

**SONDERABDRUCK AUS „TECHNIK UND WIRTSCHAFT“
MONATSSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE
VI. JAHRGANG, 1913. HEFT IV.**

**SELBSTTÄTIG ARBEITENDE SORTIER- UND ADDIER-
MASCHINEN FÜR KALKULATION UND STATISTIK.**

Von

**Dr. L. LUCAS, OBERINGENIEUR
UND CHEMIKER DER AKKUMULATORENFABRIK A.-G., HAGEN.**

**SONDERABDRUCK AUS „TECHNIK UND WIRTSCHAFT“
MONATSSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE
VI. JAHRGANG, 1913. HEFT IV.**

**SELBSTTÄTIG ARBEITENDE SORTIER- UND ADDIER-
MASCHINEN FÜR KALKULATION UND STATISTIK.**

Von

**Dr. L. LUCAS, Oberingenieur
und Chemiker der Akkumulatorenfabrik A.-G., Hagen.**

ISBN 978-3-662-23081-7 ISBN 978-3-662-25048-8 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-25048-8

**SONDERABDRUCK AUS „TECHNIK UND WIRTSCHAFT“
MONATSSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE
VI. JAHRGANG, 1913. HEFT IV.**

**SELBSTTÄTIG ARBEITENDE SORTIER- UND ADDIER-
MASCHINEN FÜR KALKULATION UND STATISTIK.¹⁾**

**Von Dr. L. LUCAS, Oberingenieur
und Chemiker der Akkumulatorenfabrik A.-G., Hagen.**

Um eine große Menge verschiedener Tatsachen und Aufzeichnungen übersehen zu können, ist es notwendig, sie nach Maß und Zahl zu bewerten, nach verschiedenen Gesichtspunkten zu ordnen und die gleichartigen Werte zusammenzuzählen. Zeigen sich bei dem Vergleich der so erhaltenen Gruppen auffällige Erscheinungen, so schreitet man zur Unterteilung der auffälligen Gruppen. Die Schlußergebnisse werden dann wieder nach anderen Gesichtspunkten zusammengestellt und bilden die Grundlage für unsere Beurteilung der Sachlage und für unser zukünftiges Handeln. Auf diesem Vorgehen beruht die Buchhaltung, die Kalkulation, die Statistik.

Werden dieselben Einzelaufzeichnungen nach verschiedenen Gesichtspunkten bearbeitet, so hat man für jeden Gesichtspunkt die ganze Arbeit wieder von vorn zu beginnen. Um sich die Arbeit zu erleichtern, schreibt man auf Kartenblätter nur je eine Einzelaufzeichnung und ordnet die Blätter nach den verschiedenen Gesichtspunkten in verschiedene Gruppen, aus denen man dann seine Übersichten zusammenstellt.

Um Augen und Geist bei der Zusammenstellung zu schonen und die Arbeit schneller und leichter nachprüfen zu können, teilt man den Rand der Karten in kleine Felder; sie werden mit Zahlen und Buchstaben versehen, die auf einen bestimmten Inhalt der Karte hindeuten (Abb. 1). Dann schneidet man mit einer Kerbzange die gerade gewünschten Felder ein. Hierdurch wird die Ordnungsarbeit rein mechanisch, indem man nur Karten, die bestimmte Kerbe haben, zusammenzustellen braucht.

¹⁾ Vorgetragen im Bezirksverein an der Lenne am 12. Februar 1913.

Dieses Zusammenstellen machte der Amerikaner Hollerith maschinell, indem er die Karten an einer elektrischen Kontaktbürste vorbeiführte, die beim Ueberschreiten einer Lücke einen Stromschluß hervorbrachte, der ein bestimmtes Fach für die Karte öffnete. Nach diesem Verfahren ist man nun nicht mehr auf den Rand der Karte angewiesen, sondern kann die ganze Kartenfläche zur Markierung der Karten durch Löcher benutzen.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
A	Anlage: _____										L.-Nr.: _____														
B																									
C	Et. _____					Vers. _____					H. O. _____					i. B. _____									
D	+ _____										Gar. Vers. _____														
E	_____										Ing.-Abt. _____														
F	_____										_____														
G	_____										_____														
H	_____										_____														
I	_____										_____														
J	_____										_____														
K	_____										_____														
L	_____										_____														
M	_____										_____														
N	_____										_____														
O	_____										_____														
P	_____										_____														
Q	_____										_____														
R	_____										_____														
S	_____										_____														
T	_____										_____														

Abb. 1. Karte für Randkerbung.

Die Karte (Abb. 2 bis 4) besteht aus besonders widerstandsfähigem Karton von 0,18 mm Stärke und $142 \times 82,5$ oder $187 \times 82,5$ mm Seitenlänge. Die hier betrachtete hat diese Größe. Sie enthält 45 Reihen von je 12 Zahlen¹⁾, die die Bezeichnung R X 0 bis 9 haben, im ganzen also 540 markierte Stellen. Die 12 Zahlen sind notwendig, um die 12 Monate in einer Reihe markieren zu können, die Bezeichnung zweier Stellen durch Buchstaben deshalb, weil wir im Dezimalsystem nur 10 einfache Zeichen für Zahlen haben, nämlich 0 bis 9. Die 45 Reihen werden in Unterabteilungen geteilt, deren Bedeutung kurz, aber eindeutig im oberen Teil der Abteilungen angegeben ist. Jede der Unterabteilungen, die nun je nach der Anzahl der Reihen alle Zahlen von 0 bis 9 bei einreihigen, 0 bis 99 bei zweireihigen, 0 bis 999 bei dreireihigen Abteilungen und so fort enthält, kann nun durch Lochen einer Zahl in jeder Reihe mit einer bestimmten Zahl versehen werden, die entweder nur eine Bezeichnung für einen Gegenstand oder einen Zahlenwert bedeuten kann. Erstere Zahlen lassen sich nicht addieren, da sie keinen Zahlenwert haben, letztere lassen sich, wenn sie gleichartige Gegenstände bezeichnen, z. B. Mark, Gewicht, Stückzahl, addieren.

Als Beispiel diene eine Lohnkarte der Akkumulatorenfabrik Hagen (Abb. 2).

Die erste Spalte ist einreihig und bezeichnet das Jahr. Ein Loch bei 3 also 1913. Sollte die Bezeichnung nicht genügen, falls Karten über einen längeren Zeitraum wie 10 Jahre sortiert werden, so kann man als Zehnerstelle noch die 1 über der Null lochen. Unter Zuziehung dieser 1 und 2 über der Null reicht die Bezeichnung für 29 Jahre. Die zweite Spalte ist ebenfalls einreihig und bedeutet den Monat; ein Loch bei 1 also den Januar. Die dritte

¹⁾ Auf den Karten Abb. 2 bis 4 sind die Zahlenreihen R und X fortgelassen; um Platz für die Ueberschrift zu gewinnen.

M	2	12	Tag	Liefernde Werkstatt	Arbeiter-Nr.	Auftrag-Nr.	Bestellende Abteilung	Material-Nr.	Arbeitsbezeichnung	Stückzahl	Akkord Stunden	Lohn Stunden	Lohnbetrag	Lohn-Nr.	Lohn-Nr.
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

Abb. 2. Lohnkarte.

M	2	12	Tag	Liefernde Werkstatt	Arbeiter	Auftrag	Bestellende Abteilung	Material-Nr.	Stückzahl	Gewicht	Preis	Lohn-Nr.	Lohn-Nr.
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

Abb. 3. Materialkarte.

M	2	12	Tag	Liefernde Werkstatt	Arbeiter-Nr.	Fabr.-Nr. u. Index	Platten			Gewichte in Kilogramm			Lohn-Nr.	Lohn-Nr.
							Schleif-gerade	Endel	Güte	Brutto	Netto	Netto		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

Abb. 4. Platten-Statistik.

Spalte ist zweireihig und bedeutet den Tag. Null in der ersten, 1 in der zweiten Reihe also den ersten. Die Stellen 4 bis 9 der ersten Reihe dieser Spalte sind für Bemerkungen vorgesehen und dienen zur Bezeichnung der Karten nach Material, Löhnen, Akkorden, Gehältern, unproduktiven und produktiven Ausgaben. Die nächsten vier Reihen bezeichnen die liefernde Werkstatt mit Unterabteilungen, die folgenden vier die Nummer des ausführenden Arbeiters, die folgenden fünf die Auftragsnummer, die folgenden vier die bestellende Abteilung, dann folgt eine Reihe für Bemerkungen. Bis dahin deckt sich die Karte mit der Materialkarte (Abb. 3). Dann folgen bei der Lohnkarte vier Reihen für die Maschinenbezeichnung, vier Reihen für die Arbeitsbezeichnung.

vier Reihen für die Stückzahl, zwei Reihen für Akkordstunden, eine Reihe für $\frac{1}{10}$ Stunden, zwei Reihen für Lohnstunden, eine Reihe für $\frac{1}{10}$ Stunden, vier Reihen für Gesamtlohn in Mark und Pfennig, eine Reihe für Kontrolle.

Bei der Materialkarte sind die Spalten hinter Bemerkungen: Materialnummer, Stückzahl, Gewicht, Preis, Kontrolle.

Dieselbe Einteilung wie die Karten haben auch das Lohnbuch oder der Lohnzettel und der Materialzettel, bei denen nur noch außer den Zahlenbezeichnungen die Namen der Arbeiter, Arbeiten und Materialien verzeichnet sind.

Die Nummer des Materials wird zweckmäßig erst bei Ausgabe auf dem Magazin zugefügt, um das Nachschlagen in langen Registern zu vermeiden.

Wir kommen jetzt zur Bearbeitung der Lohnkarten.

Die Karten werden nach liefernden Werkstätten geordnet und jede Werkstatt für sich weiter bearbeitet. Um die Richtigkeit der Lohnberechnung nachzuprüfen, ordnet man nach der Arbeitsbezeichnung und addiert die Stückzahlen und den Gesamtlohn auf. Eine Division der beiden Schlußzahlen muß den Stücklohn ergeben. Kommt diese Zahl nicht ganz genau heraus, so werden Fehler in später allgemein zu beschreibender Weise gesucht, was überraschend schnell geht. Außerdem werden die Stückzahlen der verschiedenen Arbeiten miteinander verglichen. Die Zahlen müssen gleich sein, wenn dieselben Stücke durch verschiedene Hände gehen. Jetzt wird nach Auftragsnummern geordnet und die gefertigte Stückzahl und der dafür gezahlte Lohn festgestellt. Darauf wird nach dem Datum und nach Arbeiternummer geordnet und Lohnstunden, Akkordstunden und Gesamtlohn aufaddiert. Hierdurch ergibt sich der Verdienst des einzelnen Arbeiters, der zur Zahlung angewiesen wird.

Die Materialkarten werden nach Materialnummer geordnet und Anzahl, Gewicht und Preis aufaddiert. Durch Division der Anzahl in den Gesamtpreis muß sich der Stückpreis ergeben, wodurch die Richtigkeit der Rechnung nachgeprüft wird. Man kann aber auch auf die Angabe des Preises auf den Karten verzichten und erst die Schlußsumme mit dem Materialpreise multiplizieren. Man erspart sich hierdurch die Ausrechnung für jede einzelne Karte und viel Locharbeit. Die Liste der entnommenen Materialien dient zur Prüfung des Magazins. Material-Rücklieferung wird auf den Karten durch ein bestimmtes Loch kenntlich gemacht und dadurch auch die Material-Rücklieferung in die maschinelle Bearbeitung mit hereingezogen. Die Materialkarten werden dann nach Auftragsnummer geordnet und hier die Einzelmaterialien und die Gesamtmaterialien für den Auftrag aufaddiert.

Hierdurch ist die Nachkalkulation bis auf die Werkstattzuschläge beendet.

Zur Benutzung bei Feststellung der Werkstattzuschläge werden die Karten, die sich aus Ausführungen für den eigenen Betrieb beziehen, unter „bestellende Werkstatt“ mit der Nummer dieser Werkstatt versehen; hierzu gehören auch die Karten für allgemeine Löhne. Karten, die sich auf Ausführungen für den Verkauf beziehen, erhalten unter „bestellende Werkstatt“ entweder keine Bezeichnung, wenn für Lager, oder die Bezeichnung der Versandbureaus, wenn für Aufträge gearbeitet wird. Auch für Ausgaben für Licht, Kraft, Heizung, Meistergehälter und sonstige feste Ausgaben sind Materialkarten zu lochen.

Die Werkstattzuschläge können nun in folgender Weise festgesetzt werden. Man ordnet die Lohnkarte der Werkstatt nach produktiven und unproduktiven Löhnen und addiert die Gruppen auf. Zu den unproduktiven Löhnen addiert man die Summe der für die bestellende Werkstatt gelieferten Materialien und die Löhne der anderen Werkstätten mit ihren Zuschlägen und dividiert durch die Summe der produktiven Löhne.

Die Ordnung nach bestellender Werkstatt liefern die Kartenzusammenstellungen für alle Werkstätten zu gleicher Zeit, und werden für die einzelnen Werkstätten gleich Karten einsortiert, die ein Stehenbleiben der Addiermaschine bewirken, so kann man sowohl die Material- wie die Lohnsummen für alle Werkstätten in einem Durchgang der Karten durch die Tabelliermaschine aufstellen.

Man kann aber auch die Zuschläge für jede Maschine gesondert berechnen, was namentlich bei sehr großen und selten gebrauchten Maschinen in Frage kommt. Hierzu ist nur notwendig, daß die Karten für die Reparaturen und Reparatur- und Schmiermaterial-Lieferungen für die einzelnen Maschinen als Auftragsnummer die Nummer der Maschinen, mit einem besonderen Unterhaltungs- und Reparaturvermerk versehen, erhalten. Als Reparaturvermerk eignet sich die Lochung eines X oder R.

Zur Feststellung der Leistung der Maschinen werden von den Karten, die die Maschinenummer tragen, alle abgesondert, die durch ihre Auftragsnummer Reparaturen an den Maschinen angeben; die verbleibenden Karten werden nach Maschinenummern, dann für jede Maschine einzeln nach der Arbeitsbezeichnung geordnet und schließlich werden auf der Tabelliermaschine für jede Arbeitsbezeichnung Stückzahl, Akkord- und Lohnstunden gleichzeitig addiert, wodurch die für den bearbeitenden Zeitabschnitt, Monat oder Jahr, geleistete Arbeit in wenigen Schlußzahlen genau festgestellt ist.

Dann werden die Auftragsnummern für Instandsetzung und Unterhaltung von Maschinen nach Material und Löhnen zusammengestellt, wodurch die auf die Maschine entfallenden Unkosten erhalten werden.

Zu diesen Unkosten gehören noch Platzmiete, allgemeine Aufsicht, Kraft, Licht, Verzinsung und Abschreibungen. Man gewinnt auf diese Weise für jede Maschine eine bestimmte Unkostensumme, die in der vergangenen Betriebsperiode auf die Maschine entfallen ist. Diese Summe, dividiert durch die Arbeitsstunden der Maschine, ergibt einen Maschinenstundenlohn, der der Maschine für ihre Arbeit zu berechnen ist, damit sie ihre Unterhaltung selbst verdient. Arbeitet die Maschine in der nächsten Betriebsperiode mehr, so kann man ihren Lohn herabsetzen; arbeitet sie weniger, so deckt sie mit dem Stundenlohn ihre Unkosten nicht, und man muß diesen Lohn erhöhen.

Man kommt bei dieser unzweifelhaft gerechtesten Verteilung der Betriebsunkosten zu dem Ergebnis, daß man Maschinen gleicher Gattung nicht, wie es jetzt häufig geschieht, gleichmäßig zu den Unkosten heranzieht, sondern man wird finden, daß die gleiche Maschine je nach der Abteilung, in der sie steht, ganz verschieden lange benutzt wird und demnach auch ganz verschiedener Stundenlohn für sie berechnet werden muß. Selbstverständlich wird man den Stundenlohn der Maschinen abrunden und zur Vereinfachung der Rechnung möglichst viele Maschinen einer Werkstatt zusammenfassen.

Das Aufsuchen von Fehlern in den Kartenangaben.

Die Maschinen arbeiten mit einer außerordentlichen Schnelligkeit und Sicherheit. Die Sortiermaschine ordnet in der Stunde etwa 12 000 bis 15 000 Karten nach einer Zahlenreihe; die Addiermaschine addiert 10 000 Karten auf; dabei hat sie normal drei bis fünf Zählwerke, von denen jedes Zählwerk für siebenstellige Zahlen vorgesehen ist. Die Maschine mit fünf Zählwerken kann also in der Stunde 50 000 siebenstellige Zahlen aufaddieren. Es macht deshalb keine Mühe, eine Gruppe von Additionen verschieden zu teilen und zu wiederholen. Hat man z. B., um in runden Zahlen zu rechnen, bei 10 000 Stück einen Gesamtlohn von 1000,10 M, und ist der Akkordpreis für ein Stück 10 Pf., so muß in irgend einer Karte ein Fehler sein, da die Division $1000,10 : 10\,000$ nicht 10, sondern 10,001 Pf. ergibt.

Die etwa 200 bis 300 Karten werden nach dem Augenmaß in etwa zwei bis drei Teile geteilt und nun die Teile für sich addiert und die Schlußsumme dividiert, wodurch der Fehler auf einen Teil von etwa 70 bis 100 Karten eingeschränkt ist. Dieser wird nun wieder in zwei bis drei Teile zerlegt, wodurch der Fehler auf 20 bis 30 Karten eingeschränkt wird; eine weitere Teilung ergibt eine Einschränkung auf etwa 10 Karten und die folgende auf 3 bis 5, die dann einzeln durchgesehen werden. Auf diese Weise ist der Fehler bei Benutzung einer Rechenmaschine in 10 Minuten längstens gefunden. Von dieser Zeit nimmt die Addition noch keine 3 Minuten in Anspruch. Noch schneller geht das Aufsuchen eines Fehlers, wenn dabei keine Division, sondern Addition notwendig ist, z. B. wenn Gewichtbestimmungen nach Gesamtgewicht, Verpackung und Reingewicht geprüft werden sollen. Hier muß die Summe von Verpackung und Reingewicht das Gesamtgewicht ausmachen. Die Akkumulatorenfabrik benutzt dies z. B. zur Prüfung der Plattengewichte und der Akkordberechnungen der Gießereiarbeiter, indem neben anderen Angaben, die hier nicht in Betracht kommen, die Arbeiternummer, das Gewicht des mit Platten beladenen Wagens, das Gewicht des leeren Wagens, die Stückzahl und das Gewicht der Platten vom Vorarbeiter in ein Buch eingetragen werden, nach welchen Aufzeichnungen ein Laufjunge Karten locht. Hierauf prüft ein Beamter die Karten auf ihre Richtigkeit auf der Addiermaschine und vergleicht nur in sich nicht stimmende Karten mit dem Buch. Für die weitere Verrechnung werden die Karten und nicht das Buch benutzt.

In ähnlicher Weise benutzen die Berliner Elektrizitätswerke die Maschinen zur Prüfung ihrer Kundenrechnungen. Die Rechnungen werden nach Tarifen, Zählerablesungen, berechneten Kilowatt und Preisen abgelocht, die Karten dann nach Tarifen geordnet und nun die Zählerablesungen, Kilowatt und Preise aufaddiert. Bei der Schlußsumme muß der Unterschied der alten und neuen Zählerablesungen mit den berechneten Kilowatt übereinstimmen, und der Quotient aus Preis und Kilowatt muß den Tarif ergeben.

Wenn man sich vergegenwärtigt, daß die BEW monatlich rd. 70 000 Rechnungen ausschreiben müssen, also auch ebensoviel Multiplikationen von Kilowattstunden und Einheitspreisen auszuführen haben, wird auch bei einem geringen Prozentsatz der Schaden falscher Multiplikationen für die Gesell-

schaft beträchtlich hoch sein. Jetzt werden durch die Ordnung nach Einheitspreisen die Multiplikationen summarisch in bezug auf ihre Richtigkeit nachgeprüft, und die Maschinen machen sich dadurch bezahlt, daß Rechenfehler, die auch zu Ungunsten des Stromlieferers ausfallen können, nicht mehr durchgehen.

Die Akkumulatorenfabrik liefert Batterien an viele elektrische Droschken-Unternehmungen, z. B. in Berlin, Hamburg, Frankfurt a. M., München, Amsterdam usw., und übernimmt die Unterhaltung dieser Batterien für einen Preis, der sich aus den gefahrenen Kilometern berechnet. Außerdem wird eine Statistik über die Unterhaltungskosten der einzelnen Batterien geführt, und zwar für die positiven und negativen Platten getrennt. Als Leistungsanzeiger dient der Kilometerzeiger der Wagen. Nun bleiben aber die Batterien nicht in denselben Wagen, sondern werden, wenn entladen, gegen andere, die gerade geladen sind, ausgetauscht. Zur Nachprüfung dient eine Karte, die Bezeichnungen für die Ladestation, das Datum, Bemerkungen über Instandsetzungen an Wagen, Kilometeranzeiger und Batterien, Batterienummer, Wagennummer, Kilometerstand bei Ablieferung und Zurücklieferung der Batterien und gefahrene Kilometer enthält. Die Prüfung geht nun wie folgt vor sich: Zuerst werden die Karten nach Datum, dann nach Wagennummern geordnet, hierauf der Kilometerstand und die gefahrenen Kilometer addiert und aus den Summen geschlossen, ob die Karten keine Rechenfehler enthalten und ob keine Karten fehlen. Es ist dies möglich, weil der Kilometerstand bei Zurücklieferung einer entladenen Batterie mit dem für Ablieferung der folgenden geladenen übereinstimmt.

Wir haben folgende Rechnung:

<u>Ablieferung</u>	<u>Zurücklieferung</u>	<u>gefahrene Kilometer</u>
a	b	b-a
b	c	c-b
c	d	d-c
d	e	e-d
Summe Zurücklieferung weniger Ablieferung = gefahrene Kilometer (b bis e) - (a bis d) = e-a;		
fehlt eine Karte, z. B. die dritte, so stimmt die Rechnung: (b bis e) - (a bis d) = gefahrene Kilometer,		

wenn Fehler in den einzelnen Karten nicht gemacht sind, dagegen sind die gefahrenen Kilometer nicht = (e - a), sondern = (e - a) - (d - c), also kleiner als der Unterschied der ersten und letzten Ablesung des Kilometeranzeigers. Es macht dabei für die Rechnung nichts aus, daß der Kilometeranzeiger nach 999 km wieder auf null springt, wenn das Anzeigebereich des Kilometeranzeigers nur größer ist als das der größten Einzelfahrt.

Sind die Karten nun richtig befunden, oder die falschen Karten ausgesucht und richtig gestellt, so wird nach Batterienummern geordnet und nun die Spalte „gefahrene Kilometer“ addiert. Die so erhaltenen Summen für die einzelnen Batterien werden für die weiteren Berechnungen genommen, die uns hier nicht interessieren.

Arbeitsweise und Konstruktion der Hollerith-Maschinen.

Das Lochgerät (s. Abbildung 5) ähnelt einer Schreibmaschine. Es enthält zwölf Tasten mit der Bezeichnung der zu lochenden Stellen, die zwölf in einer Reihe liegende Lochstempel betätigen; ferner einen Schlitten, auf den die Karte gelegt und der dann bis zum Anschlag in die Maschine geschoben wird. Es befindet sich dann die erste zu lochende Reihe unter den Stempeln. Drückt man jetzt eine Taste nieder, so wird in die Karte an der betreffenden Stelle ein Loch gestanzt, und die Karte springt beim Zurückgehen der Taste eine Stelle vor, so daß beim nächsten Druck auf eine Taste das entsprechende Loch in die folgende Reihe kommt, und so fort, bis das letzte Loch in die Reihe 45 gestanzt ist, worauf man die Karte auswechselt. Will man die Karte nicht bis zu Ende lochen, so drückt man auf eine etwas abseits liegende Taste, worauf der Schlitten bis in seine Endstellung springt. Jetzt kann die Karte ausgewechselt werden und die Arbeit beginnt wieder mit Einstellen der neuen Karte. Als Hilfsmittel zur Beurteilung der richtigen Lochung der Karte kann noch der verschiedene Klang bei der Lochung der letzten Stelle dienen, da hier der Transport des Schlittens und das damit verbundene Geräusch wegfällt.

Die Sortiermaschine (siehe Abbildungen 6, 7 und 8) wird oben mit etwa 200 bis 300 Karten besetzt, die genau durch drei Anschläge an der Maschine ausgerichtet sein müssen, sonst sind sie nicht an den für sie bestimmten Platz zu bringen. Die Karten werden durch eine Platte, welche durch an Schnüren hängende Gewichte unter einem bestimmten Druck vorwärtsgezogen wird, gegen einen Greifer gedrückt. Durch den Druck auf einen Knopf wird der Motor in Betrieb gesetzt, der den Greifer auf- und abwärts bewegt. Bei der Abwärtsbewegung nimmt dieser Greifer die oberste Karte mit und schiebt sie rotierenden Walzen zu, die sie an einer Kontaktbürste vorbeiführen, welche auf eine beliebige Reihe der Karte eingestellt werden kann. Befindet sich die Karte zwischen Walze und Bürste, so wird ein elektrischer Stromkreis geschlossen, in dem sich ein Elektromagnet befindet, dessen Anker zwölf Verriegelungen für die Bewegungen von zwölf Führschiene steuert. Diese Verriegelungen werden durch Federn senkrecht zur Verriegelungsrichtung zurückgezogen und durch eine Walze, welche sich durch Zahn- und Kegelradübertragungen synchron mit dem Greifer bewegt, in den Bereich des Ankers gedrückt. Jeder Zahlenstellung der Karte entspricht auf der Walze eine Nute, welche eine Verriegelung nach der anderen ein kleines Stückchen zurückspringen läßt, wodurch sie den Eingriff in den Anker des Elektromagneten verliert. Trifft die Bürste bei einer bestimmten Kartenstellung auf ein Kartenloch, so erhält der Elektromagnet Strom, sein Anker rückt die noch in seinem Wirkungsbereich befindlichen Verriegelungen ein, ein mechanisch schwingender Hebel zieht die entsprechenden Führschiene zurück und schafft dadurch eine Oeffnung, welche sich erst nach Aufnahme der Karte wieder schließt. Hat in der betreffenden Reihe die Karte kein Loch, so gleitet sie über die Führschiene in das oberste Fach, das der Bezeichnung R auf der Karte entspricht; darunter folgen die Fächer X 0 bis 9, die mit den entsprechenden Führschiene durch Stahlblechbänder in Verbindung stehen.

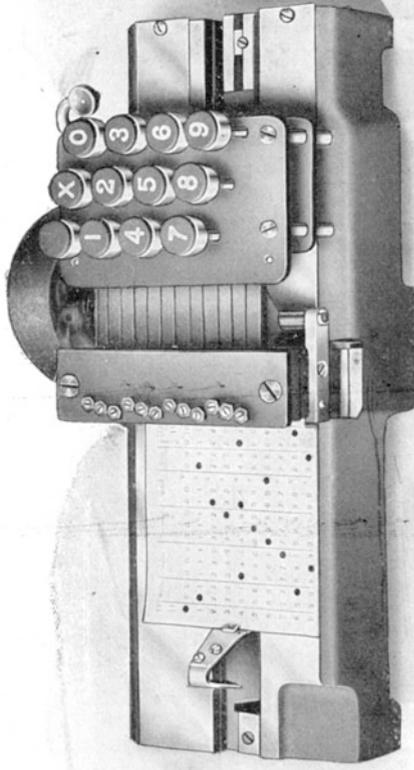


Abb. 5. Tasterlochgerät.

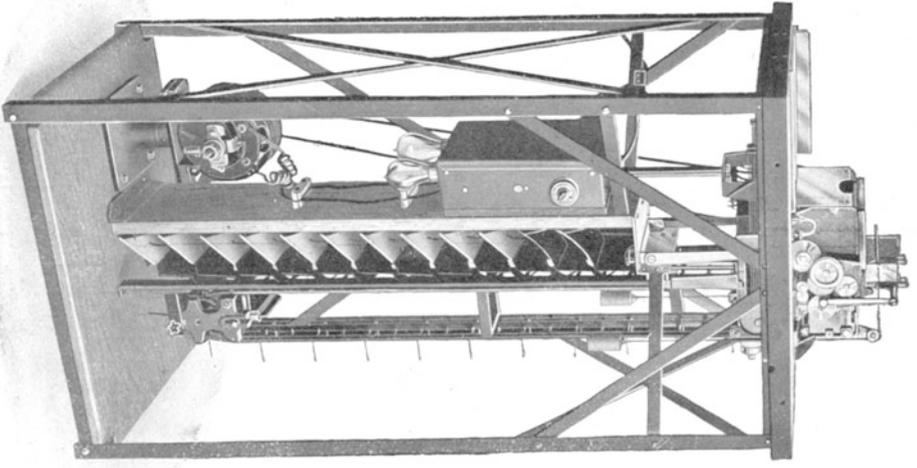


Abb. 6. Sortiermaschine.

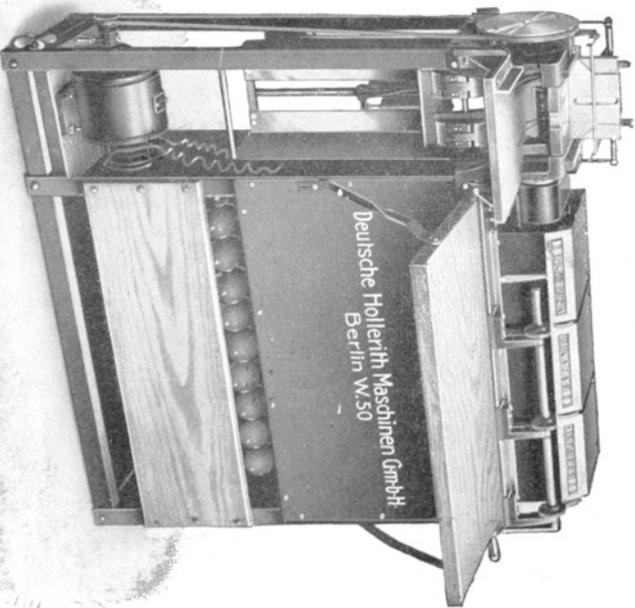


Abb. 9. Tabelliermaschine.

Zwischen den Stahlblechbändern werden die Karten durch ein Paternosterwerk weitergeschoben, bis sie in das für sie bestimmte Seitenfach fallen. Ist keine Karte mehr vor der Bürste, so bleibt die Maschine von selbst stehen, da ein Kontakt, der vom Druck der durchlaufenden Karte geschlossen wurde, den Motorstromkreis unterbricht. Ist eine Karte so beschädigt, daß der Greifer sie nicht durch den unter der ersten Karte befindlichen schmalen Spalt schieben kann, so schaltet der oben erwähnte Kontakt den Motor aus, und die Maschine bleibt stehen, wodurch Beschädigungen anderer Karten vermieden werden.

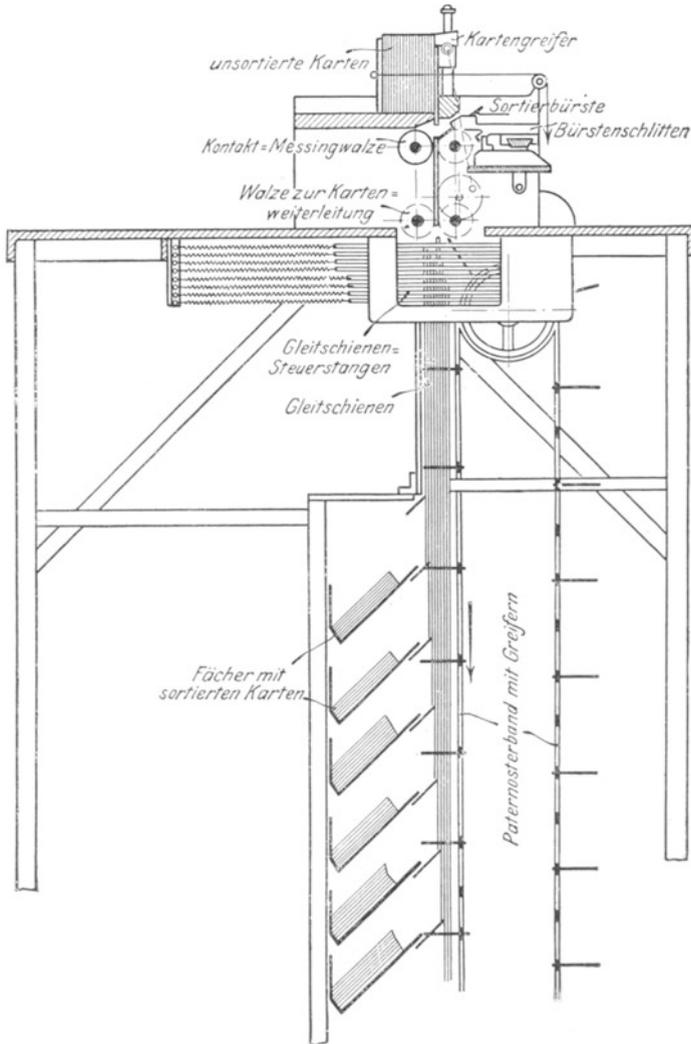


Abb. 7. Schematischer Schnitt durch die Sortiermaschine.

Die Ordnung geschieht mit einer Geschwindigkeit von rd. 12 000 bis 15 000 Karten in der Stunde, und zwar nur nach einer Zahlenreihe, da nur eine Bürste und zwölf Fächer für eine Reihe vorhanden sind. Um nach mehreren Reihen zu ordnen, werden die nach Einern geordneten Karten wieder auf die Maschine gesetzt und die Bürste eine Stelle weiter geschoben. Auf diese Weise werden also rd. 12 000 Karten nach einstelligen Zahlen, 6000 nach zweistelligen, 4000 nach dreistelligen und 3000 nach vierstelligen Zahlen in der Stunde geordnet.

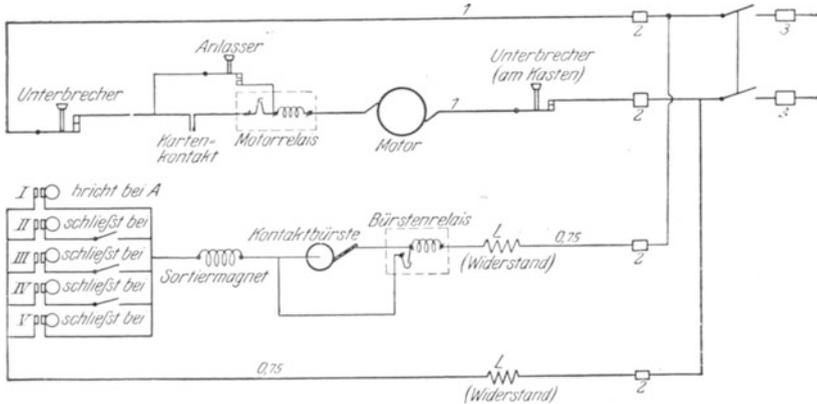
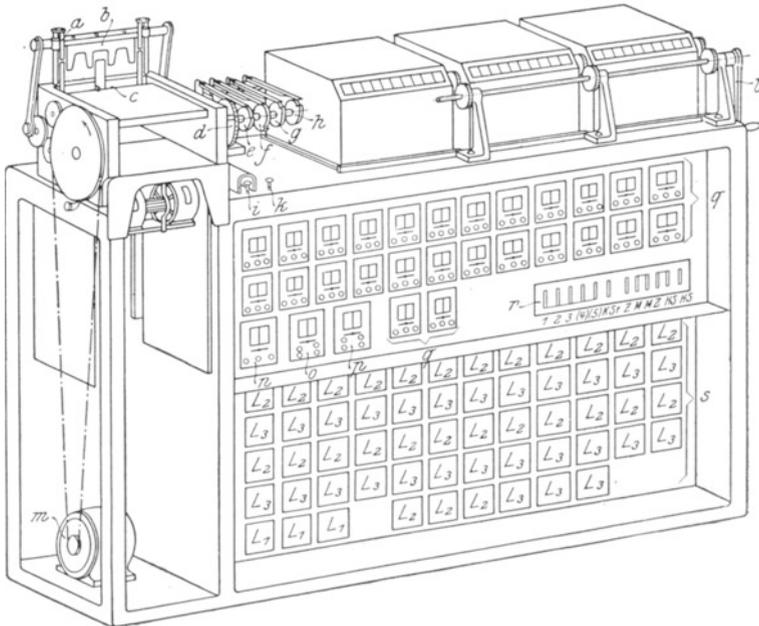


Abb. 8. Schaltungsschema der Sortiermaschine.

Da die Führschiene so lange aufgehalten werden, bis die Karte nach dem Stromschluß zwischen die Schienen gelangt ist, so kann man in jeder Reihe nur einmal Kontakt machen. Will man in einer Reihe nach mehreren Löchern ordnen können, so bringt man an der Maschine noch Unterbrecher an, die den Stromkreis der Bürste erst bei einer beliebig einzustellenden Stelle der Karte schließen. Gewöhnlich sind vier solcher Unterbrecher vorhanden, die den Stromschluß bei 9, 6, 3 und X gestatten. Man kann also bei der Sortierung die Stellen zwischen 9 und 7, 9 und 4, 9 und 0 ausschalten, so daß erst oberhalb dieser Stellen das Ordnen beginnt, und kann infolgedessen in den Zahlenreihen R und X, 0 bis 3, 4 bis 6, 7 bis 9 je ein Loch zum Ordnen benutzen, und zwar jedesmal das erste, welches Strom enthält. Die Schaltung der Maschine ergibt sich aus folgendem Schema:

Der obere Stromkreis ist für den Motor bestimmt; er enthält Sicherungen, Unterbrecher, Anlasser und einen Kartenkontakt, der ein Relais betätigt und es so lange geschlossen hält, wie sich eine Karte vor der Bürste befindet. Der untere Stromkreis dient für die Ordner Vorrichtung; er enthält Vorschaltwiderstände, welche aus Glühlampen bestehen, Unterbrecher Nr. I bis V, von denen I nach Durchgang einer Karte den Strom unterbricht, II bis V den Strom bei 9, 6, 3, X wieder schließen, den Ordnermagneten, der die Führschiene steuert, die Kontaktbürste und das Bürstenrelais, welches den durch die Bürste erzeugten Stromschluß so lange aufrecht erhält, bis er bei I unterbrochen wird.

Die Tabelliermaschine (siehe Abbildungen 9, 11 bis 13), so genannt, weil sie zu Aufstellungen benutzt wird, ist eine Addiermaschine, welche mit drei bis fünf Zählwerken ausgerüstet ist. Jedes Zählwerk kann siebenstellige Zahlen addieren, und die Summe kann neunstellige Zahlen enthalten. Der größte Summand ist also 9 999 999, die größte Summe 999 999 999. Da die Maschine in der Stunde 10 000 Karten bearbeiten kann, können also bei drei Zählwerken 30 000, bei fünf Zählwerken 50 000 siebenstellige Zahlen addiert werden. Die Einrichtung der Kartenaufgabe und des Kartentransportes ist die gleiche wie bei der Ordnermaschine, nur ist statt des Paternosterwerkes eine Ablegewalze angebracht, die die bearbeitenden Karten in derselben Reihenfolge, in der sie aufgegeben sind, auf einen sich allmählich senkenden Tisch ablegt. Rechts von der Aufgabestelle befinden sich die Zählwerke, die durch eine Kurbeldrehung gleichzeitig auf Null gestellt werden; doch kann für jedes beliebige Zählwerk eine ausschaltbare Kupp-



Zeichenerklärung.

- | | |
|---|---|
| a Karten-Gleichrichter | l Auslöschkurbel |
| b Karten-Greifmesser mit Lehre Nr. 5 eingestellt | m Antrieb-Motor |
| c Halsöffnung 2,54 bis 2,03 mm mit Lehre Nr. 8 und Nr. 10 eingestellt | n Motorrelais |
| d Teilungsrad | o Motorkontrollrelais |
| e I. Nockenrad $\frac{6}{14}$ (Motorstromkreis) | p Kartenkontrollrelais |
| f II. " $\frac{8}{14}$ (Kartenstromkreis öffnend) | q Zählerrelais |
| g III. " $\frac{8}{14}$ (" schließend) | r Sicherungen |
| h VI. " $\frac{6}{14}$ oder $\frac{12}{14}$ | s Widerstand-Lampen |
| i Anlaß-Kontakt | L ₁ Lampen im Kartenkontrollstromkreis |
| k Stopp-Kontakt | L ₂ " " Bürstenstromkreis |
| | L ₃ " " Nebenstromkreis |

Abb. 10. Schematische Zeichnung der Tabelliermaschine.

lung angebracht werden, so daß die Nullstellung ausgerückt werden kann. Da man die Maschine so schalten kann, daß dieselben Zahlen auf zwei Zählwerken zugleich addiert werden können, so kann man außer den Einzelposten auch die Schlußsumme zugleich anzeigen lassen.

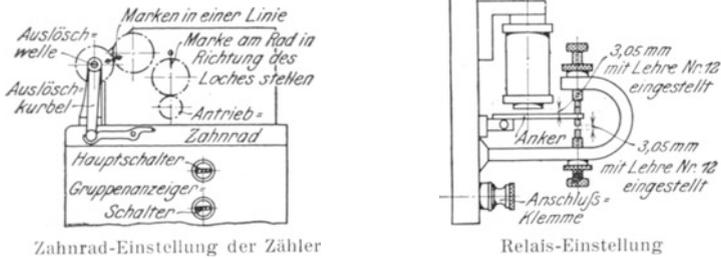


Abb. 11 und 12. Schema der Tabelliermaschine.

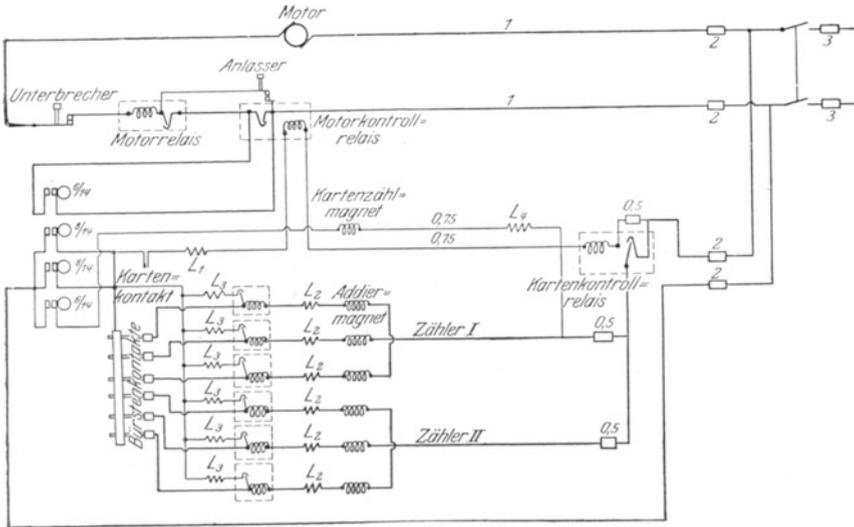


Abb. 13. Schaltungsschema der Tabelliermaschine.

Außerdem kann an einem Zählwerk ein Relais angebracht werden, das nach dem Durchgang einer Karte das Zählwerk ausschaltet. Diese Einrichtung hat den Zweck, auf einem Zählwerk die Gruppennummer des Gegenstandes oder der Arbeit anzugeben, die auf den anderen Zählwerken bearbeitet wird. Dieses Zählwerk wird dadurch zum Gruppenanzeiger, wodurch Aufstellungen wesentlich erleichtert werden. Auf der Sortiermaschine kann man nämlich Karten einordnen, die an einer bestimmten Stelle einen Ausschnitt haben, der bewirkt, daß die Tabelliermaschine aussetzt, wenn eine solche Karte vor die Kontaktstelle kommt. Wird dann auf den Anlaßknopf gedrückt, so läuft die Maschine wieder weiter. Wird vorher das Zählwerk auf null gestellt, so tritt der Gruppenanzeiger von neuem in Tätigkeit.

Durch Ausschaltung des Gruppenrelais kann dasselbe Zählwerk auch zum Addieren benutzt werden.

Die Wirkungsweise der Maschine ist folgende:

Die von dem Greifer in die Maschine geschobene Karte wird vor so viel nebeneinanderliegenden Zählerbürsten hergezogen, wie zu addierende Reihen auf der Karte stehen. In unserem Falle sind dies 37. Außerdem ist ein Relais, das Karten-Kontrollrelais vorhanden, das die Bürstenstromkreise nur dann einschaltet, wenn sich eine Karte in der Maschine befindet.

Mit dem Ausschalten des Zählerstromes wird durch ein anderes Relais der von diesem sonst vollständig unabhängige Motorstrom unterbrochen, so daß die Maschine stehen bleibt.

Trifft eine der Zählerbürsten auf ein Loch in der Karte, so wird ein Zählerrelais erregt, das einen Strom einschaltet, welcher einen Addiermagneten erregt. Dieser Strom wird mechanisch und elektrisch unterbrochen, wenn die Stelle der Karte, welche der Null entspricht, an der Bürstenreihe vorbeigeht.

Auf einer mit der Kartenbewegung synchron laufenden Achse sind so viel elektromagnetisch einzuschaltende Kupplungen angebracht, wie Kontaktbürsten für die Addition vorhanden sind. Diese greifen, wenn ein Strom durch den Addiermagneten geht, in die Zahlenrädchen ein und werden bei einer bestimmten Stelle, die der Null entspricht, wieder ausgeschaltet. Das Zahlenrädchen wird also entsprechend der Entfernung zwischen Loch auf der Karte und Nullstellung gedreht.

Durch die elektrische Uebertragung wird bewirkt, daß sämtliche Relais weit entfernt von der Betätigungsstelle angebracht werden können, wodurch man bezüglich der Größe der Relais durch irgendwelche Konstruktionsteile nicht beschränkt ist; ferner, daß man durch einen Generalumschalter die Kontaktbürsten und die Zähler beliebig verbinden kann, was den Vorteil mit sich bringt, daß man nicht nur die Zählwerke beliebig schalten, sondern auch mehrere kleine Zahlenreihen auf verschiedenen Teilen eines Zählwerkes unabhängig voneinander addieren und schließlich auch die Zählwerke parallel schalten kann, so daß dieselbe Zahlenreihe von zwei Zählwerken gleichzeitig addiert werden kann. Außerdem kann jeder Stromkreis durch in bestimmter Reihenfolge nebeneinanderliegende Bleisicherungen vor Ueberlastung und Zerstörung geschützt werden, wodurch bei dem Durchschmelzen einer Sicherung sofort der Stromkreis, in dem die Störung vorgekommen ist, erkannt wird. Das Schaltungsschema der Maschine zeigt, wie verhältnismäßig einfach und übersichtlich die ganze Konstruktion ist.

Der obere Stromkreis betätigt den Motor in derselben Weise wie bei der Sortiermaschine; nur ist das Motorrelais in zwei Relais aufgelöst, dessen eines, das eigentliche Motorrelais, den Strom einschaltet, wenn am Anlasser vorübergehend Kontakt hergestellt wird, während das zweite den Motorstromkreis zugleich mit dem Zählerstromkreis unterbricht, wenn der Kartenkontakt geöffnet wird. Beim Uebergang von einer Karte zur anderen überbrückt der durch Nockenrad I hergestellte Kontakt die Unterbrechungsstelle des Motor-Kontrollrelais, so daß dann der Motor nicht ausgeschaltet wird. Der untere Stromkreis betätigt die Zählwerke durch eine gemeinsame Stromzuleitung und

eine besondere Rückleitung für jeden einzelnen Zähler. Die Zuleitung wird bei der der Null entsprechenden Stelle unterbrochen durch Nockenrad II und bei der der 9 entsprechenden Stelle wieder geschlossen durch Nockenrad III. Die vereinigten Rückleitungen werden durch das Karten-Kontrollrelais unterbrochen, wenn sich keine Karte oder eine Stoppkarte vor den Bürsten befindet.

Die Zählerrelais schalten die Addierungsmagneten ein, wenn die Bürstenkontakte dadurch geschlossen werden, daß die Bürsten auf Löcher in den Karten stoßen. Der Strom wird solange aufrecht erhalten, bis durch Nockenrad III das Karten-Kontrollrelais bei der Stellung Null ausgeschaltet wird.

Es würde zu weit führen, noch weiter auf Einzelheiten der Maschinen einzugehen, doch ergibt sich aus dem Gesagten schon, in welcher geistreicheren Weise der außerordentlich schwierige Vorgang der Kalkulation und Statistik der maschinellen Bearbeitung erschlossen ist durch Auflösung in zwei voneinander völlig unabhängige Teilvorgänge, nämlich das Kartenlochen und das Addieren, die dann durch maschinelles Ordnen verbunden werden. Hierdurch erhält man die Ergebnisse nicht nur erheblich schneller, sondern auch erheblich sicherer als sie Menschen zu liefern vermögen; denn die Maschine irrt sich nicht und wird nicht arbeitsüberdrüssig, wenn von ihr immer wieder dieselben Arbeiten verlangt werden, vorausgesetzt, daß ihr zweckentsprechende Behandlung und Pflege zuteil wird; und auch hierin sind die Hollerith-Maschinen, wie ich aus längerer Erfahrung weiß, sehr anspruchslos.