, und endlich Münzen nach süddeutscher und Frankenwährung.

Alle diese Aufgaben können durch solche Instrumente gelöst werden. Ueberdieß sollen, wie uns versichert wurde, nicht etwa nur für die Reduction bayerischer Pfunde oder württembergischer Fuße etc. Uhren nach gleicher Schablone hergestellt, sondern es soll auch dem Bedürfniß einzelner Kategorien möglichst Rechnung getragen werden.“

Drei Jahre nach der Veröffentlichung des oben zitierten Artikels erschien 1875 ein weiterer mit dem Titel *C. Bauer's Reducirschieber*.[29] Der Erfinder ist bereits oben im Zusammenhang mit seiner Reductionsuhr genannt worden. Nach der Beschreibung zu urteilen ist das hölzerne Lineal mit 67 Zentimeter Länge nach dem Funktionsprinzip weitgehend mit dem der *Tablettes* von GATTEY identisch, weil hier ebenfalls Skalen gegenübergestellt werden. Verglichen werden *„süddeutsche und Reichs-Währung, Fuß- und Metermaß, Pfund- und Grammgewichte etc.“*

Angepasste logarithmische Rechengeräte

Eine weitere Gruppe von Rechengeräten, die an den Gebrauch als Hilfe für Umrechnungen angepasst wurden, sind die logarithmischen Rechengeräte. Der bekannteste Vertreter dieser Gruppe ist der Rechenschieber oder die logarithmische Rechenscheibe. Ihr Prinzip besteht darin, dass sie, vereinfacht gesagt, Multiplikationen und Divisionen als geometrische Additionen oder Subtraktionen von Strecken ausführen, deren Längen Logarithmen repräsentieren. Nach der Veröffentlichung der ersten brauchbaren Logarithmentafel 1614 in Schottland begann die Entwicklung dieser Geräte im ersten Drittel des 17. Jahrhunderts in England und setzte sich anfangs des 19. Jahrhunderts in Frankreich fort.

Sowohl der Mathematiker Auguste-Savinien Le Blond (1760-1811) als auch der bereits erwähnte François Gattey veröffentlichten 1799 Beschreibungen logarithmischer Rechengeräte für Umrechnungen. Die Autoren gehören zu den ersten, die diese Rechenhilfen unter den Bezeichnungen *Cadran logarithmique* und *Arithmographe* in Frankreich bekannt machten. Sie bilden keine neuartige Bauart dieser Spezies. Sie sind nur insofern an die Erfordernisse des Umrechnens angepasst, als die logarithmisch geteilten Skalen zusätzliche Markierungen tragen. Sie stehen für die alten und neuen Einheiten und ermöglichen so ein schnelleres Positionieren der Skalen zueinander. Am Rechengang selbst ändert sich nichts.

29 Anon. 1875. C. Bauer's Reducirschieber. In: *Dinglers Polytechnisches Journal.* 1875. Bd. 215, Miszelle S. 562.

Der Arithmographe von Gattey in einer späteren Ausführung ist in *Abbildung 11* dargestellt.

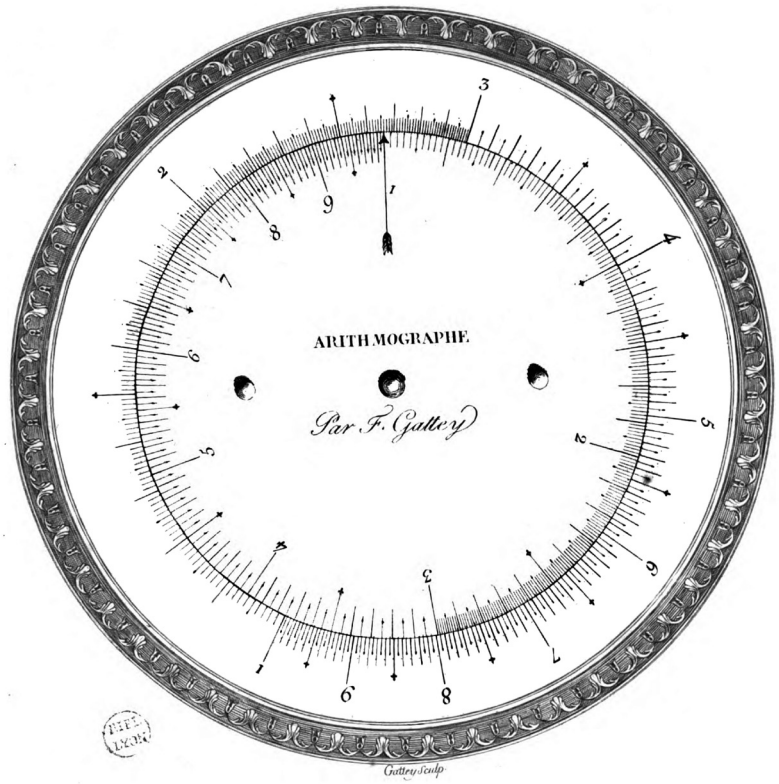

Abb. 11: Der Arithmographe von Gattey[30]

Weitere Bilder dieser französischen Rechengeräte und weiterführende Literatur hierzu findet man in einem Artikel im Journal of the Oughtred Society[31] und auf der Webseite von Valéry Monnier.[32]

Im deutschsprachigen Raum wurden in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts einzelne logarithmische Rechengeräte für Maßumrechnungen und Preisberechnungen gebaut, die jedoch keine Verbreitung fanden.[33]

Rechnungen mit Hilfe von Logarithmen lassen auch schriftlich ohne ein logarithmisches Rechengerät ausführen. Alexis-Jean-Pierre Paucton (1732-1798) stellt das Messwesen auf eine mehr wissenschaftliche Basis und gibt für häufig gebrauchte Zahlenwerte auch deren Logarithmen an. Damit sind komplexere Rechnungen möglich.[34] Ein deutschsprachiges Beispiel hierfür ist das *Mathematische Lehrbuch*[35] des Benediktinermönches und Mathematikers Magold Maurus (1761-1837). Im Handel fand diese Methode keine Anwendung, denn sie setzt das Vorhandensein einer weiteren Logarithmentafel sowie umfassende Kenntnisse in Arithmetik voraus.

Mit der Übernahme der neuen Maße und Gewichte als Allgemeingut wurden die beschriebenen Umrechnungshilfen entbehrlich und gerieten in Vergessenheit.

Der Verfasser dieses Artikels bittet um Hinweise, sofern Leserinnen oder Leser weitergehende Informationen über Rechenhilfen oder sogar Originale der beschriebenen Art besitzen.

---

30 Abbildung aus Ampère, Jomard. 1816. Rapport […] sur l'Arithmographe[...]par Gattey[…]. In: *Bulletin no. CXLI de la Société d'Encouragement pour l'Industrie National* (SEIN), p. 49-56.

31 van Poelje, Otto & Morizet, Michel. 2013. Two "Cadrans Logarithmiques" by Le Blond and Gattey For Old-to-Metric Unit Conversions in France (1799). In: *Journal of the Oughtred Society,* Vol. 22, No. 2, 2013, p. 46.

32 Monnier, Valéry. Arithmetical Machines & Instruments / 19th Century. URL http://www.ami19.org/Malassis/Regles-Calcul-Cercles-Log.html [letzter Zugriff 14.9.2020].

33 Rudowski, Werner. 2012. Sch*effelt & Co. Frühe logarithmische Recheninstrumente im deutschen Sprachraum.*

34 Paucton, Alexis-Jean-Pierre. 1780. *Métrologie, ou Traité des mesures, poids et monnoies des anciens peuples et des modernes*. Paris. TOURNÈS (2018), S. 5.

35 Magold, Maurus. 1802. *Mathematisches Lehrbuch zum Gebrauche öffentlicher Vorlesungen auf der churfürstl. baierischen Landes-Universität zu Landshut.*