Stephan Weiss

Frühe elektromechanische Rechenmaschinen

Einleitung

Dieser Aufsatz ist aus der Frage nach dem Verhältnis im Sinne eines Zusammenwirkens von Elektrizität und historischen mechanischen Rechenmaschinen entstanden. Zunächst stellt man sich vor, dass dieses Verhältnis auf den Einsatz eines Elektromotors beschränkt geblieben ist. Eine solche Annahme ist jedoch nicht richtig. Die Verwendung von Elektrizität beginnt bereits wesentlich früher und lässt sich in drei Abschnitte gliedern. Die Unterteilung des Aufsatzes folgt diesen Abschnitten.
Mit dem Begriff Rechenmaschinen sollen auch einfache Rechengeräte gemeint sein, weil die Unterscheidung zwischen beiden, nämlich der automatische Zehnerübertrag, für das Thema eine untergeordnete Rolle spielt und bis zum Beginn des dritten Abschnitts um 1900 auch nicht gesehen wurde. Die Auswahl der Maschinen beschränkt sich auf digital wirkende, Analogrechengeräte bleiben daher ausgenommen.
Die Erläuterungen hier stützen sich auf Beschreibungen in Büchern und Patentschriften. Die Auflistung der Maschinen kann weder vom zeitlichen Rahmen noch von der Anzahl her vollständig sein, weil die Titel der zahlreichen in- und ausländischen Patentschriften zumeist nichts über Details des Inhalts verraten und zudem sehr frühe Patentschriften bzw. Privilegien aus den ersten zwei Dritteln des 19. Jahrhunderts schwer aufzufinden sind. Hier besteht nach wie vor eine Lücke. Repräsentativ ist die Auswahl für die übrigen Zeitabschnitte dennoch, weil sie aufzeigt, wie sich Erfinder die Verwendung von Elektrizität in Rechenmaschinen vorgestellt haben, welche Ideen sie dazu hatten, auch wenn die Maschinen niemals gebaut worden sind.

Elektrische Spielwerke

Ende des 18. Jahrhunderts treffen wir erstmals auf die Verbindung von Elektrizität und Rechengeräten.
Johann Gottlieb Christoph Bohnenberger (synonym Gottlieb Christian B., 1733 – 1807), Pfarrer in Altburg bei Calw und Physiker, gibt in seinen *Beyträge(n) zur theoretischen und praktischen Elektrizitätslehre* [3] Überlegungen und praktische Anleitungen zu Elektrisiermaschinen und zur Elektrizität im allgemeinen. Sie beinhalten auch die Beschreibung eines Multiplizierzylinders für das kleine Einmaleins mit innerer elektrischer Beleuchtung. Diese Beschreibung wird nur kurze Zeit später wiederholt kopiert, so im *Unterricht in der natürlichen Magie*, Band 12, 1797, von Martius [5], der auf Bohnenberger verweist. Der

Unterricht besteht in einer Anhäufung von Phänomenen aus den Naturwissenschaften und ihrer Anwendung, Tipps für das praktische Rechnen und die Haushaltsführung eingeschlossen.
Die Beschreibung findet sich des weiteren in der *Sammlung electrischer Spielwerke* [Seiferheld 7]. Die *Sammlung* erscheint ab 1787 in 10 Teilen, genannt Lieferungen. Sie wird anonym publiziert, Poggendorff[1] nennt als Autor Georg Heinrich Seiferheld (1757 – 1818). Biografische Details über den Autor gibt die Allgemeine Literatur-Zeitung[2]. Demnach war Seiferheld u.a. Hessen-Darmstädtischer Hofrat, Mitglied der Naturforschenden Gesellschaft Schwaben und Professor der Physik an einem königlichen Gynmasium. Sein besonderes Interesse galt der Experimentalphysik und der Anwendung von Elektrizität. Andere seiner Publikationen haben den gleichen Themenkreis zum Inhalt.

Seiferhelds Sammlung gehört zu den ersten Büchern mit Vorlagen zum elektrischen Experimentieren. Sie sollen die jungen Leser mit allen Aspekten der Elektrizität vertraut machen, wobei Möglichkeiten ihrer Anwendung im Vordergrund stehen [Pech 6]. Zu den zahlreichen Experimenten gehören unter anderen das Entzünden von Pulver, das Schmelzen von Metallfolien, Funkeneffekte und derlei mehr. Als Stromquelle dient eine geladene Leidener Flasche, die älteste Bauform eines Kondensators.

In Seiferhelds Versuchsanordnungen finden sich neben Rechenhilfen spielerischen Charakters – etwa das Ein mal Eins in der 6. Lieferung, bei dem Plättchen mit Produkten zweier Zahlen durch einen Funken hoch geschleudert werden – auch ernstzunehmende Geräte, in etwa vergleichbar mit anderen zeitgenössischen Rechengeräten[3]. Hierzu gehören der bereits oben erwähnte *Multiplications–Zylinder* in der 6. Lieferung 1795 sowie die *Rechenmaschine zu allen 5 Specien* in der 10. Lieferung 1817.

Seiferheld gibt an, die Beschreibung des Multiplikationszylinders bei Bohnenberger entnommen zu haben und bezeichnet ihn als den Erfinder. Bisher wurde diese Tatsache in der Geschichte der Rechenhilfen noch nicht gewürdigt. Der Zylinder (Bild 1) besteht aus zwei ineinander gesteckten hohlen Zylindern, die gegeneinander verdreht und verschoben werden können. Durch diese Bewegungen werden die beiden Produktfaktoren von 1 bis 10 eingestellt. In einem weiteren Ausschnitt wird das zugehörige Produkt angezeigt und mittels eines Funkens entlang der Funkenstrecke *I K* im Inneren der Zylinder auch von hinten beleuchtet. Dazu müssen die beiden Ösen *L* und *M* ausserhalb des Zylinders (im Bild links unten) mit einem geladenen Kondensator verbunden werden.

---

1 Poggendorff: Biographisch-Literarisches Handwörterbuch zur Geschichte der exacten Wissenschaften, 2. Bd., Leipzig 1863

2 Allgemeine Literatur Zeitung vom Jahre 1819, 2. Bd., Halle u. Leipzig, in der Nummer 181vom Juli 1819 in Sp. 599 unter Literarische Nachrichten – Todesfälle.

3 Vgl.[Bischoff 2], abgeschlossen 1804, der Bohnenberger nicht erwähnt.

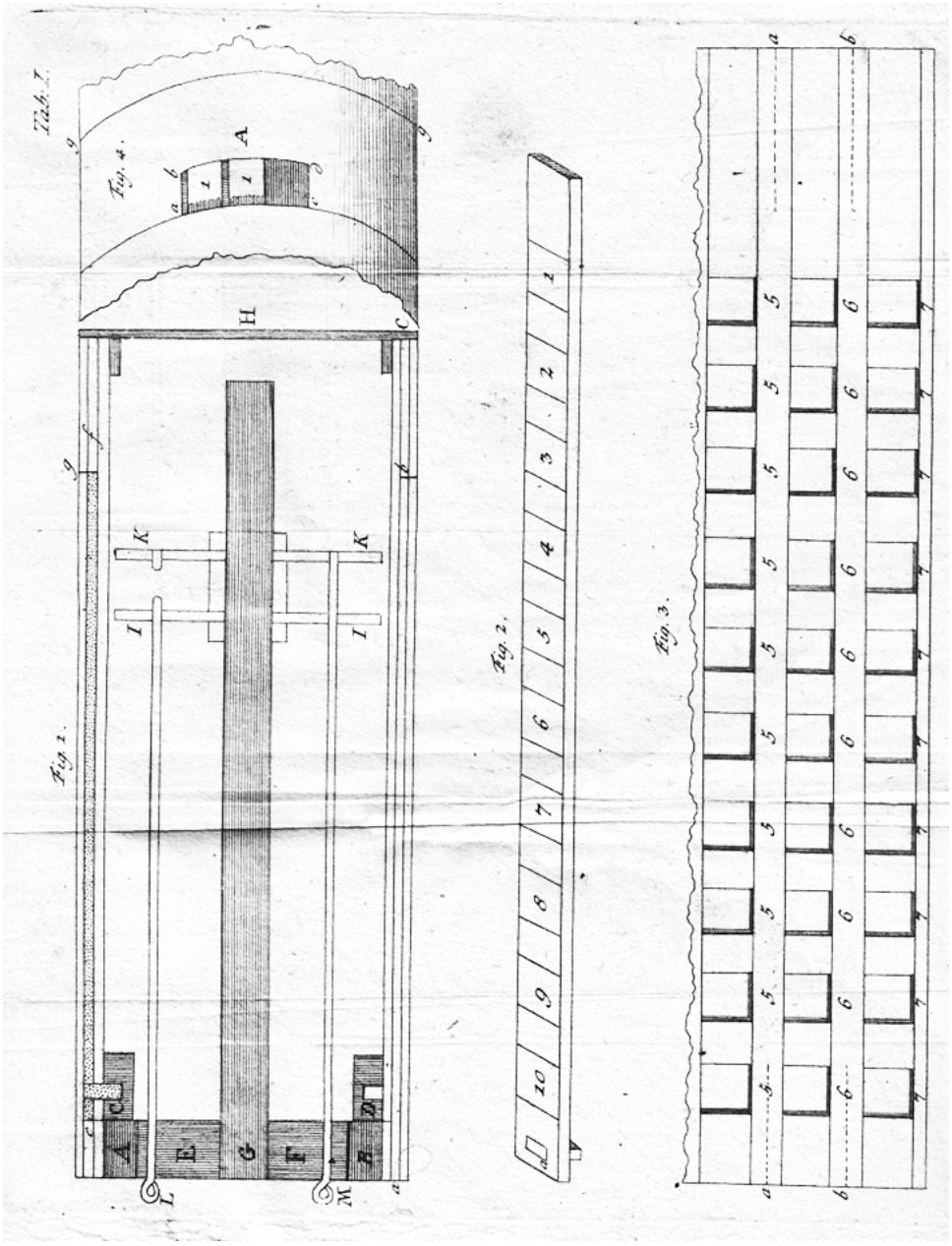

Bild 1: Der *Multiplications-Zylinder* bei Seiferheld

Die *Rechenmaschine zu allen 5 Species* besteht aus mehreren übereinander montierten Scheiben mit am Rand angebrachten Funkenstrecken (s. Bild 2). Für jede der Rechnungsarten (Addieren, Subtrahieren, Multiplizieren, Dividieren) sind mehrere Scheiben vorbereitet, die mit Zahlen versehen sind und im Inneren eingelegt werden. Berührt man mit den Kontakten des Kondensators zwei Eingangszahlen der Rechnung, so wird deren Summe, Produkt usw. mit dem Überschlag eines Funkens angezeigt.

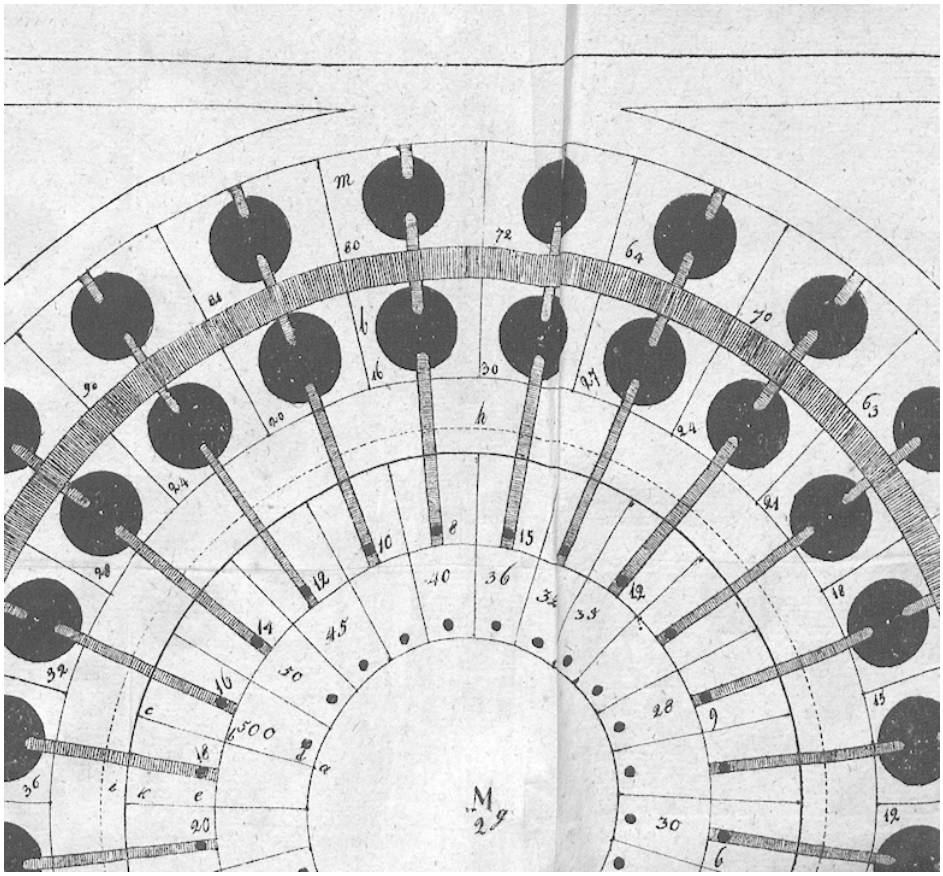

Bild 2: Die *Rechenmaschine zu allen 5 Species* bei Seiferheld, Ausschnitt

Die hier genannten zwei Rechengeräte sind, unabhängig von der Verwendung von Elektrizität, in der Erfindungshöhe mit Geräten aus der Zeit vergleichbar. Sie sind als Spiel- oder Demonstrationsmodelle dennoch nicht für den Produktiveinsatz vorgesehen. Man kann sie auch nicht als elektrische Rechengeräte bezeichnen, weil sie zwar elektrisch betrieben werden, dies aber alleinig zur Gewinnung eines Funkens für die Beleuchtung oder Markierung. Mehr kann auch nicht erwartet werden. Batterien für eine konstante Stromversorgung waren der Wissenschaft als neue Erfindung noch nicht lange bekannt, sie standen in den Haushalten der jungen Leser sicher nicht zur Verfügung und der Elektromagnet war noch nicht erfunden. Ungeachtet dieser Einschränkung bleibt der elektrische Funke Bestandteil des Gesamtsystems.

Magnete und Schalter

Wie bereits in der Einleitung angedeutet sind mir Patente bzw. Privilegien zu Rechenmaschinen in Verbindung mit Elektrizität für den Zeitraum 1800 bis etwa 1880 nicht bekannt. Ob es solche nicht gibt oder ob sie bis jetzt noch nicht gefunden worden sind müsste erst noch untersucht werden.

Aus dem danach folgenden Zeitraum sind Patente zum Thema bekannt. Der elektrische Strom dient nur zur Übertragung der Eingaben auf die mechanischen Zählwerke, kein Rechenvorgang läuft automatisch ab. Zur Verwendung kommen Schalter oder Kontakte und Magnete. Man muss annehmen, dass die Erfinder aus Gründen der Vereinfachung einen Teil der traditionellen Eingabe- und Übertragungsmechanik einsparen wollten. Bauteile, die nur durch Drähte verbunden sind, lassen sich zudem nahezu beliebig positionieren. Die Patente sind als Vorschläge für Alternativen zu den bereits weit entwickelten und im Markt etablierten mechanischen Maschinen zu sehen.

Die Addiermaschine des Patentes US348437 [P5] von 1886 besitzt nur die Tasten 1 bis 9. Welcher Stellenwert bei Betätigen einer Taste gemeint ist wird durch einen Handhebel (rechts in Bild 3 dargestellt) eingestellt, der die Verbindung zu Elektromagneten, einer für jede Stelle im Ergebnis, herstellt. Die Wege der Tasten (links im Bild, blau) sind ihrem Wert entsprechend unterschiedlich lang. Dadurch wird während ihrer Bewegung eine unterschiedliche Zahl von Kontakten überstrichen (in Bildmitte, gelb), die nacheinander den gewählten Elektromagnet beaufschlagen, welcher wiederum über einen Anker das Zählrad weiter dreht.

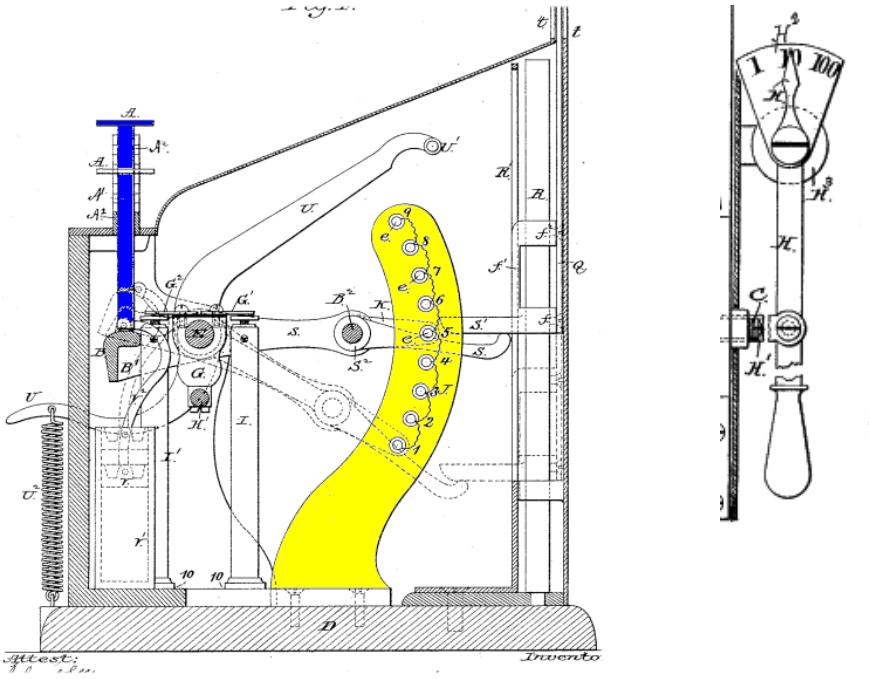

Bild 3: Die Addiermaschine in Patent US348437

Ähnlich arbeitet die Multipliziermaschine, genannt *electrische Rechenmaschine*, von Selling im Patent DE88297 [P1] von 1894. Eduard Selling (1834 – 1920) wurde 1860 zum a. o.Professor der Mathematik an der Universität Würzburg ernannt und 1879 Konservator der astronomischen Anstalt. Den mechanischen Rechenmaschinen galt sein besonderes Interesse. Er analysierte sie und entwarf ein neuartiges Multipliziergetriebe[4]. Im Jahr 1886

4 Vierspeziesmaschinen multiplizieren durch fortgesetzte Addition unter Ausnutzung der Eigenschaften des Stellenwertystems, Multipliziermaschinen ermitteln und addieren die Teilprodukte zwischen den Ziffern der Produktfaktoren unittelbar.

erhielt er ein Patent auf eine mechanische Multipliziermaschine, die auch in einigen Exemplaren gebaut wurde. Eine zweite Bauart dieses Systems folgte 1903, ihr wurde jedoch wegen zahlreicher Mängel kein Erfolg zuteil [Weiss 10]. Zwischenzeitlich entwarf er die genannte elektrische Multipliziermaschine.
An dieser werden die beiden einstelligen Produktfaktoren 0 bis 9 und 1 bis 9 mittels zweier Handhebel eingebracht (in Bild 3 blau gezeichnet). Über Kontakte an Platten (im Bild gelb umrahmt) werden Elektromagnete angesteuert, die ihrerseits über Zahnstangen das mechanische Zählwerk oben auf der Maschine (im Bild links) beeinflussen, sodass das Produkt der beiden eingestellten Zahlen addiert wird. Selling beschreibt mehrere Ausführungsvarianten. In Anhang 1 ist der Patentanspruch aufgeführt. Wie bei ihm üblich ist der erklärende Text sehr verdichtet und bereitet Schwierigkeiten im Verständnis. Selling verfolgt diese elektrische Bauart nicht mehr weiter und nimmt in der Folgezeit auch keinen Bezug mehr darauf.

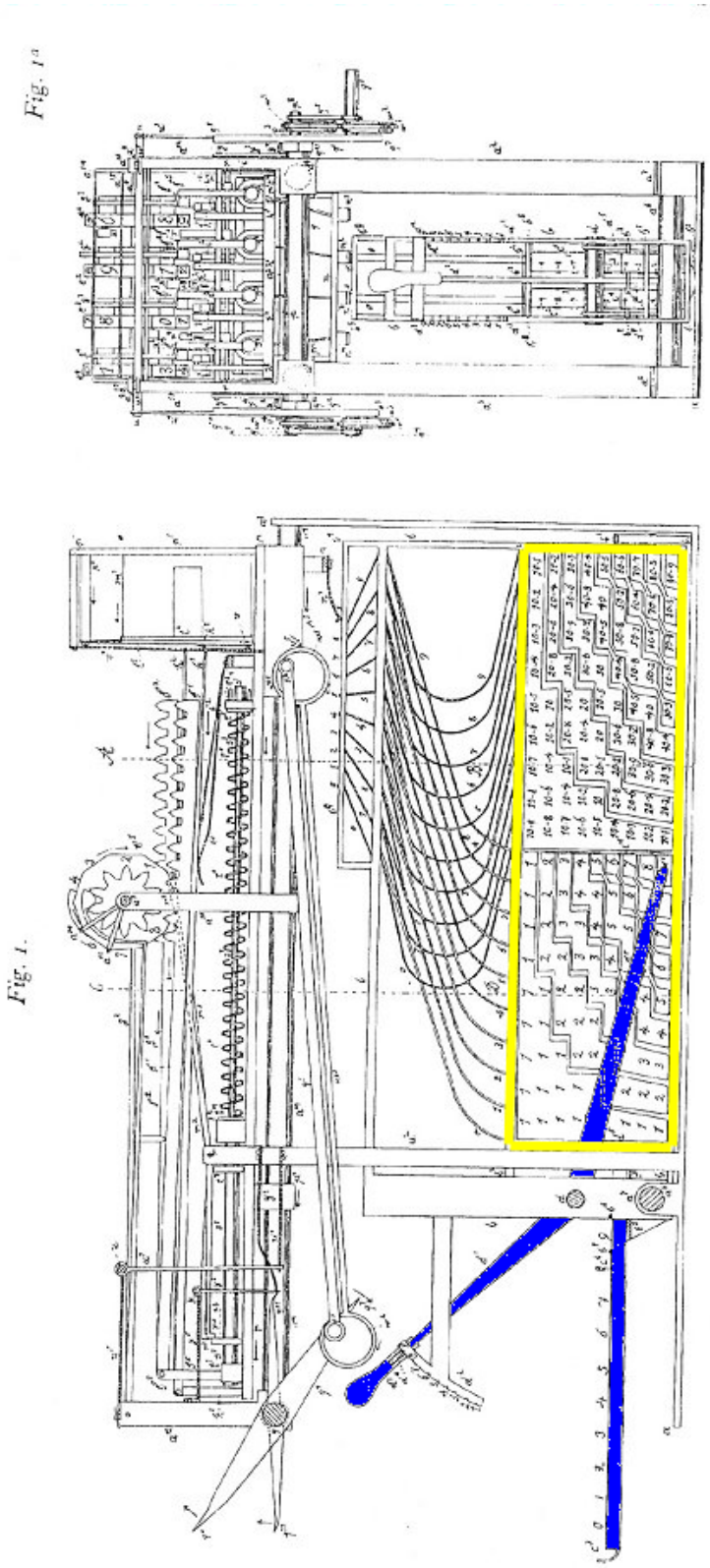

Bild 4: Die Multipliziermaschine von Selling im Patent DE88297

Ein anderer Erfinder ahmt die spezifischen Eigenschaften einer mechanischen Vierspezesmaschine nach. Maschinen dieser Bauart, ein typischer Vertreter aus der Zeit ist in Bild 5 dargestellt, multiplizieren mittels fortgesetzter Addition unter Ausnutzung des Stellenwertystems. Eine Multiplikation liefe wie folgt ab:

```
   418 x 23 =

     418
    +418
      418
      418
     +418
----------
    =9614
```

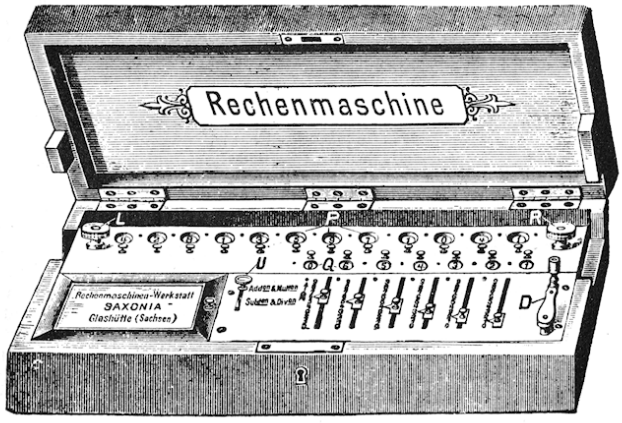

Bild 5: Rechenmaschine Saxonia, um 1900

Das versetzte Addieren wird dadurch ermöglicht, dass man das Resultatwert (im Bild im hinteren Teil des Kastens) gegenüber dem Einstellwerk (im Bild durch die Einstellschieber vorn gekennzeichnet) seitlich versetzen kann. Eine vollständige Drehung an der Kurbel wählt die in Einstellwerk eingestellte Zahl aus und überträgt sie in das Resultatwerk. Genau diese Zuordnungen finden sich in der elektrischen Rechenaschine im Patent FR414790 [P4, Bild 6] von 1910 wieder [Weiss 9]. Die Kurbel auf dem Gehäuse verteilt elekrische Impulse an das Einstellwerk vorn an der Maschine. Das Herausziehen einer Leiste stellt eine Zahl ein, wählt so die Anzahl der zu übertragenden Impulse aus und diese werden im Resultatwerk mechanisch aufaddiert. Wesentlich ist die unter dem Resultatwerk quer liegende Leiste. Sie kann seitlich verschoben werden und ermöglicht ein versetztes Addieren einer Zahl aus dem Einstellwerk in das Resultatwerk.

Elektrische Rechenmaschinen mit Magneten und Schaltern wurden nie serienmässig angeboten. Warum sich diese Bauart nicht gegen die mechanischen Maschinen behaupten konnten lässt sich derzeit nicht eindeutig beantworten. Erst sehr viel später und unter Benutzung anderer Bauelemente konnte sich diese Technologie durchsetzen.

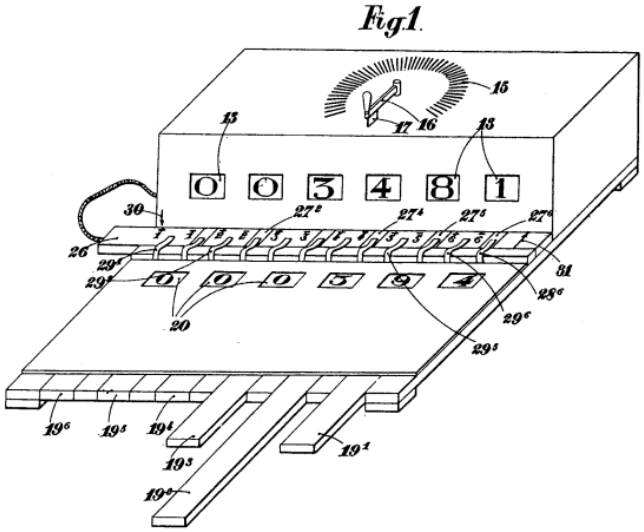

Bild 6: Die elektrische Rechenmaschine im Patent FR414790

Motorischer Antrieb

Mit dem ersten Jahrzehnt des letzten Jahrhunderts beginnt der dritte Abschnitt im Verhältnis zwischen Elektrizität und Rechenmaschine, gekennzeichnet durch elektromotorischen Antrieb. Inzwischen konnte der Elektromotor in geringer Grösse gebaut werden und die konstante Stromversorgung hatte zumindest in den Städten eine Flächendeckung erreicht sodass man elektrischen Antrieb in Rechenmaschinen in Betracht ziehen konnte.
Patente hierzu wurden erteilt, die ersten Maschinen erschienen auf dem Markt. Die Konstrukteure dachten nicht nur an einen Elektromotor mit rotatorischer Bewegung, auch die lineare Bewegung, hervorgerufen durch einen Elektromagneten, wurde aufgegriffen. Das Patent DE154916 [P2] aus dem Jahr 1903 beschreibt einen solchen linearen Antrieb für Addiermaschinen, dessen Hub auf die zu addierende Zahl einstellbar ist. Es stützt sich auf bereits bekannte Antriebe dieser Art. Im Zusammenhang mit elektrischem Antrieb müssen auch genannt werden

- US726803 [P6], ein Patent von 1903 für die erstmalige Verwendung eines Elektromotors als Antrieb einer Addiermaschine (vgl. Anh 2) sowie
- DE159317 [P3], ein Patent aus dem Jahr 1902 für die erstmalige Verwendung eines Elektromotors als Antrieb einer Vierspeziesmaschine mit automatischer Schlittenverschiebung. Rechenmaschinen mit motorischem Antrieb ohne diese Eigenschaft werden in der Patentschrift als bereits bekannt vorausgesetzt [Anthes 1, Turck 8]. Es muss sie demnach schon vor 1902 gegeben haben.

Neukonstruktionen beziehen den Motor, seine Ansteuerung und das Getriebe für die Übertragung in das System Rechenmaschine mit ein. Manche Hersteller hingegen verwenden in den ersten Jahren der Motorisierung bestehende Modelle mit Antrieb mittels Kurbel und

bringen einen Motor zusätzlich an, was mitunter aus heutiger Sicht zu kuriosen Erscheinungsbildern führt. Bild 7 zeigt eine solche Maschine. Der Motor ist links aussen angeflanscht, der Ausleger für die Kurbel rechts ist noch vorhanden, lediglich die Kurbel einschliesslich Griff selbst hat man entfernt.

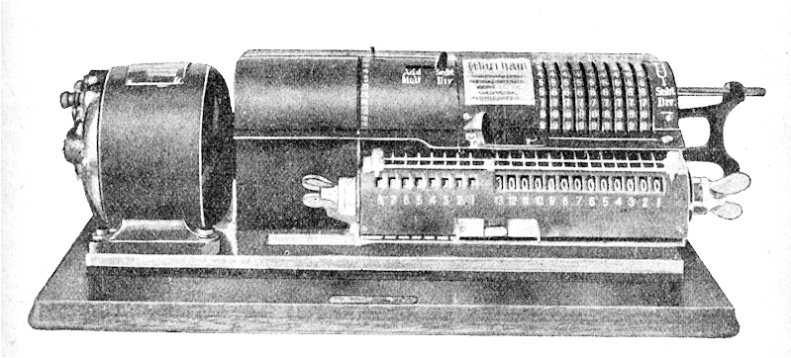

Bild 7: Rechenmaschine des Herstellers Marchant, 1915

Vorteile des Elektromotors sieht man vor allem in der Entlastung des Bedienpersonals, in der Möglichkeit der Automatisierung von Rechenvorgängen und in der Steigerung der Rechengeschwindigkeit. Die beiden letzten Zielrichtungen werden konsequent weiter entwickelt und führen zu den schnellen Automaten in den sechziger Jahren. Diese werden in der folgenden Zeit mehr und mehr von den elektronischen Rechnern abgelöst, die den elektrischen Strom nicht mehr zur Energieübertragung sondern zur Signalverarbeitung verwenden und nur noch wenige bewegliche mechanische Teile besitzen.

Anhang 1: Patentanspruch zum Patent DE88297

PATENT-ANSPRUCH:

Eine Rechenmaschine, in welcher die Verbringung der resultirenden Ziffern der Productenaggregate an ihre Stellen je durch die Wirkung eines besonderen Elektromagneten (wie $m^{1,0}\ldots$, $m^{2,0}\ldots$ in Fig. 3) für jeden Zifferwerth oder durch das Eintreten der Wirkung eines für mehr oder alle Zifferwerthe einer Stelle dienenden Elektromagneten (wie m^1 bis m^4 in Fig. 1, m^1 in Fig. 2) geschieht, in der Art, dafs die Auswahl der Elektromagnete (Fig. 3) oder die Bestimmung ihrer Wirkungszeit (Fig. 1 und 2) durch die Herstellung von Contacten bedingt ist, welche entweder durch die geeigneten Einstellungen von Maschinengliedern herbeigeführt werden, die für alle Ziffern je einer Stelle eines Factors ($c^1 c^2$ in Fig. 1) oder für alle Ziffern eines Factors (d^1 in Fig. 1) dienen oder durch das Anschlagen von Tasten (0 bis 9 für je eine Multiplicandenstelle, 1 bis 9 für den Multiplicator in Fig. 2 und 3).

Anhang 2: Beschreibung im Patent US726803, Ausschnitt

Another object is to dispense with the use of an operating-handle, and consequently the manual labor involved in operating the machine, and to provide in lieu thereof a motor having suitable connections with the operating-shaft whereby upon the depression of a key the motor is connected to the machine and makes a complete operation, said motor being automatically disconnected from the machine upon the conclusion of such operation.

Bildnachweis

1 Seiferheld, 6. Lief., Tab. I

2 Seiferheld 10. Lief., Tab. XXI

3 US348437

4 DE88297

5 Martin, S. 7

6 FR414790

7 Martin, S. 263

Literatur

[1] Anthes, Erhard:
Motorisierung und Automatisierung der mechanischen Rechenmaschinen (2003)
http://www.rechnerlexikon.de/artikel/Motorisierung_und_Automatisierung

[2] Bischoff, Johann Paul:
Versuch einer Geschichte der Rechenmaschine. Ansbach 1804.
Hrsg. Stephan Weiss, München 1990

[3] Bohnenberger, Gottlieb Christian:
Beyträge zur theoretischen und praktischen Elektrizitätslehre.
4 Bde., Stuttgart 1793 - 1795

[4] Martin, Ernst:
Die Rechenmaschine und ihre Entwicklungsgeschichte. 1. Bd..
Pappenheim 1925 und Nachtrag 1936, Reprint 1992

[5] Martius, Johann Nicolaus:
Unterricht in der natürlichen Magie, oder zu allerhand belustigenden und nützlichen Kunststücken. Umgearb. von Wiegleb, fortges. von Rosenthal. Berlin 1786-1805, 20 Bde.

[6] Pech, Klaus-Ulrich:
Vorratskammern der Gesellschaft. Zur Funktion der Technikdarstellungen in der Kinder- und Jugendliteratur des 18. Jahrhunderts. In: Troitzsch, Ulrich (Hrsg.): „Nützliche Künste“: Kultur- und Sozialgeschichte der Technik im 18. Jahrhundert.
Waxmann 1999

[7] [Seiferheld, Georg Heinrich]:
Sammlung electrischer Spielwerke für junge Electriker,
10 Teile, Nürnberg u. Altdorf, ab 1787

[8] Turck, J.A.V.:
Origin of Modern Calculating Machines. Chicago 1921

[9] Weiss, Stephan:
Die elektro-mechanische Rechenmaschine im französischen Patent FR414790 von 1910 (2007)
http://www.mechrech.info Abschn. Publikationen

[10] Weiss, Stephan:
Die Multipliziermaschinen von Eduard Selling, Tle. 1 u. 2 (2004)
http://www.mechrech.info Abschn. Publikationen

Patente

(in Klammern das Jahr der Patenterteilung)

[P1] DE88297
Dr. Eduard Selling in Würzburg: Electrische Rechenmaschine (1894)

[P2] DE154916
Fritz Hamburger in Freiburg i. Bg.: Elektrische Antriebvorrichtung für Addiermaschinen (1903)

[P3] DE159317
Alexander Rechnitzer in Wien: Rechenmaschine mit Motorantrieb (1902)

[P4] FR414790
M. François-Georges Volmerange: Machine à calculer (1910)

[P5] US348437
Charles W. Weiss: Electro-Magnetic Adding-Machine (1886)

[P6] US726803
Frank C. Rinsche: Calculating-Machine (1903)

Juni 2010
http://www.mechrech.info
□