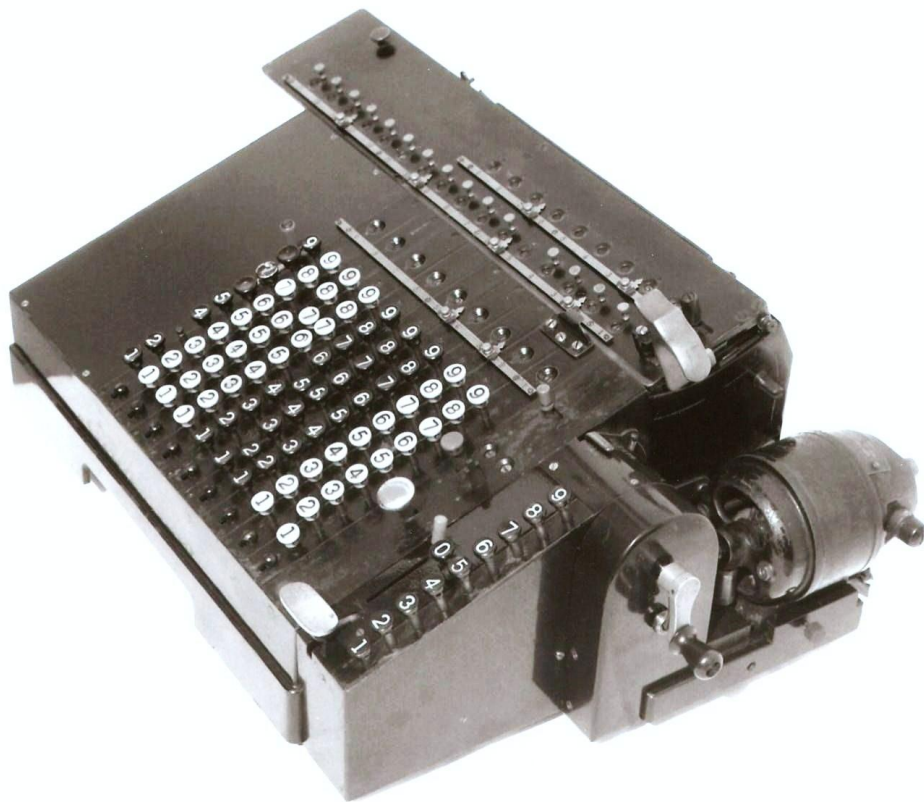


Peter Haertel

## **Die Klassifizierung mechanischer Rechenmaschinen**

**The classification of  
mechanical calculating machines**



### **Teil 5 / Part 5:**

**Begriffe und Merkmale der Antriebseinrichtungen,  
Terms and features of driving devices**

Lilienthal,  
September 2013

Zweite überarbeitete Ausgabe 2013,  
Erstveröffentlichung 2000 / 2001 durch  
IFHB

- Internationales Forum Historische Bürowelt e.V. -

2nd revised edition 2013,  
first published in 2000 / 2001 by  
IFHB

- Internationales Forum Historische Bürowelt e.V. -

Titelseite / Frontpage:  
Archimedes Modell DE 16 AD,  
SN 6195

Copyright © Peter Haertel 2013

<b>Inhaltsverzeichnis Teil 5 /</b> <i>Contents part 5</i>		
	<b>Antriebseinrichtungen / Driving devices</b>	<b>Seite</b> <i>page</i>
<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Handantriebe</b>	<b>8</b>
2.1	Allgemein	<b>8</b>
	<i>Begriffe und Beispiele zur Klassifizierung</i>	<b>10</b>
2.2	Handantriebe, allgemein	<b>10</b>
2.2.1	Zughebel, allgemein	<b>10</b>
.1.1	mit der Rechenmechanik-Hauptwelle direkt verbunden	<b>11</b>
.1.2	mit der Rechenmechanik über Zahnsegment-/ Hebelübersetzung verbunden	<b>11</b>
.1.3	Druckhebel	<b>11</b>
2.2.2	Kurbel	<b>12</b>
2.2.3	Tasten	<b>12</b>
2.2.4	Stift	<b>13</b>
2.2.5	Finger	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>Motorantriebe</b>	<b>14</b>
3.1	Allgemein	<b>14</b>
	<i>Begriffe und Beispiele zur Klassifizierung</i>	<b>20</b>
3.2	Motorantriebe, allgemein	<b>20</b>
3.2.1	Spannungsabhängige Motoren	<b>20</b>
1.1	Wechselstrommotor	<b>21</b>
1.2	Gleichstrommotor	<b>21</b>
3.2.2	Universalmotoren	<b>21</b>
<b>4</b>	<b>Kombinierte Hand-/ Motorantriebe</b>	<b>22</b>
4.1	Allgemein	<b>22</b>
	<i>Begriffe und Beispiele zur Klassifizierung</i>	<b>23</b>
4.2	Kombinierte Hand-/ Motorantriebe	<b>23</b>
<b>5</b>	<b>Sonderantriebe</b>	<b>24</b>
5.1	Gewichtsantrieb	<b>24</b>
5.2	Federtriebwerk	<b>24</b>
<b>6</b>	<b>Motoren-Drehzahlregler</b>	<b>25</b>
6.1	Allgemein	<b>25</b>
	<i>Begriffe und Beispiele zur Klassifizierung</i>	<b>27</b>
6.2	Drehzahlregler, allgemein	<b>27</b>
6.2.1	Mechanische Drehzahlregler	<b>27</b>

6.2.2	Elektro-mechanische Drehzahlregler	27
<b>7</b>	<b>Kupplungen</b>	<b>28</b>
7.1	Allgemein	28
	<i>Begriffe und Beispiele zur Klassifizierung</i>	28
7.2	Kupplungen, allgemein	28
7.2.1	Formschlüssige Kupplungen	28
7.2.2	Formschlüssige Eintourenkupplungen	29
7.2.3	Kraftschlüssige Kupplungen	29
.3.1	Friktionskupplung	29
.3.2	Kugelrastkupplung	30
<b>8</b>	<b>Getriebe</b>	<b>31</b>
8.1	Allgemein	31
	<i>Begriffe und Beispiele zur Klassifizierung</i>	32
8.2	Getriebe, allgemein	32
8.2.1	Rädergetriebe	33
8.2.2	Gelenkgetriebe	33
8.2.3	Zugmittelgetriebe	33
8.2.4	Kurvengetriebe	34
<b>9</b>	<b>Bremsen</b>	<b>34</b>
9.1	Allgemein	34
	<i>Begriffe und Beispiele zur Klassifizierung</i>	35
9.2	Rücklaufbremsen	35
9.2.1	Kolbenbremse	35
9.2.2	Fliehkraftbremse	35
9.3	Vor- und Rücklaufbremsen	36
9.3.1	Kugelbremse	36
9.3.2	Flügelbremse	37
9.4	Ausgleichsbremsen	37
9.4.1	Scheiben-Ausgleichsbremse	37
9.4.2	Kurvenscheiben-Ausgleichsbremse	38
<b>10</b>	<b>Zusatzeinrichtungen</b>	<b>39</b>
10.1	Allgemein	39
10.1.1	Sicherheitseinrichtungen	36
10.1.2	Steuerung der Antriebsmotoren	39
	<i>Begriffe und Beispiele zur Klassifizierung</i>	40
10.2	Vorrichtung zum Ein- und Ausschalten der Antriebsmotoren bei Dauerbetrieb (DB)	40
10.3	Einschalten der Antriebsmotoren bei Aussetzbetrieb (AB)	41
10.4	Schalten der Antriebsmotoren bei Reversionsbetrieb	41
10.5	Umschaltung bei kombinierten Antrieben	42

# 1. Einführung

Teil 5 der „Klassifizierung mechanischer Rechenmaschinen“ befasst sich mit den Begriffen und Merkmalen der Antriebseinrichtungen. Eine Vielzahl typischer Antriebsarten und -elemente wurde erfasst, um hieraus eine umfassende, jedoch überschaubare und verständliche Grundordnung für den Antriebsbereich zu bilden.

Hierzu wurde eine relativ grobe Struktur aus dem Schema einer Addiermaschine abgeleitet (Abb. 1).

s. Abschnitt

Handantriebe	: 1
Motorantriebe	: 2
Kombinierte Motor-/Handantriebe	: 3
Drehzahlregler	: 4
Kupplungen	: 5
Getriebe	: 6
Zusatzeinrichtungen	: 7

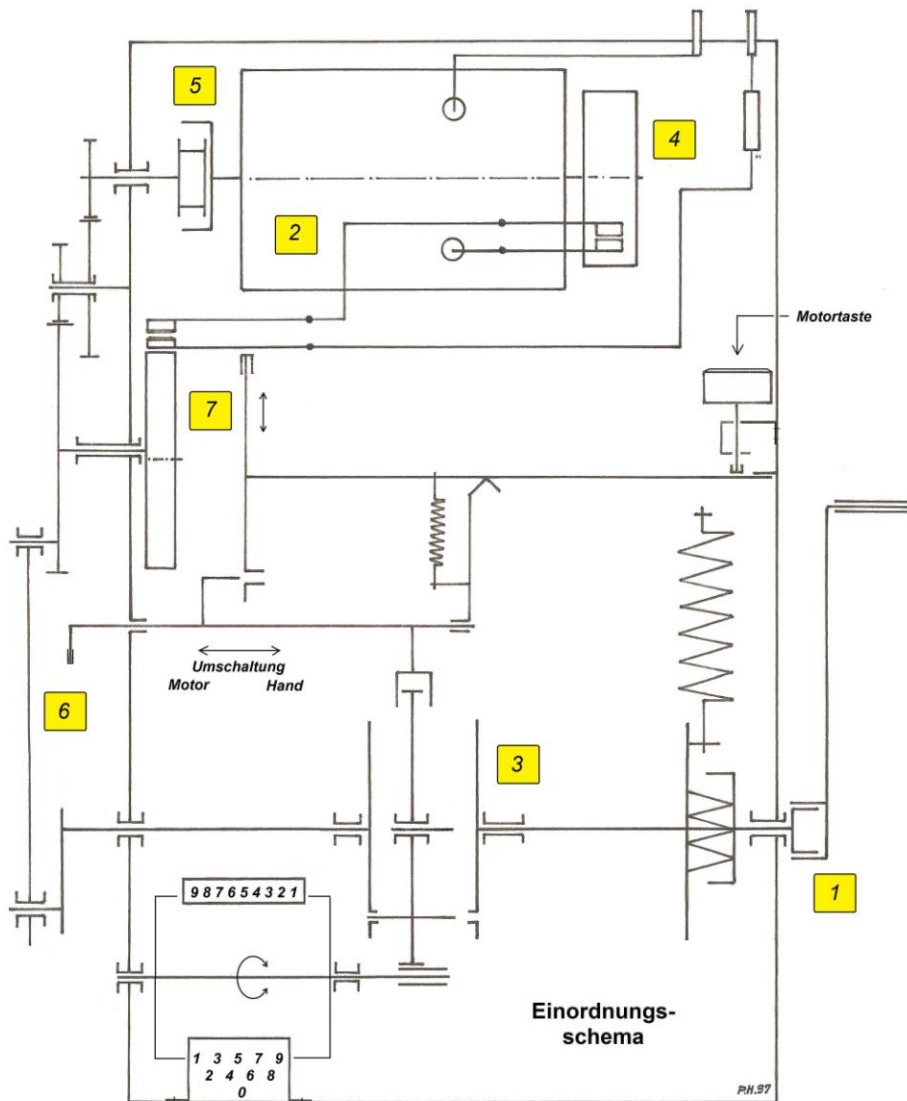


Abb. 1: Schema einer Addiermaschine mit Hand-/ Elektroantrieb

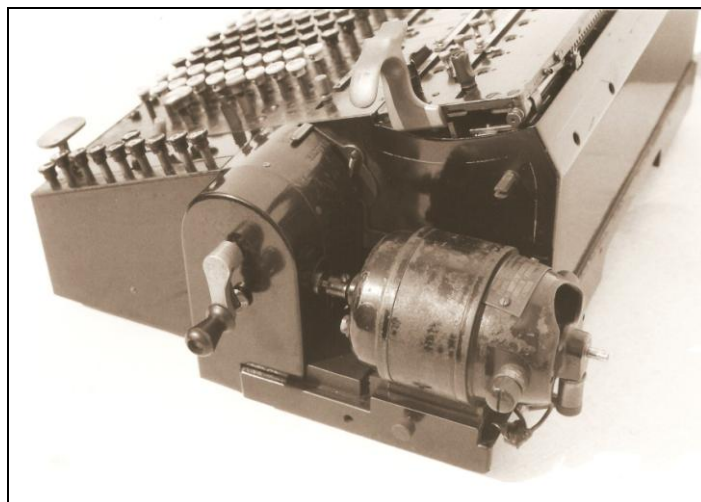
Die formalen Erläuterungen der aufgeführten Begriffe werden durch Anwendungsbeispiele ergänzt und sind als Klassifizierungsvorschlag gedacht.

Die erste serienmäßige Fertigung mechanischer Rechenmaschinen begann 1821 mit dem Thomas-Arithmomètre in Paris. Die Maschine arbeitete, wie auch alle anderen ihrer Zeit, mit einem einfachen Handantrieb. Der Elektromotor war noch nicht erfunden. Erst nach der Erfindung der Dynamomaschine durch Werner von Siemens im Jahre 1866 wurden hierfür in wenigen Jahren die Grundlagen erarbeitet.

Mit Beginn des Ausbaues der öffentlichen Stromnetze und der Serienproduktion leistungsfähiger und betriebssicherer Elektro-Kleinmotoren gingen die Rechenmaschinenhersteller daran, geeignete Modelle bei Bedarf mit Motorantrieben auszurüsten.

A. Hennemann<sup>1</sup> und H. Petzold<sup>2</sup> legen diesen Zeitpunkt pauschal vor 1914. Exaktere Datierungen von E. Martin<sup>3</sup> (1904) und W. Lange<sup>4</sup> (1906) dagegen liegen schon dicht an der Jahrhundertgrenze.

In der Regel waren es noch sehr große Motoren, die oft ganz pragmatisch mit der Mechanik gekoppelt und dann aus Platzgründen als „Außenbordmotoren“ (Abb. 2) außerhalb des Maschinengehäuses angeordnet wurden.



**Abb. 2: Archimedes Modell DE 16 AD,  
Serien-Nr. 6195**

---

<sup>1</sup> vgl. Hennemann, A.: *Die technische Entwicklung der Rechenmaschine*, Aachen 1954, S. 36

<sup>2</sup> vgl. Petzold, Hartmut: *Rechnende Maschinen*, Düsseldorf 1985, S. 32

<sup>3</sup> vgl. Martin, Ernst: *Die Rechenmaschine und ihre Entwicklungsgeschichte*, Pappenheim 1925, S. 156

<sup>4</sup> vgl. Lange, Werner: *Buchungsmaschinen, Meisterwerke feinmechanischer Datenverarbeitung 1910 bis 1960*, München / Wien 1986, S. 57

Das äußere Design und auch das Sicherheitsdenken - hierbei wird besonders an freiliegende Übertragungsgestänge gedacht - spielte offenbar noch eine untergeordnete Rolle. Jetzt konnte der Kunde - je nach Anspruch und Geldbeutel - zwischen verschiedenen Varianten wählen oder aber auch seine Maschine von Hand- auf Elektrobetrieb hochrüsten lassen. Die Zusatzkosten hierfür lagen bei ca. 25% des Maschinengrundpreises.

Noch heute bewundern wir viele dieser montage- und servicefreundlichen Konstruktionen, bei denen der Ein- und Ausbau des kompletten Motors mit wenigen Handgriffen und einfachen Werkzeugen möglich ist.

Die eigentliche Technik des Antriebes mit seinen vielen Einzelteilen blieb dem Benutzer der Maschine zumeist verborgen. Die erforderlichen Wartungs- oder Reparaturarbeiten wurden von den Fachwerkstätten ausgeführt. Dieses ist der Grund dafür, dass alle nachfolgend zitierten Normen nicht benutzerorientiert waren.

Die Anzahl der unterschiedlichen Rechenmaschinenantriebe ist nicht überschaubar, jeder Hersteller hatte seine ganz speziellen Ausführungsformen. Die Zugriffsmöglichkeit der Konstrukteure auf standardisierte Bauelemente begann relativ früh, war aber auf wenige Befestigungselemente beschränkt, die nach Werksnormen der Hersteller gefertigt wurden. Eine allgemeine Normung für die Industrie setzte zwar Anfang der 1920er Jahre ein, doch hat sie bei den Antrieben lediglich auf der Ebene einfacher Bauelemente wie z. B. Lager, Splinte, Schrauben oder Muttern zu Vereinheitlichungen geführt<sup>5</sup>. Eine umfassendere und gezieltere Standardisierung setzte erst später ein. Entsprechende Beispiele hierzu werden in den einzelnen Abschnitten beschrieben.

Unter dem Begriff *Antrieb* werden nachfolgend nur die Einrichtungen zum Antreiben der Hauptwelle der Rechenmechanik gesehen, nicht aber nachgeschaltete Sekundärantriebe z. B. zum Bewegen des Rechenschlittens oder Papierwagens.

Es wurden nur die allgemein bekannten Getriebeformen erfasst. In der Regel finden wir diese in mehreren Grundformen oder auch Mischformen in einer Maschine.

Die Abbildungen in der Art früherer Konstruktionszeichnungen geben in stark vereinfachter Form jeweils einige Ausführungen

---

<sup>5</sup> Beispiele aus den ersten Jahren der Standardisierung:

<b>Bauelemente</b>	<b>Components</b>	<b>Norm Standard</b>	<b>Herausgabe Publication</b>
Scheibe	Washer	DIN 125	Febr. 1921
Wälzlager	Rolling bearing	DIN 611	Jan. 1922
Splint	Split pin	DIN 94	März 1923
Vierkantmutter	Square thin nut	DIN 562	April 1923
Rändelschraube	Knurled thumb screw	DIN 464	März 1924
Halbrundniete	Round head rivet	DIN 660	Okt. 1926

wieder. Es sind fiktive Konstruktionen, um das Typische dieser Beispiele besser herausstellen zu können.

## 2. Handantriebe

### 2.1 Allgemein

In der Anfangszeit gab es für den Benutzer einer Rechenmaschine nur den manuellen Antrieb in Form seiner Finger oder eines Stiftes, einer Kurbel oder eines Hebels. Diese einfachen Grundformen konnten sich für den gesamten Zeitraum der Nutzung mechanischer Rechenmaschinen am Markt behaupten.

In der Regel können diesen vier Antriebsarten auch bestimmte Maschinen-Schaltwerksprinzipien nach Teil 3 zugeordnet werden (siehe Tabelle 1).

Antriebsart:	Schaltwerksprinzip:	Beispiel:
Finger	Schaltschwinge Zahnscheibenantrieb	DACOREMA Dacometer 5 REGINA AS7
Stift	Zahnscheibenantrieb	RESULTA 7
Handkurbel	Sprossenrad Geteiltes Sprossenrad Staffelwalze Geteilte Staffelwalze Schaltklinke Proportionalhebel Stellsegment Einmaleinskörper	MELITTA V/16 FACIT C1-13 RHEINMETALL R IV BRUNSVIGA 10 HAMANN Manus MERCEDES Euklid 29 PRODUX Multator I MILLIONÄR
Hand-Zughebel	Einmaleinskörper Zahnstangenantriebe Zahnsegmentantriebe	MOON-HOPKINS CONTINENTAL 8 DALTON Little Giant

Tabelle 1: Handantriebe

Aber es gibt auch Maschinen, die nicht in dieses Schema passen. (Abb. 3).



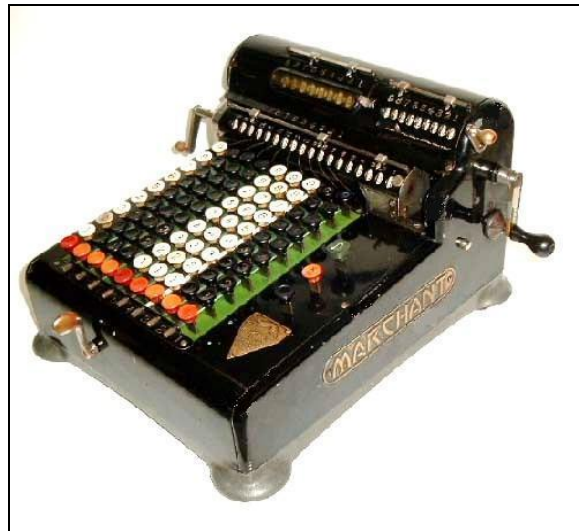
Abb. 3: Ruthardt Modell R mit Handkurbel



So z. B. eine Addiermaschine der Stuttgarter Firma Ruthardt, die anstelle des bei Addiermaschinen üblichen Hand-Zughebels eine linksdrehende Handkurbel hat.

Die Form und die Anordnung der Antriebselemente an den Maschinen haben sich im Laufe der Entwicklungen aus konstruktiven Gründen immer wieder geändert. Erst später spielten ergonomische und gestalterische Gründe eine Rolle.

Die wohl einfachste Form des Handantriebes finden wir bei den Maschinen, deren Kurbel oder Zughebel direkt mit der Hauptwelle des Rechenkörpers verbunden ist. Bedingt durch die Konstruktion der Rechenmechanik liegen diese nicht immer im optimalen Griffbereich des Bedieners (Abb. 4).



**Abb. 4: Marchant Modell K-C**

Konstruktiv aufwendiger dagegen ist ein Antrieb, dessen Handkurbel aus ergonomischen Gründen schräg im Vorderbereich des Gehäuses angeordnet wurde. Hier muss die Drehbewegung zur Hauptantriebsachse durch zusätzliche Kegelräder oder Kardangelenke übertragen werden (Abb. 5).



**Abb. 5: Brunsviga Modell B 10 mit ergonomisch angeordneter Handkurbel**

Die Liste möglicher Bedienungsfehler bei den Handantrieben ist lang, Sicherheitseinrichtungen gegen Fehlbedienung sind deshalb wichtige Maschinenbestandteile.

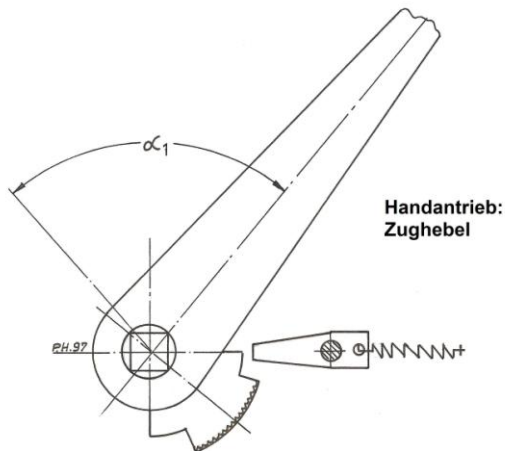
Häufige und unbewusste Bedienungsfehler sind z. B. das nur teilweise Durchziehen eines Zughebels während eines Arbeitshubes oder die Änderung der Drehrichtung an einer Handkurbel vor Abschluss einer ganzen Umdrehung.

Es war das Bestreben der Hersteller, den erforderlichen Kraftaufwand des Bedieners möglichst niedrig zu halten. Dieses stellte die Konstrukteure der Hebelmaschinen bei Entwicklung der Rücklaufbremsen - auf diese konnte aus Gründen der Rechen- und Funktionssicherheit nicht verzichtet werden - vor besondere Probleme, denn deren Krafteinwirkung auf die Mechanik muss beim Maschinenvorlauf weitgehend aufgehoben werden.

### Begriffe und Beispiele zur Klassifizierung

<p><b>2.2 Handantriebe, allgemein</b></p>	<p>Die Arbeitskraft für die Verarbeitung der eingestellten Daten wird vom Bediener aufgebracht (DIN 9751 / Bl. 1)</p> <p><u>Anmerkungen:</u></p> <p>1. Bedienteile für den manuellen Maschinenantrieb sind</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hebel</li> <li>- Kurbeln</li> <li>- Tasten</li> <li>- Stifte</li> </ul> <p>2. Definitionen für Antriebshebel und -kurbel: siehe DIN 9751 / Bl. 2 und DIN 9763 / Bl. 2</p>
<p><b>2.2.1 Zughebel, allgemein</b></p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;"><u>Beispiel:</u> Addo-X 20</p>	<p>schwingen nach dem Vorlauf durch vorgespannte Zugfeder(n) in die Ausgangslage zurück.</p> <p><u>Anmerkung:</u> in der Regel gedämpfte Rückführung der Rechenmechanik durch z. B. Kolben- oder Fliehkraftbremse (siehe auch Abschnitt 9.2)</p>

2.2.1.1 **Zughebel, mit der Rechenmechanik-Hauptwelle direkt verbunden**



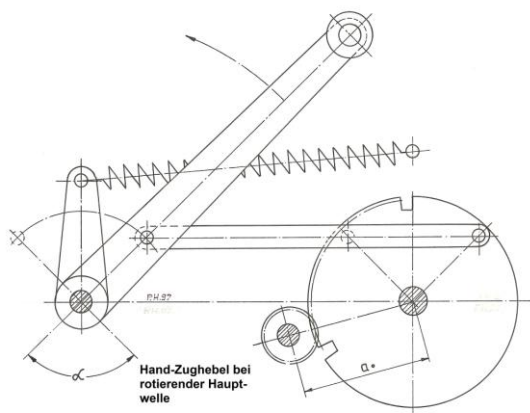
Beispiele:  
 ADDO-X 20  
 MAUSER H

erzeugen eine oszillierende Bewegung der Rechenmechanik; die Winkelbewegung  $\alpha_1$  von Handhebel und Rechenmechanik ist hierbei gleich.

Anmerkung:

Zughebel werden sehr oft über eine drehelastische Kupplung kraftschlüssig mit der Rechenmechanik verbunden, ruckartige Hebelbewegungen werden dadurch gleichförmiger und verzögert übertragen.

2.2.1.2 **Zughebel, mit der Rechenmechanik über Zahnsegment-/ Hebelübersetzung verbunden**



Beispiel:  
 OLYMPIA 2113-030

können eine rotierende Bewegung der Rechenmechanik erzeugen.

Anmerkung:

Der Drehwinkel  $\alpha$  des Zughebels wird hierbei in eine  $360^\circ$ -Drehbewegung der Rechenmechanik-Hauptwelle umgesetzt.

2.2.1.3 **Druckhebel**

werden in der Regel über eine Zahnsegment- oder Hebelübersetzung mit der Rechenmechanik gekoppelt.

Der Arbeitsweg bzw. -winkel  $\alpha$  eines Arbeitshubes ist bei einem Druckhebel annähernd halb so groß wie bei einem Zughebel.

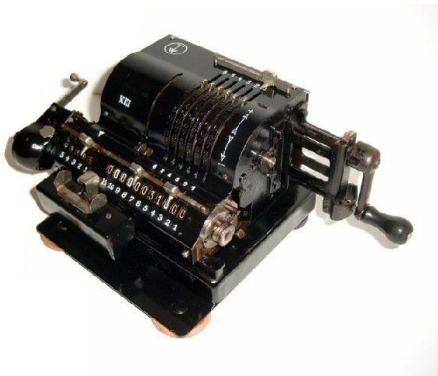


Beispiel:  
BRUNSVIGA 90T

Anmerkung:  
Die Lage des Hebeldrehpunktes am Gehäuse variiert bei den einzelnen Herstellern.

Beispiele:  
- BRUNSVIGA 90 T: vorne rechts  
- THALES KA: hinten rechts oder hinten links  
- CONTEX 10: vorderes Drittel, rechts

### 2.2.2 Kurbel



Beispiel:  
Triumphator K III

In der Regel bei Rotation der Rechenmechanik; ist direkt oder über Zwischenräder mit der Hauptwelle verbunden.

Anmerkungen:  
1. Ausnahme: Addiermaschine Modell R der Fa. Ruthardt, die ohne rotierende Rechenmechanik arbeitet.  
2. Zwischenräder können Stirn-, Kegel- oder Schneckenräder sein.  
3. Standard-Drehrichtungen bei Addition / Multiplikation : rechts  
Subtraktion / Division : links  
(nicht bei Maschinen mit Wendegetrieben oder bei Sondermaschinen)

### 2.2.3 Tasten



Beispiel:  
Burroughs Klasse 5

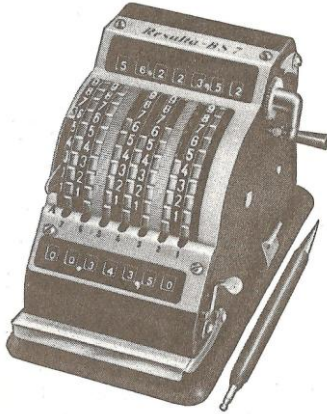
beim Niederdrücken einer Taste werden die Schaltorgane der Maschine angetrieben und der Wert direkt in das Zählwerk übertragen.

(siehe auch Teil 2 / Abs. 4.1.4)

Anmerkung:

Bei dieser direkten Eingabe der Zahlenwerte in ein Rechenwerk sprechen wir von einstufiger Werteverarbeitung.

#### 2.2.4 Stift



Beispiel:  
Resulta BS7 von 1954 mit  
Stiftantrieb der Eingabe-  
Zahnscheiben

bei Kleinaddiermaschinen; für die Dateneingabe Verdrehen der Zahnscheiben oder Zählrollen mittels Stift, da Größe und Bauform dieser Bauteile keine direkte Fingerbetätigung zulassen.

#### Anmerkungen:

1. Die Kleinmaschinen besitzen Halterungen zur Aufnahme eines Eingabestiftes.

2. Stifteingabe u. a. bei den Fabrikaten

- Addipresto (Brevetti Lanza)
- Resulta (Brüning, Berlin)
- Handy Calculator (Swift)

#### 2.2.5 Finger



Beispiel:  
Regina B8 mit Fingerantrieb der  
Einstellräder

bei Kleinaddiermaschinen; für die Dateneingabe Verdrehen der Einstellräder oder -segmente mittels Finger. Ergonomisch geformte Fingerauflagen bzw. Fingermulden erleichtern die Bedienung.

#### Anmerkung:

Fingerantrieb u. a. bei den Fabrikaten

- Regina (Holz, Oberbilstein)
- Solo (Versandhandel)
- Summira (Müller, Beuel-Bonn)

### 3. Motorantriebe

#### 3.1 Allgemein

Die Entwicklung der elektrischen Motorisierung beginnt mit der Erfindung einer Dynamomaschine durch Werner von Siemens im Jahre 1866, denn die praktische Begabung des Erfinders ließ diesen sogleich – gewissermaßen in Umkehr der Dynamofunktion – auch an einen Antriebsmotor denken.

Von vielen Seiten wurden große Hoffnungen in die Einführung des Elektromotors gesetzt. Hier sah man einen Kleingantrieb für die Maschinen in Handwerk und Kleinindustrie als optimale Ergänzung zu Dampfmaschinen, die nur in größeren Betrieben wirtschaftlich einsetzbar waren.

Die Ausrüstungen der Rechenmaschinen mit Elektroantrieben ging zeitlich einher mit dem Ausbau der Stromnetze privater oder kommunaler Elektrizitätsgesellschaften und der Entwicklung der Motoren selbst.

Die frühen Stromnetze waren für Gleichstrom konzipiert. Der auf Glühlampen abgestimmten Betriebsspannung von 110 Volt konnten aus Wirtschaftlichkeitsgründen nur begrenzte Leitungsquerschnitte zugeordnet werden. Für die Stromlieferanten ergab sich dadurch das Problem einer Begrenzung der Reichweite auf ca. 600 Meter, wollten sie nicht hohe Leitungsverluste in Kauf nehmen. Die Elektrizitätswerke wurden vorerst nur in Gebieten mit hoher Besiedlungsdichte oder im Nahbereich von Industriezentren angesiedelt. Von einer flächendeckenden Stromversorgung war noch nicht zu sprechen. Dementsprechend abwartend war auch die Haltung der Rechenmaschinenhersteller, ihre Maschinen auf diese neue Technik umzustellen, obwohl bereits leistungsfähige Gleichstrommotoren zur Verfügung standen<sup>6</sup>.

Die allgemeine Entwicklung konzentrierte sich daher vorrangig auf die Verbesserung der Verteilungssysteme zwecks Vergrößerung der Versorgungsgebiete<sup>7</sup>. Die um 1885 entwickelten Mehrleitersysteme verbesserten zwar die Gleichstromverteilung, können aus heutiger Sicht jedoch nicht als technischer Durchbruch angesehen werden.

Bis Anfang der neunziger Jahre kam der einphasige Wechselstrom als konkurrierendes System hinzu. Die erfolgreiche Entwicklung eines Transformators durch die Budapester Firma Ganz in den Jahren 1884/85 hatte das Reichweitenproblem für den Wechselstrom gelöst. Dieser konnte jetzt hochgespannt und ohne große Verluste über weite Strecken transportiert werden. Die

---

<sup>6</sup> vgl. König, Wolfgang: „Massenproduktion und Technikkonsum, Entwicklungslinien und Triebkräfte der Technik zwischen 1880 und 1914“ in: *Technikgeschichte*, Viertes Band: *Netzwerke, Stahl und Strom 1840 bis 1914*, Berlin 1990 bis 1992, S. 331

<sup>7</sup> Ab 1885 verbreitete sich in Europa eine Technik, die erheblichen Lastunterschiede während eines Tages mit Hilfe aufladbarer Bleiakumulatoren auszugleichen. Diese Entwicklung verzögerte sich in den USA um etwa ein Jahrzehnt, man arbeitete mit zuschaltbaren Generatorsätzen.

Ansiedlung der Elektrizitätswerke war nicht mehr an Wohn- oder Industriezentren gebunden.

Die Wahl zwischen den jetzt zur Verfügung stehenden Stromarten war für die aufstrebende Rechenmaschinenindustrie sehr schwer, denn zu den grundsätzlichen Vor- und Nachteilen der beiden Systeme kam, dass sich einfache, brauchbare Wechselstrommotoren bis Ende der achtziger Jahre noch in der Entwicklung befanden<sup>8</sup>. Eine Entscheidung hing jetzt entscheidend von der positiven Weiterentwicklung dieser Systemkomponente und dem weiteren Verhalten der Verbraucher hinsichtlich Stromsystem ab.

In den Jahren 1885 bis 1890 wurden heftige Auseinandersetzungen über die Vor- und Nachteile der Systeme geführt. Auf dem Höhepunkt dieses „Kampfes der Systeme“ tauchte der Drehstrom als weiteres System auf. Entscheidend für den schnellen Erfolg dieses dreiphasigen Wechselstromes war, dass bereits um 1890 gebrauchsfähige Motoren zur Verfügung standen. In der Folge haben Drehstrommotoren wegen ihrer großen Bauformen und hohen Leistungen bei den Rechenmaschinenantrieben jedoch keinerlei Bedeutung gewonnen.

Die Folgejahre waren gekennzeichnet von dem Bemühen der Rechenmaschinenkonstruktoren, die Maschinen mit den modernen Elektroantrieben auszurüsten. Wenn z. B. dem Wiener Konstrukteur Alexander Rechnitzer (1880-1922) im Jahre 1902 ein Deutsches Reichspatent<sup>9</sup> für seine vollautomatische und motorgetriebene Vierspezies-Staffelwalzenmaschine AUTARITH<sup>10</sup> erteilt wurde, so gehen die Vorarbeiten hierzu mit Sicherheit einige Jahre in das 19. Jahrhundert zurück. Ähnlich wird es sich bei der Konstruktion der Volltastatur-Addiermaschine UNIVERSAL<sup>11</sup> verhalten haben, die in St. Louis / USA entwickelt und ab 1904 als erste schreibende Addiermaschine auch mit Elektroantrieb geliefert werden konnte.

Im Zeitraum bis zum Ersten Weltkrieg nahm dann in den Industriestaaten der Anteil des Gleichstromes kontinuierlich ab, und zwar zugunsten des einphasigen Wechselstromes, des Drehstromes und der Mischsysteme, die z. B. in Deutschland vor 1914 bereits den größten Anteil ausmachten. Bei diesen Systemen wurde, je nach Verwendungszweck, vor Ort eine Stromart in eine

---

<sup>8</sup> vgl. König, Wolfgang: a. a. O., S. 333

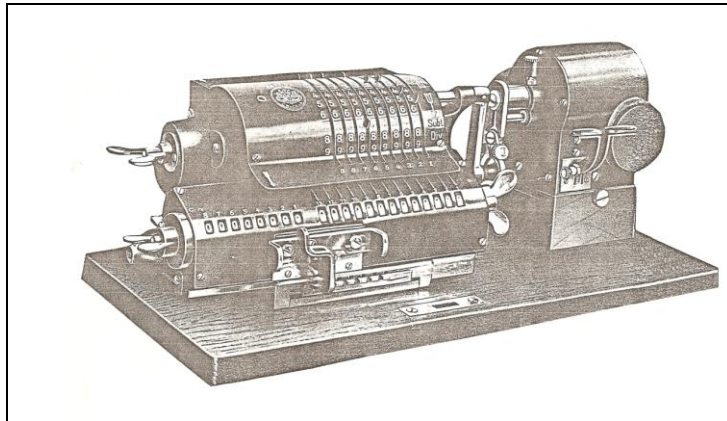
<sup>9</sup> Patentschrift Nr. 159317 des Kaiserlichen Patentamtes: *Rechenmaschine mit Motorantrieb*, patentiert im Deutschen Reiche vom 8. August 1902 ab, ausgegeben den 23. März 1905.

<sup>10</sup> vgl. Chase, George C.: „History of mechanical computing machinery“, in: *Annals of the history of computing* 2, 1980, S. 198-226, spez. S. 212ff; vgl. Martin, Ernst: a. a. O., S. 255

<sup>11</sup> vgl. Lenz, Karl: „Die Rechenmaschinen“, in: *Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes*, Berlin 1906, S. 111-138, spez. S. 120-123; vgl. Martin, Ernst: a. a. O., S. 156; vgl. Turck: *Origin of modern calculating machines*, Chicago 1921, S. 168

andere umgeformt. Umformer konnte z. B. ein Drehstrommotor sein, der einen Gleichstromgenerator antrieb<sup>12</sup>. Die Rechenmaschinenhersteller reagierten über viele Jahre weltweit mit Umrüstaktionen auf den Rückgang der Gleichstromversorgung. Vielerorts spezialisierten sich auch Firmen wie Fritz Ihle, Nürnberg, oder E. Bachmann, Zürich, auf den Umbau der Antriebe von Gleich- auf Wechselstrombetrieb<sup>13</sup>.

Die Firma Bader & Halbig in Halle/Saale entdeckte eine Marktlücke und entwickelte Zusatzmotoren für bereits in Betrieb befindliche Handmaschinen (Abb. 6).



**Abb. 6: Zusatzmotor PERPLEX für Sprossenradmaschinen**

Trotz der rasanten Ausbreitung des Wechselstromes ging der Anteil des Gleichstromes in einigen Ländern doch sehr zögerlich zurück. Speziell in den USA konnte er sich in großen Bereichen noch wesentlich länger als in den europäischen Industriestaaten behaupten.

Für den deutschen Markt mussten Büromaschinen-Hersteller ihre Maschinen noch in den 1930er Jahren für die Anschlussspannungen 110, 125, 150 und 220 Volt / Gleich- oder Wechselspannung auslegen. Nicht selten wurde versucht, diesem Problem mit Sondermotoren zu begegnen. So auch bei der Firma Pöthig in Glashütte / Sachsen, die für die Archimedes-Rechenmaschinen einen Motor mit zwei Kohlebürstensätsen in Form der Einanker-Umformer einsetzten. Der Motor ist für Gleich- und Wechselspannungen ausgelegt und kann nach dem Lösen nur einer Rändelschraube herausgenommen werden (Abb. 7).

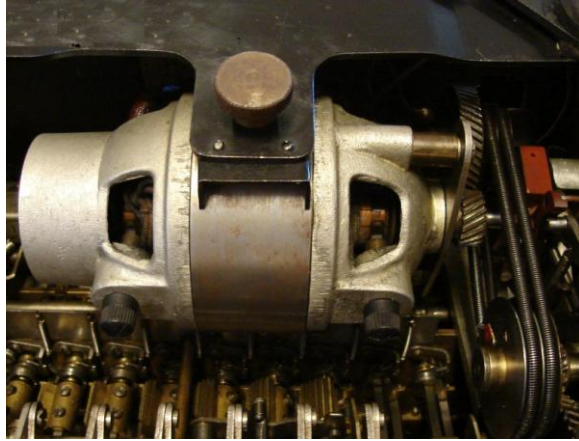
Auch nach 1945 gab es in Deutschland - wohl aus einer besonderen Notsituation heraus - noch Großunternehmen wie Banken und Behörden, die von den Elektrizitätswerken speziell mit Gleichstrom für ihre alten Rechen- und Fakturiermaschinen versorgt wurden.

---

<sup>12</sup> vgl. König, Wolfgang: a. a. O., S. 336

<sup>13</sup> Frank, Hans (IFHB): Schreiben vom 10.03.1999 an den Verfasser



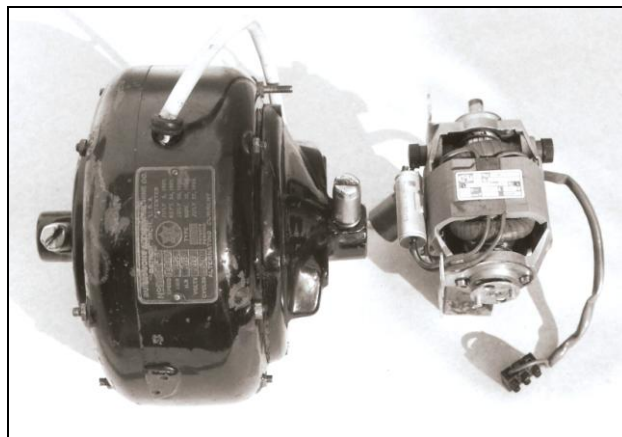


**Abb. 7: Archimedes Modell HE, Serien-Nr. 8607  
mit Sondermotor**

Energieerzeuger und auch Rechenmaschinenhersteller waren schon sehr früh bemüht, die neue Elektrotechnik als ungefährlich, wirtschaftlich und besonders unkompliziert zu vermarkten. Unter diesem Gesichtspunkt muss auch die folgende - heute technisch schwer nachvollziehbare - Aussage zur ARCHIMEDES E eingeordnet werden:

*„Die Maschine kann von jeder Glühbirne aus betrieben werden. Der Motor arbeitet nur beim Rechnen und braucht zirka 15 bis 20 Watt<sup>14</sup>.“*

Waren die Elektromotoren der frühen Rechenmaschinenantriebe noch groß und schwer, so zeigte die über mehr als sechs Jahrzehnte laufende Entwicklung den typischen Weg zur Vereinfachung und Miniaturisierung. Dieses soll an zwei Motoren verdeutlicht werden (siehe Tabelle 2), die zum Zeitpunkt ihrer Herstellung dem allgemeinen Stand der Technik entsprachen und deren Fertigung ca. 50 Jahre auseinanderliegt (Abb. 8).



**Abb. 8: Größenvergleich Antriebsmotoren**

<sup>14</sup> Martin, Ernst: a. a. O., S. 194;  
gemeint sind die früher üblichen *Lampensteckdosen* aus Bakelit oder Porzellan, die neben einer Glühlampenfassung in der Regel zwei seitliche, nicht geerdete Steckdosen für Kleingeräte enthielten.

## Burroughs / Kienzle (rechts)

Tabelle 2: Größen- und Leistungsvergleich

Rechenmaschinen-Fabrikat:	<b>BURROUGHS:</b> Zweispesies-Maschine Modell: Serie 1	<b>KIENZLE :</b> Zweispesies-Maschine Modell: Klasse 100
Motoren-System:	Käfigläufer	Kommutatormotor
Bauart:	Asynchronmotor	Reihenschlussmotor
Bauform:	Gehäusemotor	Einbaumotor
Schutzart nach DIN 40050:	IP22	IP00
Hersteller:	Burroughs Adding Machine Co., Detroit, Michigan	Groschopp u. Co. GmbH, EMW Elektro-Motoren-Feinbauwerk, Viersen
Baujahr:	um 1915	um 1965
Erste Patenterteilungen:	31.Jan. 1899 und 16.Juli 1904 <sup>15</sup>	nicht bekannt
Typ-Nr. des Herstellers:	fehlt	EM 70-35
Serien-Nr.:	17865	2233338
Betriebsspannung:	1 AC 110 Volt	1 AC 220 Volt
Frequenz:	50 Hz	50 Hz
Stromaufnahme:	1,2 Amp.	0,63 Amp.
Leistungsfaktor $\cos \varphi$	0,70	0,83
Wirkleistung $P_1$ <sup>16</sup> :	92 Watt (entspricht 1/8 PS)	115 Watt
Wirkungsgrad $\eta$ :	fehlt	0,43
Leistungsabgabe $P_2$ :	fehlt	50 Watt
Nenn Drehzahl:	1000 min <sup>-1</sup>	3000 min <sup>-1</sup>
Betriebsart:	Dauerbetrieb	Aussetzbetrieb
Ein- und Ausschaltkonzept:	separater Motorschalter, mit automatischem Stromunterbrecher gekoppelt	über Schaltkontakte, die mechanisch mit den Funktionstasten der Rechenmechanik gekoppelt sind
Anlasser:	Hilfswicklung mit Anlassersystem Holtzer-Cabot (2-Hebel-Typ)	entfällt
Lagerung:	Gleitlager	Rillenkugellager nach DIN 625 / Blatt 2
Schmierung:	Nachziehbarer Fettvorratsbehälter (Staufferbüchse) mit Schmierfilz	Lebensdauerschmierung der Kugellager
Gewicht:	8,980 kg	1,080 kg
Abmessungen:	Durchmesser: 190 mm Länge : 183 mm	Durchmesser: 70 mm Länge : 100 mm

Die abgegebene Leistung der Elektromotoren ist ein Produkt aus Drehmoment und Drehzahl. Wie Tabelle 2 beispielhaft zeigt, waren die Motoren der frühen Antriebe für spätere Verhältnisse noch sehr groß. Sie liefen mit niedriger Drehzahl und hatten hohe Drehmomente. Mit der Einführung kleinerer Bauformen gingen – physikalisch bedingt – zwangsläufig auch die Drehmomente zurück; dieses wurde durch eine Erhöhung der Drehzahl

<sup>15</sup> Angaben wurden einem Zusatzschild am Motor entnommen.

<sup>16</sup> Die Wirkleistung (W) ist ein Produkt aus Spannung, Strom und  $\cos \varphi$ ; sie entspricht der Leistungsaufnahme des Motors.

ausgeglichen. Erhöhte Geräuschpegel wurden bei innenliegenden Motoren durch schalldämmende Einlagen an der Maschinenverkleidung wieder gesenkt.

Die Typenvielfalt bei den eingesetzten Motoren war sehr groß. Vorrangig eingesetzt wurden Kommutator-Reihenschlussmotoren (Universalmotoren) und Einphasen-Käfigläufermotoren. Typisch für den Kennlinienverlauf dieser Motoren sind die guten Anlaufmomente. Fast immer handelte es sich um komplette Sonderentwicklungen, selten um Modelle aus Standardbaureihen mit angepassten Wellenenden. Nach 1945 wurden Trends zum Einbau bestimmter Motorentypen sichtbar: in den USA und Japan waren dieses leise laufende, gekapselte Bauformen wie z. B. Spaltpolmotoren. In Europa dagegen wurden zunehmend die einfachen und robusten Einbaumotoren (Kollektormotoren mit Köcherbürstenhalter) eingesetzt.

Diese Kleinstmotoren wurden in offener Bauform entsprechend Schutzart IP 00<sup>17</sup> ausgeführt und waren für den Betrieb innerhalb eines geschlossenen Maschinengehäuses völlig ausreichend. In der Ausbildung der Lagerschilde wichen sie aufgrund ihrer geringen Größe von den üblichen genormten Drehstrommotoren ab. Wegen ihrer großen Verbreitung wurde eine DIN-Norm erarbeitet<sup>18</sup>, die Anbaumaße für Flansch und Welle festlegte.

In einer zugeordneten Norm wurden auch Nenngrößen und Ausführungsformen für die Kohlebürsten<sup>19</sup> dieser Normmotoren beschrieben.

Mit dem Aufkommen der Normmotoren ist verstärkt zu beobachten, dass die Rechenmaschinenhersteller innerhalb einer Modellreihe Motoren verschiedener Hersteller einsetzten.

---

<sup>17</sup> Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE): *IP-Schutzarten*. Berührungs-, Fremdkörper- und Wasserschutz für elektrische Betriebsmittel/ Degrees of protection provided by enclosures; protection of electrical equipment against contact, foreign bodies and water; DIN 40050, Berlin und Köln November 1952

<sup>18</sup> Deutsche Elektrotechnische Kommission, Fachnormenausschuss Elektrotechnik im DNA gemeinsam mit Vorschriftenausschuss des VDE: *Einbaumotoren für Geräte*. Anbaumaße/ Built-in motors for apparatus, connecting dimensions; DIN 42016, Berlin und Köln November 1967

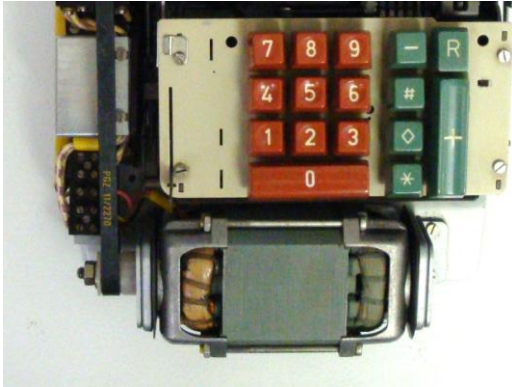
<sup>19</sup> Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE): *Kohlebürsten für elektrische Maschinen*. Nennmaße und Übersicht/ Carbon brushes for electrical machinery, principal dimensions and survey; DIN 43000/ Teil 1, Berlin Juli 1968.

Anmerkung zur DIN 43000:

Die erste Norm zu diesem Thema wurde bereits im Januar 1924 als DIN VDE 2900/Teil 1 veröffentlicht. Nach mehrmaliger Überarbeitung und Umbenennung ist 1968 hieraus DIN 43000/ Teil 1 entstanden.

## Begriffe und Beispiele zur Klassifizierung

### 3.2 Motorantriebe, allgemein



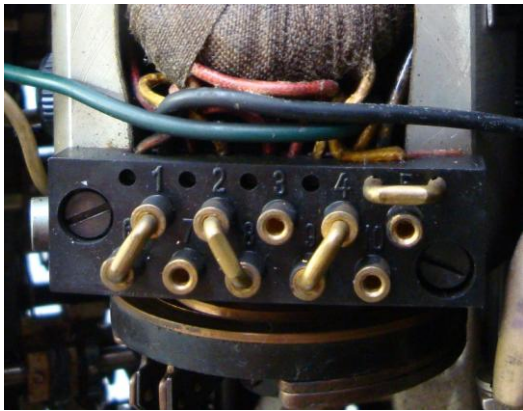
Beispiel:  
Olympia Modell 1182-050,  
der Einbaumotor liegt vor der  
Tastatur

Arbeitsabläufe für die Verarbeitung der eingestellten Daten werden durch einen elektrischen Antrieb ausgeführt.

Anmerkung:

1. Die Arbeitsabläufe können halbautomatisch, vollautomatisch oder auch ohne jegliche Automatik ablaufen.
2. Anordnung der Motoren innerhalb oder außerhalb des Maschinengehäuses.

#### 3.2.1 Spannungsabhängige Motoren



Schaltbrett für die Einstellung des Motors auf die Netzspannung.

ausgelegt für Wechsel- oder Gleichspannung; in der Regel umschaltbar innerhalb genormter Spannungsbereiche.

Anmerkungen:

1. Sehr häufig geliefert wurden Motoren für AC 110 / 220 V,

Beispiele: DIEHL EvM15  
PRECISA 110-11-10

2. Ältere Maschinen besitzen kleine Schaltbretter mit Steckbrücken für die Einstellung der Netzspannung.  
Beispiel: Rheinmetall KEW II c

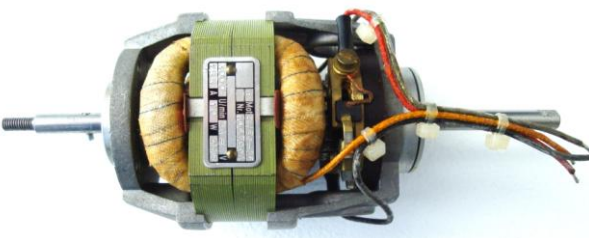
#### 3.2.1.1 Wechselstrommotor (Induktionsmotor)

Beispiele:  
BURROUGHS-MOON-HOPKINS  
ADDO-X 341 E

ist ein Asynchron-Motor und wird einphasig betrieben. Im Anlauf arbeitet er mit einem Phasenschieberkondensator (Kondensator-Motor) oder einer Hilfswicklung (Spaltpol-Motor). Diese Anlaufhilfe wird nach Erreichen der Nenndrehzahl durch einen sogenannten Anlasser abgeschaltet.

Anmerkungen:  
 1. Die Rotoren der Asynchronmotoren werden als Kurzschlussläufer oder Käfigläufer bezeichnet.  
 2. Unterschiede bei Netzfrequenzen wie z. B. 25, 40, 50 oder 60 Hz erzeugen unterschiedliche Nenndrehzahlen. Dieses wurde in den Antrieben durch Änderung der Getriebeübersetzungen oder durch angepasste Motorenwicklungen ausgeglichen.

**3.2.1.2 Gleichstrommotor (Kommutatormotor)**



Gleichstrommotor, Fabrikat Groschopp

wird als Reihenschluss-Motor (auch Hauptschluss-Motor) oder Nebenschluss-Motor betrieben.

Anmerkungen:  
 1. Die Wicklungen von Feldmagnet und Anker sind beim Reihenschluss-Motor in Reihe, beim Nebenschluss-Motor parallel geschaltet.  
 2. Vielfach eingesetzt wurde der Doppelschluss-Motor (auch Verbund- oder Compound-Motor), eine Kombination aus Reihen- und Nebenschluss-Motoren mit einer Reihenschluss- und Nebenschluss-Wicklung; Zusatzwicklungen zur Erhöhung des Anlaufmoments.

**3.2.2 Universalmotoren (Einphasen-Reihenschlussmotoren)**

Volt	~ Uf 1 25	Uf 3 15	Uf 4 25	Uf 5 35
110	1-6 3-4 5-10	1-6 3-4 5-10		
120	1-2 4-5 9-10	1-6 3-8 5-10		
130	1-6 3-8 5-10	1-7 2-8 9-10		
160	1-6 3-8 4-5	1-6 3-8 4-9		
200	1-6 3-8 4-9	1-2 8-9 4-10		
220	1-6 2-8 4-9	1-6 8-9 4-10		

Beispiel:  
 Rheinmetall KEW II c,  
 Schema zur Einstellung von jeweils 6 Gleich- / oder Wechselspannungen; es müssen immer drei Steckbrücken gesetzt werden.

Diese Allstrommotoren können sowohl mit Gleichstrom wie mit einphasigem Wechselstrom betrieben werden. Sie wurden für große Spannungsbereiche ausgelegt und bevorzugt bei Exportmaschinen eingesetzt.

Anmerkung:  
 Einphasen-Reihenschlussmotoren werden bei Wechselstrom ebenso geschaltet wie Gleichstrommotoren.

Beispiele:  
 BRUNSVIGA 11E  
 WALTHER EMKD

## 4. Kombinierte Hand-/ Motorantriebe

### 4.1 Allgemein

Es gab unterschiedliche Gründe der Hersteller, Maschinen für diese beiden Betriebsarten anzubieten. Bei Einführung erster Elektromotoren sprachen mit Sicherheit hohe Entwicklungs- und Werkzeugkosten gegen eine generelle Umentwicklung der bereits am Markt eingeführten Handmodelle. Die konstruktive Umgestaltung hielt sich dann in überschaubaren Grenzen, wenn nur optional die Anbaumöglichkeit eines Elektroantriebes vorgesehen wurde, was oft zu sehr pragmatischen Lösungen führte.

Ein weiterer Grund ist in dem wirtschaftlichen Vorgehen der Hersteller zu sehen, bei begrenzten (kritischen) Fertigungsmengen die Produktionszahlen pro Fertigungseinheit so weit wie möglich zu steigern. Dieses führte zwangsläufig zu Basis- bzw. Handmodellen, die dann entsprechend dem Marktbedarf in der Endmontage oder bei den Werksvertretungen durch zusätzliche Motorantriebe komplettiert wurden.

Natürlich hatte diese Modularität auch ihren Preis. Die einfachen Handmodelle wurden kalkulatorisch durch zusätzliche Ausprägungen belastet, die nur für die Elektroantriebe gebraucht wurden. Bei entsprechenden Verkaufserwartungen bzw. -erfolgen entwickelte man Modelle mit getrennten Antriebssystemen.

Aus Gründen der Betriebssicherheit und Flexibilität sahen die Hersteller für den Kunden eine sehr einfache Umstellmöglichkeit von Elektro- auf Handbetrieb vor. So konnte mit der gleichen Maschine in Räumen mit oder ohne Stromanschluss gearbeitet werden. Bei Umstellung auf Handbetrieb wurde ein zum Lieferumfang gehörender Hebel oder eine Kurbel in eine vorbereitete Aufnahme gesteckt, eine mechanische Sicherungsschaltung verhinderte gleichzeitig eine plötzliche unkontrollierte Stromzufuhr.

Von den Herstellern und Handelsfirmen wurde diese Antriebskombination als besonders praktisch und unkompliziert dargestellt. Auch Ernst Martin erklärte z. B. 1925 seinen Lesern im Rahmen einer Beschreibung zur MONROE Modell K ganz pragmatisch:

*„Versagt der elektrische Strom, was bekanntlich vorkommen kann, dann steckt man die Handkurbel auf und bedient die Maschine von Hand“<sup>20</sup>.*

Viele solcher Maschinen (Beispiel: ASTRA-Werke) haben sich über Jahrzehnte am Markt gehalten. Noch im Jahre 1975 baute man z. B. bei OLYMPIA die Zweispezies-Maschine ADE<sup>21</sup> mit kombiniertem Motor-/ Handantrieb.

---

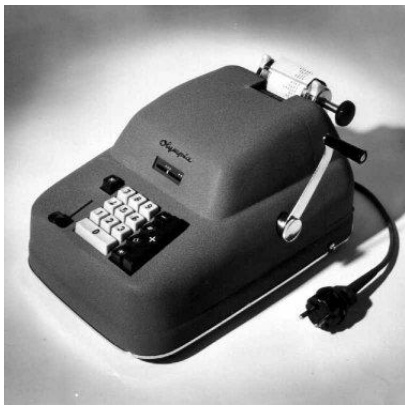
<sup>20</sup> Martin, Ernst: a. a. O., S. 270

<sup>21</sup> entspricht dem Baumuster 132-090

Die Umstellmöglichkeit von Motor- auf Handbetrieb war für den Büromaschinenmechaniker im Falle einer Maschinenblockierung eine willkommene Hilfe. Die Fa. BÄUERLE (Badenia) legte deshalb bei den meisten Elektromodellen eine kleine Handkurbel unter die Verkleidung der Maschine. Das Arbeiten damit kann aber nur als Notbetrieb eingestuft werden.

## Begriffe und Beispiele zur Klassifizierung

### 4.2 Kombinierte Hand-/ Motorantriebe



Beispiel:  
Saldiermaschine 122-090 der  
Olympia-Werke, Wilhelmshaven

Arbeitsabläufe für die Verarbeitung der eingestellten Daten werden wahlweise durch einen elektrischen Antrieb oder durch den Bediener ausgeführt.

#### Anmerkungen:

1. Elektrisch angetriebene Maschinen mit halb- oder vollautomatischen Arbeitsabläufen fallen nach Umstellung auf Handbetrieb formal unter die Betriebsart „ohne Automatik“

2. Beispiele für Maschinen mit Hand- / Elektro-Antrieb:

- Archimedes DE 16 AD
- Astra L- Klasse 1
- Badenia TEH 10; TE 13; Peerless
- Brunsviga G 89 E; D 910 E; ASE
- Monroe KA-160
- Olympia 122-090; 132-090
- Ruthardt R

## 5. Sonderantriebe

Nachfolgende Antriebe sind Sonderlösungen, sie wurden von keinem Hersteller in nennenswerten Stückzahlen gebaut.

### 5.1 Gewichtsantrieb

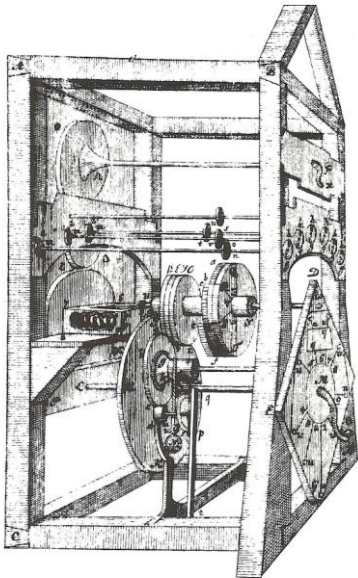


Abbildung von 1709 der Poleni-Rechenmaschine mit Gewichtsantrieb<sup>22</sup>

Giovanni Poleni (1685-1761), italienische Mathematiker und Astronom, benutzte in seiner 1709 beschriebenen *Machinæ Aritmeticæ* Gewichte zum Antrieb der Rechenmechanik. Von der Maschine existieren nur Nachbauten.

#### Anmerkungen:

1. Größe und Form des hölzernen Maschinenrahmens ähneln einer Turmuhr.

2. In Polenis Maschine wurde erstmals das so genannte *Klappsprossenrad* eingesetzt (siehe Teil 3 / Abs. 1.3).

### 5.2 Federtriebwerk



Friedrich Hebentanz`  
Arithmometer von 1873  
mit Federtriebwerk

Friedrich Hebentanz` Kleinrechenmaschine von 1873 arbeitet mit einem aufziehbaren Federtriebwerk.

#### Anmerkung:

Das „*Amtsblatt zur Wiener Zeitung und Central-Anzeiger für Handel und Gewerbe*“ Nr. 109 vom 9. Mai 1873 veröffentlicht die Vergabe eines ausschließenden Privilegs für Friedrich Hebentanz in Budapest auf die Erfindung

- einer Tastatur-Addiermaschine ohne Triebwerk und
- einer mit Triebwerk versehenen Tastatur-Addiermaschine für die Dauer eines Jahres.

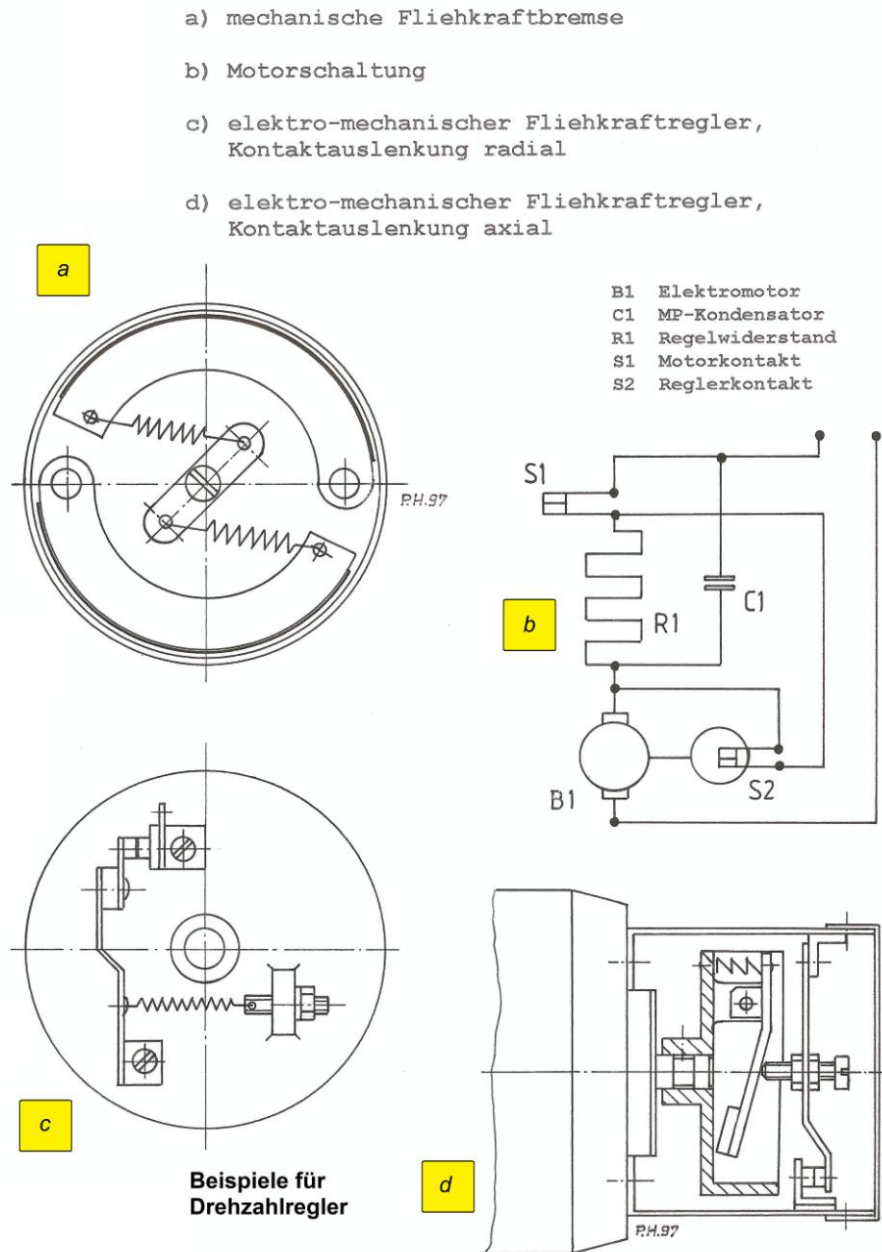
<sup>22</sup> . vgl.: Poleni, Joannis: MISCELLANEA / Machinæ Aritmeticæ, Venedig 1709, S. 27-40, Tab. 4 pag: 40



## 6. Motoren-Drehzahlregler

### 6.1 Allgemein

Die Drehzahl der Motoren und damit die Maschinengeschwindigkeit wird bei älteren Maschinen über mechanische oder elektro-mechanische Drehzahlregler (Abb. 9) gesteuert.



**Abb. 9: Drehzahlregler**

Die wohl einfachste Art einer Drehzahlregelung ist die temporäre Erhöhung des Lastmomentes beim Überschreiten einer vorgegebenen Grenzdrehzahl. Dieses geschieht durch zusätzliche mechanische Reibung z. B. in Form vom Bremsbacken (Abb. 9a).

Eine elektro-mechanische Drehzahlregelung (Abb. 9b) erfolgt in der Form, dass beim Unterschreiten einer Grenzdrehzahl die

Reglerkontakte S2 geschlossen werden und ein im Stromkreis des Motorkollektors liegender Widerstand R1 überbrückt wird. Der Motor B1 erhält jetzt einen erhöhten Strom. Beim Erreichen der oberen Grenzdrehzahl öffnen die Reglerkontakte S2, die Überbrückung des Widerstandes R1 wird aufgehoben und dem Motor wieder eine reduzierte Stromstärke zugeführt<sup>23</sup>. Dieser Vorgang wiederholt sich in sehr rascher Folge.

Den Motorkontakten (S1) und Schaltkontakten der Regler (S2) wurden wegen der starken Funken- und Lichtbogenbildung oft sehr aufwendige Entstörmittel z. B. in Form von Metallpapier-Kondensatoren C1 zugeordnet. Derartige Schaltungen entsprechen in keiner Weise den heutigen Sicherheitsvorschriften. So führt z. B. ein Kurzschluss im Kondensator zu einem Dauerlauf der Maschine.

Zur Erhöhung der Funktionssicherheit der Maschinen setzten einige Hersteller die Motordrehzahl bei Einzelfunktionen herab (Beispiel: Bildung der Zwischen- und Endsumme). Dieses geschah z. B. durch einen mechanischen Eingriff in den Drehzahlregler oder eine zusätzliche Reduzierung der Stromstärke. Eine mechanisch aufwendige Lösung ist die konzentrische Anordnung von zwei Reglerkontaktsätzen auf der verlängerten Motorwelle. Diese arbeiten mit unterschiedlichem Schaltverhalten und sind bestimmten Maschinenfunktionen zugeordnet (Abb. 10).



**Abb. 10: Antriebsmotor Totalia (Nr. 103126)**


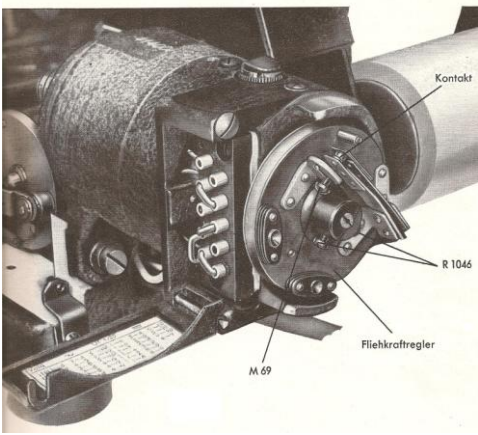
In der Regel bildet der Motor - zusammen mit Drehzahlregler und Entstörkondensator - eine leicht austauschbare Montagegruppe. Bei Verwendung genormter Einbaumotoren ist vereinzelt zu beobachten, dass die Mechanik der Drehzahlregelung im nachgeschalteten Getriebe untergebracht wurde. So blieben

---

<sup>23</sup> vgl. Würker, Karl, Schmidt, Kurt: *Leitfaden für Addiermaschinen-Mechaniker*, Sömmerda (Thüringen) ohne Jahr, S. 10

genormte Grundmaße erhalten mit dem Vorteil, auch Normmotoren anderer Hersteller einsetzen zu können.

**Begriffe und Beispiele zur Klassifizierung**

<p><b>6.2 Drehzahlregler, allgemein</b></p>	<p>sind mit dem Motorantrieb verbunden und regeln die Maschinengeschwindigkeit.</p> <p><i>Anmerkung:</i>  <i>Unter Maschinengeschwindigkeit ist hierbei die Anzahl gleicher Arbeitstakte (Beispiel: Dreh- oder Hubzahl der Rechenmechanik) pro Zeiteinheit zu verstehen.</i></p>
<p><b>6.2.1 Mechanische Drehzahlregler</b></p>  <p><i>Beispiel:</i>  <i>Facit /Sabiely EK</i></p>	<p>sind Reibungsbremsen, bei denen Schwunggewichte durch die Zentrifugalkraft gegen die einstellbare Kraft einer Feder bewegt (Abb. 9a) und in der Regel an konzentrisch zur Reglerwelle angeordnete Bremsflächen gedrückt werden.</p> <p><i>Anmerkung:</i>  <i>Bremsflächen auf den Schwunggewichten oder im Reglergehäuse sind mit Bremsbelegen - z. B. Korkplatten - versehen und gegen Verschmutzung geschützt.</i></p>
<p><b>6.2.2 Elektro-mechanische Drehzahlregler</b></p>  <p><i>Beispiel:</i>  <i>RHEINMETALL AES</i></p>	<p>sind Fliehkraftregler, bei denen ein Gewicht durch seine radiale (Abb. 9c) oder axiale Auslenkung (Abb. 9d) einen meist einpoligen Kontakt im Motorstromkreis unterbricht.</p> <p><i>Anmerkungen:</i>  <i>1. Eine Drehzahlregelung erfolgt durch kontrollierte Unterbrechungen der Spannung oder Reduzierung der Stromstärke.</i>  <i>2. Regler mit radialer Kontaktauslenkung haben einen rotierenden Kontaktträger, bei dem die Stromzuführung sehr aufwendig über Schleifkontakte erfolgen muss.</i></p>

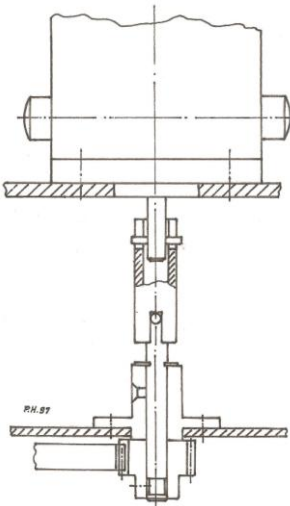
## 7. Kupplungen

### 7.1 Allgemein

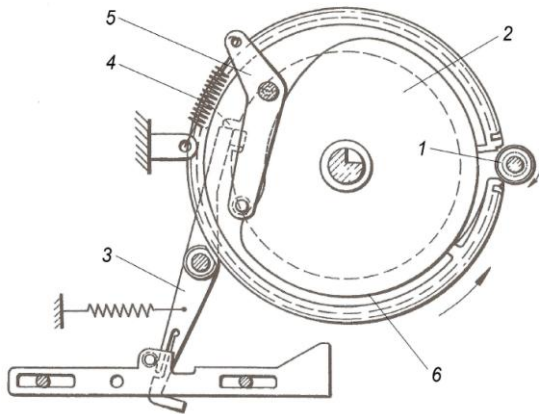
Kupplungen sind lösbare Verbindungen innerhalb des Antriebskomplexes. Sie übertragen Drehmomente zwischen den Wellen, Rädern oder anderen Übertragungselementen. Hierbei können sie einen toleranzbedingten Radial- oder Winkelversatz der Wellen ausgleichen und als Drehmomentbegrenzer Sicherheitsfunktionen übernehmen.

Ausgesprochen selten sind solche Kupplungsausführungen, die temporär geschaltet werden und hierbei nur einen begrenzten Arbeitswinkel  $\alpha$  übertragen (Beispiel: BRUNSVIGA Modell G89E mit oszillierender Hauptwelle der Rechenmechanik).

### Begriffe und Beispiele zur Klassifizierung

<p>7.2 <b>Kupplungen, allgemein</b></p>	<p>dienen der Weiterleitung der Rotationsleistung vom Antrieb zur Rechenmechanik.</p> <p><u>Anmerkung:</u> <i>Kupplungen können als lösbare Verbindungen</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) <i>zwischen Motor und Getriebe,</i></li><li>b) <i>innerhalb eines Getriebes,</i></li><li>c) <i>zwischen Getriebe und Rechenmechanik</i></li></ul> <p><i>angeordnet sein.</i></p>
<p>7.2.1 <b>Formschlüssige Kupplungen</b></p>  <p><u>Beispiel:</u> FACIT ESA-0</p>	<p>sind in der Regel so ausgelegt, dass ein starres Übertragungselement kleine radiale Wellenverlagerungen sowie Winkelfehler ausgleicht und eine leichte Demontage möglich ist.</p> <p><u>Anmerkung:</u> <i>Formschlüssige Kupplungen können z. B. aus einer einfachen gelochten Lederscheibe (Kienzle) oder aus einem Hartgeweberohr bestehen, das an den Enden geschlitzt ist (Facit).</i></p>

### 7.2.2 Formschlüssige Eintourenkupplungen



Beispiel einer temporären formschlüssigen Kupplungsverbindung:  
Olympia Modell AM

für das Verbinden von Getriebeteilen für jeweils nur eine Umdrehung.

#### Anmerkungen:

1. In der Grundstellung liegt das Motorritzel (1) in einer Zahnücke seines Gegenrades (2). Bei Betätigung einer Funktionstaste gibt der Steuerhebel (3) den durch Zugfeder (4) vorgespannten Druckhebel (5) frei. Dieser drückt gegen die Führungsbahn (6) und bewirkt eine kurze Drehbewegung des Gegenrades (2) in Pfeilrichtung, wodurch dieses in das Ritzel (1) einfällt. Zeitgleich wird der Motor zugeschaltet und läuft für die Zeit einer Maschinenumdrehung. Danach liegt das Ritzel wieder in der Zahnücke, der Motor schaltet kurz vorher ab.

#### 2. Patente:

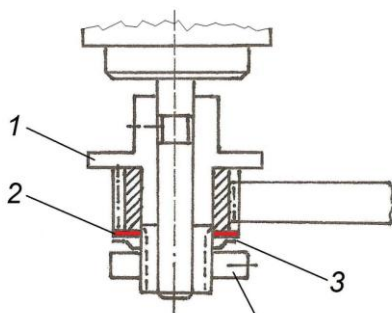
- Deutsches Patent Nr. 2244613 v. Dez. 1973 (Olympia-Werke AG, Wilhelmshaven)

- Schweizer Patent Nr. 470604 v. März 1969 (Diehl, Nürnberg)

### 7.2.3 Kraftschlüssige Kupplungen

arbeiten als Sicherheitskupplungen, die beim Überschreiten limitierter Drehmomente - z. B. bei blockierter Maschine - durchrutschen.

#### 7.2.3.1 Friktionskupplung (Reibungskupplung)



- 1 Kupplungsnabe
- 2 Reibscheibe
- 3 Tellerfeder
- 4 Spannmutter

PH.97

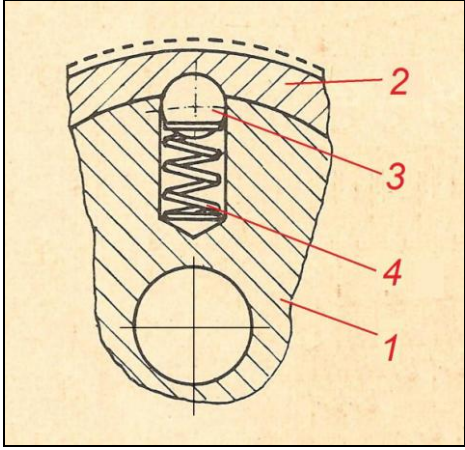
in der Regel einstellbar auf ein maximal zu übertragendes Drehmoment.

#### Anmerkungen:

1. Der erforderliche axiale Anpressdruck für die Reibelemente wird durch definiertes Vorspannen scheibenförmiger Biegefedern (Tellerfedern) oder Schraubendruckfedern erzeugt.

2. Hochbeanspruchte Kupplungen wurden komplett aus Metall gefertigt. Zur Vermeidung einer metallischen Reibung wurde zwischen die Übertragungsflächen eine nichtmetallische Reibscheibe gelegt

	<p>3. Kupplungen mit Nichtmetall-Elementen (Beispiel: Hartgewebe-Zahnrad) haben in der Regel metallische Reibscheiben.</p>
--	--

<p>7.2.3.2 <b>Kugelrastkupplung</b></p>  <p><i>Beispiel:</i> Schematische Darstellung einer Überlastkupplung, wie sie z. B. in den Staffelwalzen-Maschinen der Rheinmetall A.G. in Sömmerda eingesetzt wurde.</p>	<p>Die Verbindung zwischen der Kupplungsnahe (1) und einem Getrieberad (2) erfolgt durch Rastkugeln (3), die durch radial angeordnete Druckfedern (4) in Senkungen des Getrieberades (2) gedrückt werden.</p> <p>Bei Überschreitung der max. zulässigen Belastung (<i>Blockierung der Maschine</i>) wird die Sperrkraft der Rastkugeln (3) überwunden; sie werden zur Mitte der Kupplungsnahe (1) gedrückt.</p> <p><u>Anmerkungen:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Das max. Belastungsmoment wird im Wesentlichen bestimmt durch <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anzahl und Durchmesser der Kugeln</li> <li>- die Auslegung der Druckfedern.</li> </ul> </li> <li>2. Typisch für diese Kupplungsart ist ein lautes, knackendes Geräusch bei Überschreitung des Grenzwertes.</li> <li>3. Kupplungen dieser Bauart werden in der Getriebetechnik auch als „Grenzkraftgesperre“ bezeichnet.</li> </ol>
--	--

## 8. Getriebe

### 8.1 Allgemein

In der Regel gilt, dass bestimmten typischen Maschinen- bzw. Funktionsmerkmalen auch bestimmte Getriebegrundformen zugeordnet werden können. Beispiele hierzu siehe Tabelle 3.

Tabelle 3:

Maschinen-/ Funktionsmerkmal	Getriebegrundform:
Hauptwelle rotierend antreiben >	Rädergetriebe, Zugmittelgetriebe
Hauptwelle oszillierend antreiben >	Gelenkgetriebe und Kurvengetriebe
Funktionsabläufe zeitlich steuern >	Kurvengetriebe

Ein besonderer Schwerpunkt bei der Antriebsproduktion war die Herstellung der Zahnräder. Mit den Jahren stand den Konstrukteuren eine immer breitere Materialpalette zur Verfügung. Verstärkt wurde wegen der geringeren Herstellkosten und der guten schwingungs- und geräuschkämpfenden Eigenschaften auf nichtmetallische Werkstoffe umgestellt. In der ersten Phase kamen ausschließlich Duroplaste<sup>24</sup> zum Einsatz, wobei viele Zahnräder z. B. aus Hartgewebe-Halbzeugen<sup>25</sup> noch spanabhebend hergestellt werden mussten. Bald jedoch unterstützte die systematisch forschende Wissenschaft den Konstrukteur durch Bereitstellung der erforderlichen Fertigungs- und Berechnungsgrundlagen<sup>26</sup> für Zahnräder aus Thermoplasten<sup>27</sup>.

Ein ganz wesentlicher Schritt zur getriebetechnischen Standardisierung in Deutschland wurde 1923 getan. Es erschien eine Norm mit Modulreihen für Zahnräder<sup>28</sup>. Getriebeauslegungen und Berechnungen wurden damit vereinfacht; in der Produktion konnte der Bestand an Werkzeugen und Prüfmitteln reduziert werden. Nach mehrfachen Überarbeitungen hat diese Norm bis heute Gültigkeit. In angelsächsischen Ländern dagegen verwendet man heute vielfach noch an Stelle des Moduls<sup>29</sup> den *Diametral Pitch*.

<sup>24</sup> Aus der Gruppe der Duroplaste wurden vorwiegend verwendet: Hartgewebe nach DIN 7735, Hartpapier, Pressschichtholz, Vulkanfiber

<sup>25</sup> Beispiel: RESITEX der Firma Bosch

<sup>26</sup> Vgl. Menges, G., Joisten, S.: „Einsatz und Berechnung von Kunststoffzahnradern“, in: *Mitteilung aus dem Institut für Kunststoffverarbeitung an der Rhein.-Westf. Technischen Hochschule Aachen*, Aachen 1966

<sup>27</sup> Aus der Gruppe der Thermoplaste wurden u. a. verwendet: Polyamide, Polycarbonat, Hart-PVC

<sup>28</sup> Ausschuss Verzahnungen (AV) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NA FuO) im DIN: *Modulreihe für Zahnräder/ Series of modules for gears*; DIN 780, Berlin und Köln März 1923

<sup>29</sup> Bezeichnung früher: Stichzahl;

Eine verstärkte Getriebeforschung und -entwicklung setzte in Deutschland nach dem Zweiten Weltkrieg ein. Es erschienen u. a. DIN 3976<sup>30</sup> zum Thema Zylinderschnecken. Jetzt blieb es dem Konstrukteur erspart, umständliche Betrachtungen über die optimale Auslegung eines leistungsfähigen Schneckentriebes anzustellen. Eine geringe Anzahl von Schneckenrieben mit verhältnismäßig hoher Tragfähigkeit und günstigen Fertigungsvoraussetzungen ersetzte die bis dahin übliche Vielfalt der Bauformen.

Das Streben der Konstrukteure nach leichteren Bauelementen führte schon frühzeitig zu den Riementrieben. Ab Ende der 1950er Jahre wurden verstärkt Zahnriemen eingesetzt. Diese wurden aus den Flachriemen abgeleitet, liefen wartungsfrei mit geringer Vorspannung, waren raumsparend und ölfest.

Mit Beginn der Markteinführung konkurrierten die metrisch aufgebauten SYNCHROFLEX-Zahnriemen<sup>31</sup> mit den Import-Riemen in Inch-Teilung, die u. a. unter dem Markennamen UNIROYAL-PowerGrip<sup>32</sup> vertrieben wurden. Beide Riemensysteme wurden aber als Deutsche Norm<sup>33</sup> und ISO-Norm<sup>34</sup> erst zu einem Zeitpunkt genormt, als die Produktion der mechanischen Rechenmaschinen praktisch schon nicht mehr lief.

### Begriffe und Beispiele zur Klassifizierung

<b>8.2 Getriebe, allgemein</b>	Einrichtung zur Weiterleitung und Umformung der Drehbewegung des Motors. Sehr oft sind es Mischformen der nachfolgend beschriebenen vier Grund-
--------------------------------	---

vgl.: Reuleaux, Franz: *Der Constructeur, ein Handbuch zum Gebrauch beim Maschinen-Entwerfen*, dritte Auflage, Braunschweig 1872, S. 407

<sup>30</sup> Ausschuss Verzahnungen im Deutschen Normenausschuss (DNA): *Zylinderschnecken*. Abmessungen, Zuordnung der Achsabstände und Übersetzungen in Schneckenrieben/ Cylindrical worms, dimensions, coordination of centre distances and gear ratios of wormdrives; DIN 3976, Berlin und Köln April 1963

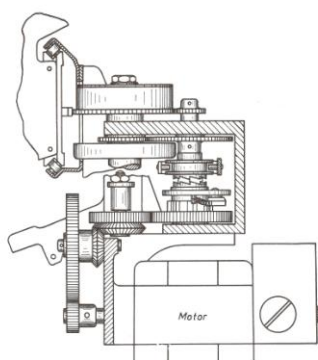
<sup>31</sup> Ab 1951 Zahnriemen aus gießbarem Polyurethan „Vulkollan“ mit Stahllitzenzugstrang, Hersteller Continental Gummi-Werke AG, Hannover; Beratung und Verkauf über MULCO Maschinentechnische Arbeitsgemeinschaft.

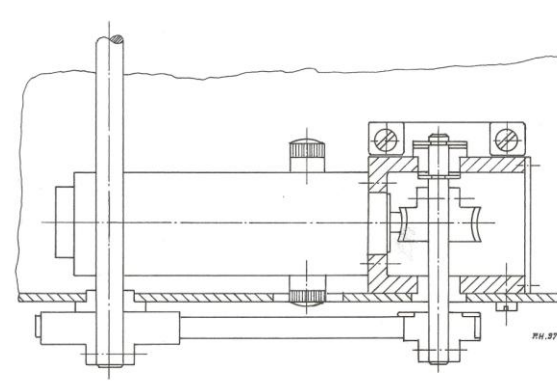
<sup>32</sup> Walther Flender GmbH

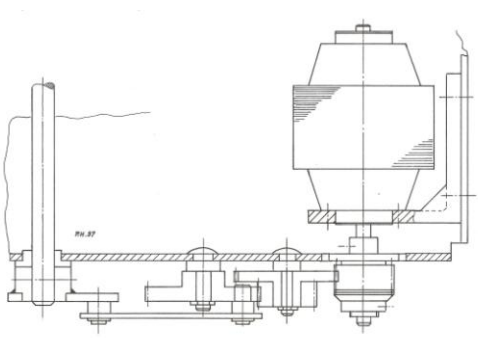
<sup>33</sup> Normenausschuss Kautschuktechnik (FAKAU) im DIN Deutsches Institut für Normung: *Synchronriementriebe*. Metrische Teilung, Synchronriemen/ Synchronous belt drives, metric pitch, synchronous belts; DIN 7721/ Teil 1, Berlin September 1979

<sup>34</sup> Technical Committee ISO/TC 41: *Synchronous belt drives- belts*, International Standard ISO 5296, 15.09.1978

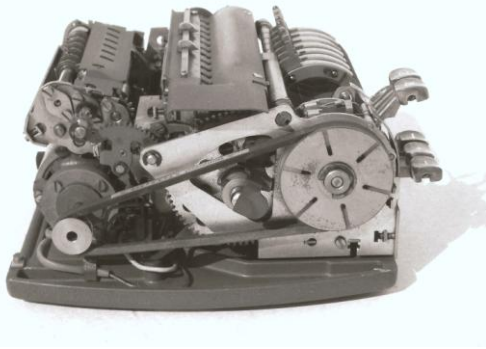


 <p><i>Beispiel: Rheinmetall Abrechnungsmaschine</i></p>	<p>formen.</p> <p><u>Anmerkung:</u> Das Drehmoment an der Motorenwelle sowie die Untersetzung und der Wirkungsgrad eines Getriebes ergeben das Drehmoment <math>M_d</math> zum Bewegen der Rechenmechanik.</p>
---	--

<p><b>8.2.1 Rädergetriebe</b></p>  <p><i>Beispiel: Rädergetriebe (Schneckengetriebe) u. Zugmittelgetriebe</i></p>	<p>arbeiten mit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Gerad- oder Schrägstirnrädern</li> <li>-Schneckenrädern</li> <li>-Schraubenrädern</li> <li>-Kegelrädern.</li> </ul> <p><u>Anmerkungen:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Die Bauform der Getrieberäder erzeugt parallele, sich kreuzende oder sich schneidenden Wellen. Sie bestimmt die Lage des Antriebsmotors und damit die Grundform eines Antriebes.</li> <li>2. Eine spezielle Variante des Geradstirnantriebes ist das Planetengetriebe, eingesetzt zur Umsteuerung der Antriebsdrehrichtung. Beispiel: NISA PK5.</li> </ol>
---	--

<p><b>8.2.2 Gelenkgetriebe</b></p>  <p><u>Beispiel:</u> Rädergetriebe (Gerad- oder Schrägstirnräder) u. Gelenkgetriebe</p>	<p>erzeugen periodisch veränderliche Bewegungen; eingesetzt bei Maschinen mit oszillierender Hauptwelle der Rechenmechanik.</p> <p><u>Anmerkung:</u> Vielfach in Kombination mit anderen Getriebearten.</p>
---	---

<p><b>8.2.3 Zugmittelgetriebe</b></p>	<p>arbeiten mit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Keilriemen (DIN 2215)</li> <li>- Flachriemen</li> <li>- Synchronriemen (Zahnriemen)</li> <li>- Zugfedersträngen.</li> </ul>
---------------------------------------	---



Beispiel: Brunsviga B 11 E  
mit Keilriemen-Antrieb

In der Regel eingesetzt bei Maschinen mit einer rotierenden Hauptwelle der Rechenmechanik.

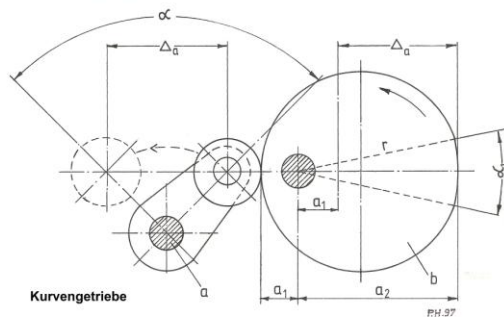
Beispiele:

- BRUNSVIGA B 11 E (Keilriemen)
- BÄUERLE TEH 10 (Flachriemen)
- FACIT 1214 (Zahnriemen)
- HAMANN-DeTeWe ELMA (Zugfederstrang)

### 8.2.4 Kurvengetriebe

Beispiel für ein Kurvengetriebe

Legende: a : Hauptwelle  
b : Kurvenscheibe



besteht in der Regel aus einer meist gleichförmig rotierenden Kurvenscheibe, die ein mit der Hauptwelle gekoppeltes Eingriffsglied in Form eines Hebels oder Schiebers in periodisch veränderliche Bewegungen versetzt.

Anmerkung:

Die Kurvenform bestimmt den zeitlichen Bewegungsverlauf der Rechenmechanik. Beim Durchlauf von Kurvenbereichen mit gleichem Abstand zum Drehpunkt kommt es zu einem Stillstand der Eingriffsglieder und somit zeitgleich zu einem Stillstand der Hauptwelle.

Diese Winkelbereiche (in Abb. mit  $\alpha_1$  gekennzeichnet) sind z. B. vorgesehen für das Ein- und Ausschwenken der Rechenwerke.

## 9. Bremsen

### 9.1 Allgemein

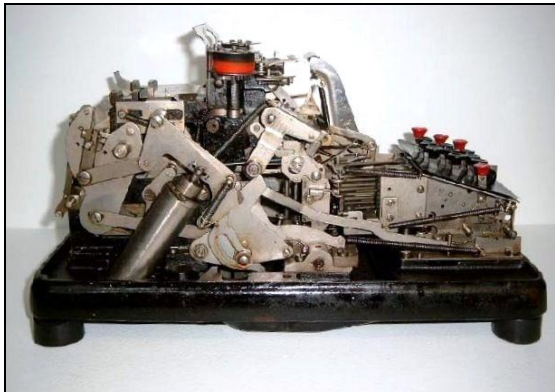
Bremsen sind ein Teil des Maschinenantriebs und dienen der Gangregulierung. Als Rücklaufbremse verzögern bzw. dämpfen sie Funktionsabläufe während des Rücklaufes der oszillierenden Rechenmechanik oder wirken als Ausgleichsbremse für die während eines Arbeitsganges auf den Antrieb einwirkenden Belastungsschwankungen.

Maschinen mit rotierender Rechenmechanik arbeiten ohne Regulierungsbremsen.

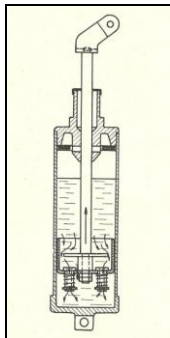
**9.2 Rücklaufbremsen**

In der Regel bei Maschinen mit Hebelantrieb. Nach dem Vorlauf der Rechenmechanik dämpfen sie den selbstständigen Rücklauf.

**9.2.1 Kolbenbremse (Ölbremse)**



Beispiel:  
Sundstrand Modell 10020



Beispiel:  
Rücklaufbremse der Astra-Werke AG, Chemnitz

arbeiten in der Form, dass bei einer Hubbewegung des Kolbens das Öl - je nach der Kolbenstellung - durch Öffnungen im Kolbenboden in die obere oder untere Kolbenkammer strömt. Die Bewegung des Kolbens wird beim Rücklauf dadurch erschwert, dass bei dieser Flussrichtung der Querschnitt der Durchflussöffnungen automatisch verkleinert wird.

Anmerkungen:

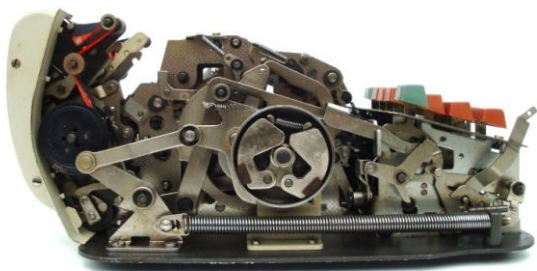
1. Der Querschnitt der Durchflussöffnungen ist einstellbar, um die Rücklaufgeschwindigkeit der Rechenmechanik zu beeinflussen oder um Öle unterschiedlicher Viskositäten einsetzen zu können.

2. Verwendet wurden handelsübliche Mineralöle; spezielle Hydraulikflüssigkeiten wie Bremsflüssigkeiten auf Polyglykol-Basis wurden nicht eingesetzt.

3. Nur wenige Maschinen mit Elektroantrieb wurden mit Kolbenbremsen ausgerüstet. Beispiele:

- a) Maschinen mit Kombinationsantrieb wie Astra, Olympia
- b) Mauser Modell HUE

**9.2.2 Fliehkraftbremse (Reibungsbremse)**



Beispiel:  
Olympia Modell 1182-030

arbeiten mit Schwunggewichten, die durch die Zentrifugalkraft radial zur Reglerwelle bewegt werden und dadurch Bremskörper gegen radial oder axial angeordnete Bremsflächen drücken.

Anmerkungen:

1. Die Winkelbewegung  $\alpha$  der Hauptwelle wird durch Zahnradübersetzungen (Geradstirn-, Schnecken- oder Kegelräder) in Mehrfachumdrehungen der Fliehkraftbremse umgewandelt.

	<p>2. Schwunggewichte können z. B. die radial angeordneten Bremsbacken selbst oder auch Kugeln sein, die über eine radial angeordnete und gewölbte Scheibe eine axiale Bremsbewegung erzeugen.</p>
--	--

<p>9.3 Vor- und Rücklaufbremsen</p>	<p>In der Regel für Handmaschinen; sie sollen einem zu schnellen und ruckartigen Durchziehen des Zughebels entgegenwirken und den selbsttätigen Rücklauf dämpfen.</p>
-------------------------------------	---

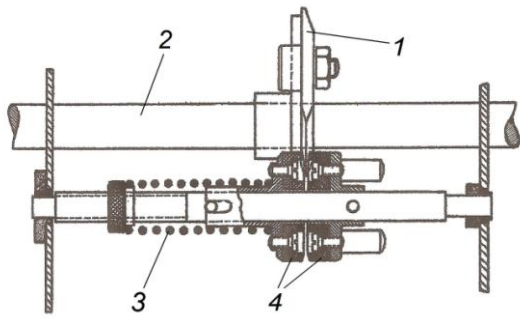
<p>9.3.1 Kugelbremse</p> <p><i>Beispiel: (Schema) Modell M1 von 1936 der Precisa A.G., Zürich-Oerlikon</i></p> <p><i>Beispiel: Neuere Kugelbremse der Precisa A.G., Zürich-Oerlikon</i></p>	<p>Die Bremskraft wird durch Kugeln (1) erzeugt, die in einer geschlitzten Scheibe (2) geführt und beim Arbeiten durch Zentrifugalkraft radial verschoben werden. Hierbei drücken sie gegen die äußere Schräge der rotierenden Anlaufscheibe (3). Ein entstehender axialer Druck überträgt sich auf eine mitlaufende Druckplatte (4), die gegen eine Bremsscheibe (5) auf der am Chassis (6) befestigten Trägerscheibe (7) gedrückt wird.</p> <p><u>Anmerkungen:</u></p> <p>1. Die ca. 90°-Eingangsbewegung des Zughebels wird über eine Zahnrad-Übersetzung in fünf Umdrehungen der Anlaufscheibe (3) umgesetzt</p> <p>2. Eine getrennte Einstellung der Bremskraft für Vor- und Rücklauf ist nicht möglich.</p> <p>Bei einer Weiterentwicklung wird die Bremswirkung durch eine Vielzahl kleine Kugeln erzeugt, die beim Arbeiten durch die Zentrifugalkraft gegen die Trommel-Außenwand gedrückt werden. Beim Überschreiten einer maximal zulässigen Arbeitstaktzahl muss beim Vorlauf die Bremswirkung der Kugeln in Kammer A so groß sein, dass eine zwischen dem Hebelantrieb und der Maschinen-Hauptwelle befindliche Torsionsfeder</p>
---	--

	<p>gespannt wird. Dadurch wird die Umkehrsperre blockiert und der Rückgang des Zughebels bis zum Ausgleich der Torsionskraft der Feder verzögert.</p> <p><u>Anmerkung:</u> Getrennte Einstellung der Bremskraft durch Herausnehmen oder Hinzufügen von Kugeln in Kammer A (Vorlauf) oder Kammer B (Rücklauf).</p>
--	---

<p>9.3.2 <b>Flügelbremse (Ölbremse)</b></p>  <p><u>Beispiel:</u> Reglergehäuse aus Astra Modell B von 1925 der Astra-Werke A.G., Chemnitz; DRP Nr. 363311 vom Sept. 1921, Erfinder: John E. Greve und Ernst Seyfried.</p>	<p>Flaches, ölgefülltes Gehäuse, in dem ein Bremsflügel beim Vor- und Rücklauf der Rechenmechanik um jeweils 60° geschwenkt wird.</p> <p><u>Anmerkungen:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Die Bremse liegt unter dem Boden der Maschine und wird über Kegelrad-Segmente angetrieben.</li> <li>2. Die Öl-Viskosität in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur bestimmt die Bremswirkung.</li> <li>3. Die Bremswirkung ist durch zwei von außen zugängliche Schrauben regulierbar.</li> </ol>
--	--

<p>9.4 <b>Ausgleichsbremsen</b></p>	<p>für den Ausgleich von Belastungsschwankungen, die während eines Arbeitshubes auftreten und beim E-Antrieb zu unterschiedlich starken Belastungen und Geschwindigkeiten führen. In der Regel sind sie direkt mit der Hauptwelle verbunden.</p>
-------------------------------------	--

<p>9.4.1 <b>Scheiben-Ausgleichsbremse</b></p>	<p>Beim Arbeitsgang der Maschine wird ein Bremskörper (1) auf der Hauptwelle (2) zwischen zwei durch eine Druckfeder (3) gegeneinandergedrückte Bremsbacken (4) geführt. Die hierbei entstehende Bremskraft wird durch Dickenabstufungen des Bremskörpers (1) mehrfach verändert und wirkt entsprechend unterschiedlich auf den</p>
---	---



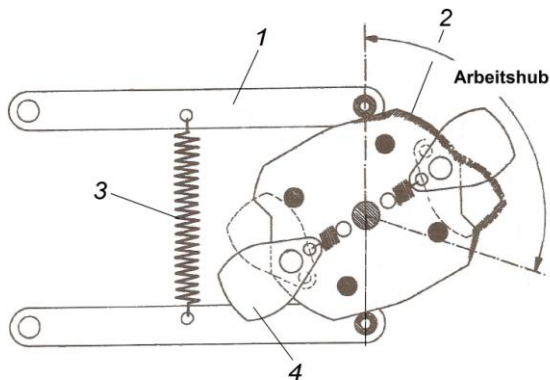
Beispiel:  
 Gangregulierung für Continental-  
 Addiermaschinen der Wanderer-Werke  
 AG, Siegmarschönau

Funktionsablauf ein.

Anmerkung:

Reichspatentamt: Patentschrift Nr.  
 712677, patentiert im Deutschen  
 Reich vom 6. März 1934 an.

### 9.4.2 Kurvenscheiben- Ausgleichsbremse



Beispiel:  
 Deutsches Patent Nr. 826076 von 1949  
 der W. Küster & Co. K.G., Augsburg;  
 Erfinder ist der spätere Olympia-  
 Konstrukteur Eugen Kuhn.



Beispiel:  
 Olympia-Saldiermaschine 122-060 mit  
 Elektroantrieb

wirkt in der Form, dass beim  
 Vor- und Rückhub der Maschine  
 zwei federnd gelagerte Arme  
 (1) durch unterschiedliche  
 Kurvenführungen (2) gegen  
 eine Federkraft (3) bewegt  
 werden, so dass sie, je nach  
 Lage der Kurvenscheibe, eine  
 gewünschte Brems- oder  
 Schubwirkung auf die  
 Hauptwelle ausüben.

An der Kurvenscheibe können  
 umklappbare Steuerplatten (4)  
 befestigt sein, deren  
 Auslenkung von Anschlägen  
 begrenzt wird. Sie kommen  
 beim Vor- und Rückhub  
 wechselweise zum Einsatz und  
 verändern durch eine  
 zwangsläufige Lageänderung  
 die Kurvenform.

## **10. Zusatzeinrichtungen**

### **10.1 Allgemein**

Zusatzeinrichtungen innerhalb der Antriebe dienen u. a. der Erhöhung der Betriebssicherheit oder steuern Beginn und Ende eines Arbeitsganges. Bei vielen Maschinen finden wir die Einrichtungen zur Stromversorgung wie z. B. Steckkontakte des Netzkabel, Netzfilter und Sicherung als integrierte Bestandteile des Antriebs.

#### **10.1.1 Sicherheitseinrichtungen**

Bei Handantrieben besteht leicht - und dieses gilt ganz besonders für den Fall einer Blockierung der Mechanik - die Gefahr einer Beschädigung der Maschine durch den Bediener. Dagegen haben die Hersteller sinnvolle Sicherungen eingebaut. So ist z. B. bei vielen Maschinen der Zughebel über eine kräftige Torsionsfeder mit der Rechenmechanik verbunden. Im Falle einer Blockierung kann der Zughebel gegen die Kraft dieser Feder gefahrlos um einen begrenzten Drehwinkel hinaus bewegt werden (siehe auch Anmerkung Abs. 2.2.1.2).

Bei den Kurbelmaschinen werden alle Bedienmechanismen der Maschine gesperrt, wenn sich die Kurbel nicht in der Sicherungsraste seiner Grundstellung - also in einer Arbeitsstellung - befindet.

Auch ein Stromausfall kann eine Blockierung oder Beschädigung der Rechenmechanik zur Folge haben. Eine mechanische Sperre verhindert in diesen Fällen den Rücklauf der Mechanik vor Erreichen eines vorgegebenen Rücklauf- oder Endpunktes.

Wichtig sind funktions- und bediensichere Verriegelungen der Maschinen mit Umschaltung von Hand- auf Motorantrieb. Dies geschieht z. B. durch Umlegen eines verdeckt angeordneten Stellhebels (Beispiel: Olympia, Astra) oder beim Aufstecken der Handkurbel (Beispiel: Brunsviga), wobei ein Sicherheitsschalter zwangsläufig den Stromkreis unterbricht.

#### **10.1.2 Steuerung der Antriebsmotoren**

Eine frühe Betriebsart bei den Antrieben war der Dauerbetrieb der Motoren. Hierbei wurde der Motor - unabhängig von Rechen- oder Steuerfunktionen - vorab eingeschaltet und lief mit konstanter Drehzahl. Unmittelbar nach Betätigung einer Funktionstaste erfolgte eine Kopplung des Antriebes mit der Rechenmechanik. Für diese Betriebsart wurden Käfigläufer- und auch Kommutator-Motoren eingesetzt.

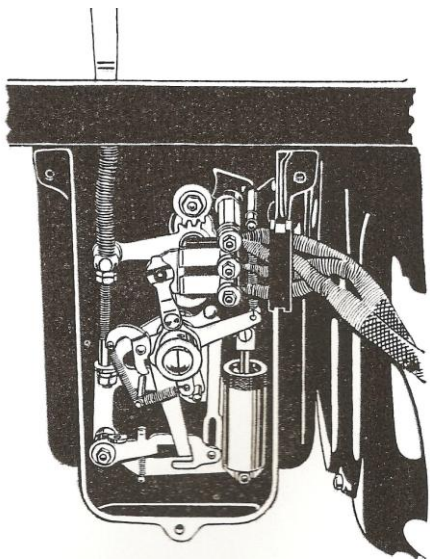
Bei neueren Ausführungen beginnt ein Motorbetrieb erst nach Betätigung einer Funktionstaste. Diese Betriebsart stellt besondere Anforderungen an die Justierung der Schaltkontakte. Aufgrund der drehzahlabhängigen Motorenleistung muss bereits

vor dem Zuschalten einer Last eine Mindestdrehzahl erreicht werden. Dem Einschaltzeitpunkt des Motors und dem definierten Ankoppeln der Mechanik kommt daher eine besondere Bedeutung zu.

Ein typischer Lösungsansatz für das Einschalten der Elektromotoren ist die Steuerung über eine gleichförmig rotierende Kurvenscheibe. Der besondere Vorteil liegt hierbei im einfachen mechanischen Aufbau. Mit dem Drücken einer Funktionstaste wird gleichzeitig der Motor-Schaltkontakt geschlossen und der Motor läuft unmittelbar an. Die Rotation der Steuerscheibe beginnt mit kurzer Verzögerung. Dies ergibt sich aus dem zeitlich nachgeschalteten Ankoppeln der Mechanik und einem toleranzbedingten Verdrehflankenspiel des Getriebes. Die Außenkontur der Scheibe hält für die Zeit eines Umlaufes (dies entspricht einem Arbeitsgang der Maschine) den Schaltkontakt zwangsläufig geschlossen (siehe Abs. 8.2.5).

### Begriffe und Beispiele zur Klassifizierung

#### 10.2 Vorrichtung zum Ein- und Ausschalten der Antriebsmotoren bei Dauerbetrieb (DB)



Beispiel:

BURROUGHS Serie 1, Abschalten über einstellbaren Ölzylinder

Das Einschalten erfolgt über einen separaten Motor-Netzschalter. Der Motor läuft unabhängig von Beginn und Dauer des Rechenvorganges der Maschinen; Ankopplung der Rechenmechanik bei Beginn einer Rechenoperation.

Das Ausschalten der Motoren erfolgte manuell oder - wie z. B. bei DALTON<sup>35</sup> oder BURROUGHS<sup>36</sup> - auch mittels automatischem Stromunterbrecher.

Anmerkungen:

1. Zur Reduzierung der Geräuschpegel wurden vorzugsweise kräftige Motoren mit niedriger Drehzahl eingesetzt. In der Regel lagen diese außerhalb des Rechenmaschinengehäuses.

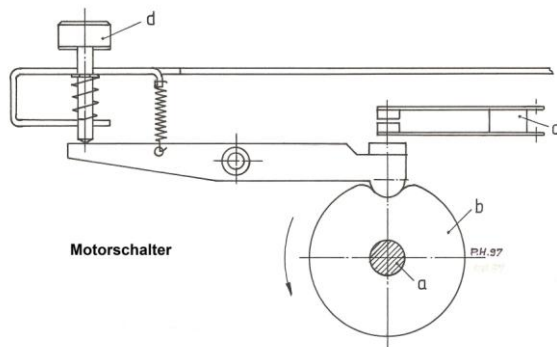
2. Bei der Betriebsart DB (Dauerbetrieb) wird die zulässige Endtemperatur der Motoren erreicht; vielfach sind Vorrichtungen zur Eigenbelüftung des Motorgehäuses vorhanden.

<sup>35</sup> vgl. Martin, Ernst: a. a. O., S. 143

<sup>36</sup> Burroughs Adding Machine Company: *Instruktions-Buch für Elektrischen Antrieb und Motoren*, Detroit 1920, S. 15



### 10.3 Einschalten der Antriebsmotoren bei Aussetzbetrieb (AB)



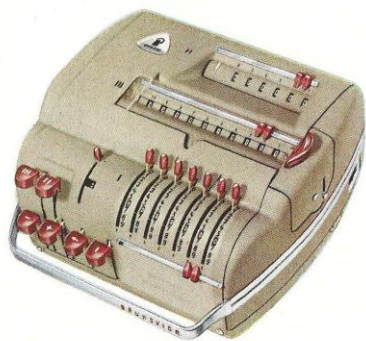
Beispiel: Motorschalter für AB  
 a Hauptwelle  
 b Steuerscheibe  
 c Motor-Schaltkontakt  
 d Motortaste

erfolgt über einen Schaltkontakt, der mechanisch mit den entsprechenden Funktionstasten gekoppelt ist. Der Motor läuft nach Betätigung einer Funktionstaste für die Dauer des gewählten Rechenganges.

#### Anmerkungen:

1. Als energiesparende Ausführung bei den meisten Rechenmaschinen realisiert; kann gewissermaßen als Standardlösung angesehen werden.
2. Bei der Betriebsart AB (Aussetzbetrieb) sind die Pausen zwischen den einzelnen Rechengängen in der Regel so kurz, dass sich der Motor nicht abkühlen kann. Es kommt zu erheblichen Temperaturüberhöhungen gegenüber der Umgebungstemperatur.
3. Zur Erhöhung der Betriebssicherheit wurden vielfach eigenbelüftete Motoren eingesetzt.

### 10.4 Schalten der Antriebsmotoren bei Reversionsbetrieb



Beispiel:  
 BRUNSVIGA 11 E mit Umkehr der Motordrehrichtung bei Subtraktion / Division.

erfolgt über getrennte Schaltkontakte, die mechanisch den Funktionstasten für Addition / Multiplikation und Subtraktion / Division zugeordnet sind.

#### Anmerkungen:

1. Standard-Drehrichtung der Hauptwelle bei  
 - Addition / Multiplikation: rechts  
 - Subtraktion / Division : links
2. Reversionsbetrieb nur bei Maschinen mit rotierender Hauptwelle
3. Reversierende Motoren arbeiten nur im Aussetzbetrieb (AB).

### 10.5 Umschaltung bei kombinierten Antrieben



Beispiel:  
Astra Klasse 1 mit Umschalthebel  
unterhalb der Motortaste

Bei Maschinen mit kombiniertem Hand-/ Motorantrieb wahlweise funktionssicheres Verriegeln der Motortaste oder des Hand-Zughebels bzw. der Handkurbel.

Anmerkung:

*Bei Umschaltung auf Handbetrieb:*

*a) Umlegen des Schalthebels auf Betriebsart „HAND“ (Beispiel: Astra, Olympia)*

*oder:*

*b) Aufstecken des Hand-Zughebels (Beispiel: Brunsviga)*

*In beiden Fällen wird gleichzeitig die elektrische Verbindung zwischen dem Motor-Schaltkontakt und der Netzverbindung unterbrochen.*

Klassifizierung Teil 5\_06