

Die Aufbereitung kleiner und grosser Erhebungen

Von Dr. A. Schwarz, Bern

Inhalt:

	Seite		Seite
Vorfragen und Vorarbeiten	356	II. Die Aufarbeitung nach dem Teilungsprinzip	364
Fälle oder Beträge?	357	1. Zerschneiden der Listen	365
I. Die Aufarbeitung nach dem Häufungsprinzip	358	2. Das Zählkartensystem	365
1. Das Listensystem	358	3. Das Zählblättchensystem	365
2. Das Kontensystem für Einzelfälle	359	4. Das Lochkartensystem	366
3. Das Kontensystem für Beträge	360	III. Hilfsmaschinen und -apparate	370
4. Das Speicherwerkssystem	364		

Die Technik der Statistik im eigentlichen Sinne des Wortes ist trotz aller Maschinenverwendung nicht über das Stadium eines ehrsamten Handwerks — aber ohne Tradition und ohne Lehrlingsausbildung — hinausgelangt. Wenn sich auch in der Literatur gelegentlich einige Hinweise, meist nur auf mechanische Auszählungsverfahren, finden, so stehen sie doch in groteskem Gegensatz zu der hochentwickelten Stufe, die das Lochkartenverfahren in der Privatwirtschaft erreicht hat ¹⁾. Über die Aufbereitungstechnik tauschen die statistischen Ämter ihre Erfahrungen nicht aus ²⁾. Die psychotechnischen Institute könnten sehr wohl über die verschiedenen Verfahrungsweisen genaue Beobachtungen anstellen, aber sie haben es bisher nicht getan.

Ganz schlimm steht es um die zunehmende Zahl der Studenten und der statistisch interessierten Laien, die eine kleinere Erhebung durchführen wollen und nicht wissen, wie sie das anstellen sollen. Grosse Einsparungen an Zeit und Geld wären dabei zweifellos möglich, sogar bei umfangreicheren Erhebungen. Dort ist zwar meist die Organisation besser durchdacht, da jedoch jede grössere Erhebung ein Novum zu sein pflegt und neue Probleme stellt, werden sich Fehler nicht vermeiden lassen, die aber durch die Massenhaftigkeit

¹⁾ Man kann sich darüber ein Bild machen, wenn man die «Hollerith-Nachrichten» durchblättert.

²⁾ Im folgenden sind die Erfahrungen niedergelegt, die der Verfasser bei der Organisation der von ihm durchgeführten eidgenössischen Volks-, Berufs-, Betriebs- und Fabrikzählung 1920 und 1929 sowie kleinerer Zählungen mit Hollerith- und Powersmaschinen und Verfahren ohne Maschinen gewonnen hat.

der Arbeitsprozesse grösseren Umfang annehmen. So gut organisiert meist die Art der Erfragung, der Einsammlung der Fragebogen, die Aufarbeitung nach der sachlichen Seite hin durchgebildet ist, so wenig ist die eigentliche Arbeitstechnik abgeklärt.

Wo maschinell gearbeitet wird, seien Fehler oder Unterlassungen der Aufbereitung, wird man gewiss einwenden, nicht so gefährlich. Sie lassen sich in der Tat durch eine neuerliche Auszählung des bereits gelochten Kartenmaterials rasch korrigieren. Nur darf man nicht denken, weil die statistischen Maschinen sehr wenig Zeit brauchen, um ganze Kartenstösse zu sortieren, sie brauchten dazu gar keine Zeit. Um die schweizerische Bevölkerung nur nach dem Geschlecht durchzuzählen, verlangt die modernste Maschine doch zwei Monate achtstündige Arbeitszeit.

Es ist merkwürdig, dass in den statistischen Lehrbüchern nicht einmal die Vorfrage erörtert wird: ob man das statistische Urmaterial aufhäufen oder aufteilen soll. Je nachdem das eine oder andere dieser beiden Ziele, das Gelingen zu einer Summe oder zu wechselnden Gliederungen, angestrebt wird, sind ganz verschiedene Methoden anzuwenden; und unter den primitiven und raffinierten, billigen und kostspieligen Verfahren eignen sich keineswegs alle für jede Art der Erhebung, so dass mit den arbeitssparenden modernsten Maschinen bisweilen grosse Arbeitsverschwendung getrieben werden kann. Deswegen darf man sie aber nicht an sich als unrentabel ansehen, nicht einmal unter dem sogenannten sozialen Gesichtspunkt: dass nicht sie, sondern eine primitive statistische Technik gerade deswegen angewendet werden soll, weil sie mehr Arbeit erfordert, um in Zeiten der Arbeitslosigkeit mehr Leute zu beschäftigen. Von den staatlichen Forstverwaltungen verlangt man doch auch nicht, dass sie aus diesem Grunde Äxte aus Feuerstein und Sägen aus Renntierknochen einführen.

Vorfragen und Vorarbeiten. Die statistische Aufarbeitung beginnt naturgemäss mit dem Ordnen und Prüfen der einlangenden Fragebogen. Sie sollte aber schon früher beginnen: beim Austeilen oder Aussenden des statistischen Materials. Werden die leeren Fragebogen nämlich vor der Versendung fortlaufend numeriert, so können die einlangenden Antwortbogen sehr rasch nach der Nummer geordnet werden, wobei sich die noch ausstehenden sofort feststellen lassen, besonders leicht, wenn die Numerierung korrespondierend mit einer alphabetischen oder geographisch oder sachlich geordneten Adressenliste erfolgt war.

Bei ganz grossen Zählungen sind andere Methoden zur Sicherung der Vollständigkeit des Materials entwickelt worden, deren Erörterung hier zu weit ginge. Sie sind ungemein verschieden und gehen bis zum strikten Verbot des Verlassens der Wohnungen bei der letzten Volkszählung in der Türkei.

Vollständig eingelangtes Material darf man noch nicht als vollständig ansehen. Einzelne Fragen können nicht oder unrichtig beantwortet sein. Rückfragen, Ergänzungen sind oft unerlässlich. Sie geschehen am leichtesten anhand der oben erwähnten Nummern auch dann, wenn die lückenhaften Fragebogen

ohne Unterschrift oder deutliche Kennzeichnung geblieben sind. Wo Rückfragen nicht möglich sind, müssen die mangelhaften Fragebogen beiseite gelassen werden. Das Material ist meist zu brauchen, auch wenn nicht absolute Vollständigkeit erreicht wird. Besondere methodische Schwierigkeiten entstehen dann, wenn zwar für die einzelnen Fragen jeweilen genügend Antworten vorliegen, jedoch die Gesamtzahl der vollständig ausgefüllten Bogen zu klein ist, als dass etwas mit ihnen anzufangen wäre. In einem solchen Fall wird man wechselnde Grundzahlen zur Berechnung der Verhältniszahlen verwenden müssen. — Ob alle Fragen wirklich beantwortet sind, merkt man leider häufig erst bei der Verarbeitung. Trotzdem ist das vorherige Prüfen der Bogen auf ihre Vollständigkeit notwendig.

Viel Zeit beim Ordnen und Klassifizieren erspart man sich selbst bei kleineren Erhebungen durch Schlüsseln der Angaben — durch Versehen der Merkmale oder Grössenklassen (etwa Altersklassen oder Ortsklassen) mit einer Nummer. Z. B. wird bei einer Volkszählung der Zivilstand mit 0 für ledig, mit 1 für verheiratet, mit 2 für verwitwet und mit 4 für geschieden auf der Fragekarte notiert. Die Verwendung der Dezimalklassifikation ist oft zu empfehlen; bei sehr häufig vorkommenden Merkmalen, wie z. B. in der Berufsklassifikation bei «Landwirt», wähle man ein möglichst einfaches Signum, etwa ein Kreuz ¹⁾. Gilt es das Gesamtmaterial in einer bestimmten Reihenfolge später abzuliefern oder die ursprüngliche Reihenfolge der Fragebogen wieder herzustellen, so empfiehlt sich das fortlaufende Durchnummerieren der Einzelbogen mit einem Numerateur — ohne dass jetzt natürlich die ursprüngliche Numerierung der Bogen wegen der Ausscheidung der unvollständigen noch zu benützen wäre.

Höchst wichtig ist die Aufstellung eines genauen Aufarbeitungsplanes von vorneherein möglichst einschliesslich des Entwerfens der Drucktabellen, wie denn überhaupt die Aufarbeitungstabellen am besten so eingerichtet werden, dass sie direkt als Manuskript für den Druck dienen können. Damit erspart man nicht nur die erhebliche Zusammenzugs- und Abschreibearbeit, sondern vermeidet auch eine sehr bedeutende Fehlerquelle. Zweckmässig ist eine Probeauszählung und tabellarische Verarbeitung von nur ganz wenigen Bogen, um sich ein Bild über Zeitbedarf und Anlage der Arbeit zu machen. Bei einer maschinellen Bearbeitung ist ein Plan der Aufteilungen, die man wünscht, nach Art eines genealogischen Stammbaums auf einem grossen Bogen, wobei die Zusammenzüge auch wieder dargestellt werden müssen, ungemein praktisch.

Fälle oder Beträge. Die Verwendung von Maschinen ist in starkem Mass abhängig von der Frage, ob Fälle oder Beträge aufzuarbeiten sind. Hat man nur Fälle, Einheiten abzuzählen, wie bei einer Volkszählung? Oder sind Beträge, etwa Umsatzziffern, Lohnsummen, Bodenflächen etc., zu addieren? Bei der Volkszählung bilden die Einheiten die einzelnen Fälle. Jeder Mensch

¹⁾ Auf der Lochkarte wird dieses als 11 oder 12 gelocht; die grössten Kartenstösse fallen bei der Sortierung dann ohne weiteres aus dem ersten Sortiergang heraus.

erhält eine Zählkarte. Das Feststellen ihrer Zahl nach verschiedenen Kategorien: Schweizer, Ausländer, männlich, weiblich etc., kann man sich am einfachsten so vorstellen, dass man die Höhe der verschiedenen Fragebogenhaufen durch Abmessen ermittelt oder die Haufen wiegt, wobei vom Gewicht von etwa 5—10 Bogen ausgegangen wird. Da das Papier der Fragebogen von gleichartiger Beschaffenheit ist, würde man auf diese Weise zu annähernd richtigen Ergebnissen kommen. Natürlich wird das doch nicht so gemacht, es wird genau abgezählt. Diese Art der Aufarbeitung setzt aber ein vorheriges Ordnen der einzelnen Fragebogen, ein Klassieren nach den verschiedenen Gesichtspunkten, z. B. nach Alter oder nach Zivilstand, voraus. Das Abzählen von einheitlichen Zählkartenhaufen ist tatsächlich eine der häufigsten und wichtigsten Aufgaben in der Aufarbeitung grösserer Erhebungen. Es geschieht, wie wir sehen werden, von Hand oft rascher als mit der Maschine, wenn man die Vorarbeiten für die maschinelle Auszählung in Rechnung stellt. Nur wenn dieselben Karten sehr oft nach verschiedenen Gesichtspunkten neu ausgezählt werden müssen, ist die Maschine der Handarbeit überlegen, ferner dann, wenn zahlreiche Beträge, nicht einzelne Fälle, sehr rasch, in kürzester Zeit, aufzusummieren sind. Bei einer Wohnungszählung z. B. ermittelt man nicht nur Zahl und Art der Wohnungen, man will u. a. auch wissen, wieviel die Miete kostet. In einer landwirtschaftlichen Erhebung möchte man das Areal, die tägliche Milchleistung der Kühe, die Zahl der verwendeten Arbeitsmaschinen kennen. In diesem Fall genügt das Zuteilen zu verschiedenen Haufen und ihr Abzählen nicht mehr. Die Beträge auf den einzelnen Fragebogen müssen in jedem Haufen summiert werden. Finden sich nun sehr zahlreiche Beträge auf einem Fragebogen, so entstehen gewisse Schwierigkeiten in der Aufarbeitung von Hand. Man kann zwar die Fragebogen wie in einer Vertikalkartothek hintereinander anordnen, das entsprechende Tabellenfach, das addiert werden soll, durch Blättern im Auge behalten, und darauf eingezeichnete Zahlen mit einer Additionsmaschine aufsummieren. Hat man sämtliche Blätter nach Tabellenfach Nr. 1 summiert, so trägt man das Ergebnis in ein Summenblatt ein, zu dem man am besten einen leeren Fragebogen derselben Art verwendet, und beginnt die gleiche Arbeit mit Tabellenfach Nr. 2 usw. Das ist wegen des vielmaligen Durchblätterns des gesamten Materials sehr zeitraubend und auch nur dann durchführbar, wenn jedes einzelne Tabellenfach mit einer kleinen Nummer in einer Ecke bezeichnet ist. Man ist deshalb zu andern Arbeitsmethoden übergegangen, die im folgenden, neben den Methoden des einfachen Zählens von Fällen, besprochen werden sollen.

I. Die Aufarbeitung nach dem Häufungsprinzip

Hierbei gilt es, rasch zu einer Totalsumme (gewöhnlich mit vielen Zwischentotalen) aus dem Urmaterial zu gelangen.

1. Das Listensystem (Handbearbeitung). Nach dem altväterischen Listensystem wird eine statistische Einheit, ein Fall nach dem andern, in eine Liste eingetragen, und zwar wird in der Regel der einzelne Fall individuell,

mit dem Namen oder der Firma, gekennzeichnet. In dieser Weise nahm man in früheren Zeiten die Bevölkerung auf ¹⁾. Das Charakteristische des Listensystems besteht in den wechselnden Eintragungen in einer und derselben Spalte. Nicht nur die individuelle Kennzeichnung, z. B. der Name der Einwohner, wechselt, sondern auch statistische Merkmale, wie die Bezeichnung ihres Berufes oder des Geschlechts. Will man für eine Gemeinde z. B. die Zahl der Landwirte feststellen, so muss man die Liste durchgehen und die Einzelfälle am Rand irgendwie mit einem Signum versehen, worauf man sie erst abzählen kann. So einfach und zweckmässig das Listensystem bei kleinem Material und so gut die Übersicht ist, die es liefert, so unpraktisch wird es bei einigermaßen grössern Erhebungen. In der schweizerischen sogenannten Zählliste (Formular 6 der Volkszählungen) hat sich dieses Listensystem noch erhalten, und zwar in verbesserter Form, weil das Signum in besonderen Kolonnen einzutragen ist. Dieses Formular 6 dient aber hier hauptsächlich als Begleitpapier zur Kontrolle der Vollständigkeit der abgelieferten Zählkarten. Auch gewerbliche Erhebungen wurden in früheren Zeiten in Listenform durchgeführt und sogar in dieser Form gedruckt, wie z. B. die wertvollen Tafeln zur österreichischen Statistik der 1840er Jahre, wo die Fabriken alle einzeln mit Namen, mit ihrer Jahresproduktion usw. aufgeführt sind.

2. Das Kontensystem für Einzelfälle (Hand- und Maschinenarbeit). Aus dem Listensystem hat sich das Kontensystem für Einzelfälle entwickelt, wie wir es nennen wollen. Es hat eine ähnliche Wandlung durchgemacht wie das Journal in der Buchhaltung. Ursprünglich wurden im Journal die einzelnen Geschäftsvorfälle in der Reihenfolge, in der sie während des Tages vorkamen, untereinander eingetragen (Listensystem), man konnte sie nicht addieren. Sie dienten bloss als Vorarbeit für die eigentlichen Buchhaltungsarbeiten, für die Eintragung in die einzelnen Konten des Hauptbuches. Eine Verbesserung wurde durch das sogenannte Amerikanische Journal herbeigeführt, wobei die Einzelfälle zwar ebenfalls in der Reihenfolge des Einganges eingetragen, jedoch nicht in einer und derselben Spalte unter-, sondern in besonderen Kontenspalten nebeneinander notiert werden. Dadurch werden die Beträge bereits beim Eintragen geordnet und dadurch addierbar gemacht. Dieses Kontensystem für Einzelfälle wird in der Statistik in der Weise durchgeführt, dass z. B. bei einer Volkszählung jedes Zählblatt, jeder Einzelfall in entsprechende Spalten der Tabelle einzutragen ist. Wenn es sich um eine weibliche Person handelt, in der Spalte «weiblich», dann nochmals mit einem Strich in der Kolonne der betreffenden Altersklasse, mit ihrem Zivilstand in der Kolonne der Ledigen oder Verheirateten oder Verwitweten oder Geschiedenen usw.... In jeder Kolonne wird ein Strich eingesetzt, und zur Erleichterung des Abzählens werden die Striche meist in Gruppen zu fünf Einzelstrichen vereinigt.

Dieses sogenannte Strichverfahren wird heute als sehr rückständig angesehen, war aber gegenüber dem frühern Listenverfahren ein ausserordent-

¹⁾ Ich hatte Gelegenheit, die Ergebnisse der eidgenössischen Volkszählung von 1836 im Aargau im Staatsarchiv einzusehen. Jede Person ist einzeln mit Namen in eine Liste eingetragen.

licher Fortschritt. Selbst Zählungen von riesenhaftem Umfang, wie z. B. die früheren indischen Volkszählungen, sind auf diese Weise aufgearbeitet worden.

Das Verfahren wurde auch zu mechanisieren gesucht. In Österreich klebt man in die Kolonnen statt der Striche die Blättchen eines Abreissblockes, der fortlaufende Zahlen trägt. Dadurch kann man am Schluss der Arbeiten die Zahl der abgerissenen Zettel des betreffenden Blockes durch Feststellung der letzten abgerissenen Nummer gegenüber jener vor Beginn der Arbeit ermitteln. Die Kontrolle ist möglich, weil neben jeder Originalangabe ein Zettel kleben muss. Die Listen werden dadurch sehr umfangreich. Eine grössere Zahl von Blöcken verschiedener Farbe dient zu dieser Arbeit, die sich übrigens kaum anderswo als in Belgien eingebürgert hat. Ebenfalls nur einen rein lokalen Anwendungskreis besitzt der *Classicompteur*, erfunden von Lucien March, der im Pariser Statistischen Zentralamt ausgedehnte Verwendung findet. Von 70 Tasten eines Tastenbrettes wird je eine für jede Eintragung des Urmaterials niedergedrückt, wodurch ein Zählrad um eine Einheit fortschreitet. Das aufgespeicherte Resultat aller 70 Kategorien lässt sich auf eine Tabelle abdrucken. Mit dem *Classicompteur* sollen ca. 1500 Zählheiten in der Stunde aufgearbeitet werden können.

Diese beiden mechanischen Verbesserungen des Strichelverfahrens sind natürlich nur dort anzuwenden, wo die Zahl der verschiedenen Kategorien, die Zahl der Konten, eine verhältnismässig begrenzte ist. Es können also bei diesem System nur Fragebogen mit nicht zu vielen Fragen und Kategorien dieser Fragen, z. B. keine Berufsangaben, und nur Fragebogen, die nicht nach wechselnden Gesichtspunkten aufgearbeitet werden müssen, Verwendung finden. Wenn z. B. die Berufe nach 300 Kategorien und jede von diesen nach 25 Altersklassen aufzuarbeiten sind, so gibt das 7500 Tabellenspalten oder Konten. Hier reichen die geschilderten Verfahren bei weitem nicht aus. Völlig ungeeignet sind sie dort, wo nicht Einzelfälle, sondern Beträge aufaddiert werden müssen.

3. Das Kontensystem für Beträge (Handbearbeitung). Diese Bearbeitungsmethode ist weitaus die wichtigste und leistungsfähigste für kleine Erhebungen. Sie kann aber auch mit Vorteil für mittlere und ganz grosse angewendet werden. Sie erfordert keine Maschinen, sondern nur vervielfältigte oder gedruckte Aufarbeitungstabellen. In den statistischen Lehrbüchern wird sie merkwürdigerweise überhaupt nicht beschrieben.

Für jede einzelne Antwort auf dem Erhebungsbogen wird eine Spalte (ein «Konto») auf einem Aufarbeitungsbogen reserviert. Die Arbeit besteht also im Übertragen sämtlicher Angaben eines Fragebogens auf eine horizontale Linie in einer Tabelle. Alles, was auf einem Fragebogen, z. B. auf dem Bogen für einen einzelnen Betrieb einer Betriebszählung, in 100 bis 200 Rubriken an Angaben unter- und nebeneinander eingetragen ist, das wird so auf eine einzige Horizontale auseinandergezogen. Da auf einer Aufarbeitungstabelle zweckmässigerweise höchstens 60 Tabellenfächer in einer Horizontale nebeneinander Platz haben, müssen umfangreichere Fragebogen auf mehrere Aufarbeitungstabellen übertragen werden, die jede für sich leicht aufgearbeitet bzw. addiert werden können, weil ja nur gleichartige Angaben untereinander stehen und in

einer besondern Kontenspalte untergebracht sind. Auf diese Weise können die umfangreichsten Fragebogen verhältnismässig sehr rasch aufgearbeitet werden, weil eine Arbeitsteilung, das Bearbeiten einer bestimmten Gruppe von Fragen, die alle auf einer Aufarbeitungstabelle untergebracht sind, möglich ist. Auch wird das Eintragen der Merkmale oder Beträge dadurch erleichtert, dass auf vielen Fragebogen bestimmte Rubriken leer bleiben. Der Nachteil dieses Systems besteht darin, dass es nur dort zweckmässig angewendet werden kann, wo ein und derselbe Fragebogen nur einmal und nicht nach wechselnden Gesichtspunkten mehrmals zur Bearbeitung gelangt. Die landwirtschaftlichen Betriebsbogen z. B. müssen von vornherein nach dem einen Gesichtspunkt, der für massgebend angesehen wird, gruppiert und dann fortlaufend bearbeitet werden. Die landwirtschaftliche Betriebsstatistik kann auf diese Weise entweder nach den Grössenklassen des Gesamtareals oder nach jenen des produktiven Areals ohne Wald und ohne Weide oder nach Betriebssystemen aufgearbeitet werden. Kombiniert man diese verschiedenen Gesichtspunkte und gliedert z. B. nach Betriebssystemen und innerhalb von ihnen nach den Grössenklassen des Areals, so erfolgt eine unendliche Zersplitterung der Tabellen, deren Zusammenfassung zu Gesamtergebnissen, infolge der zeitraubenden und gefürchteten «Zusammenzüge», sehr viel Arbeit verursacht.

Es sollte dafür gesorgt werden, dass die Aufarbeitungstabellen übersichtlich gegliedert werden, und zwar durch fette Vertikalstriche der zueinandergehörigen Rubriken. Wo viele gleichartige Rubriken nebeneinanderstehen, wie z. B. bei Altersklassen, sollte man künstliche Akzente schaffen, indem man nach jeder fünften Rubrik eine kleine Lücke oder eine gewellte oder doppelte Linie einlegt. Die Aufarbeitungstabellen dürfen nicht zu lang sein, weil sonst leicht in falsche Horizontale eingetragen wird. Etwa nicht vorhandene Angaben lasse man durch kleine Querstriche markieren. Man dulde keine leeren Tabellenhäuschen in den Tabellen, weil man bei ihnen im ungewissen bleibt, ob die Bearbeitung hier ausgesetzt hat. Höchst wichtig ist auch das Einhalten der ganz genau gleichen Reihenfolge der Rubriken auf der Aufarbeitungstabelle wie auf dem Fragebogen. Andernfalls sind ständige Irrtümer und Fehler unvermeidlich.

Als Beispiel einer raschen statistischen Bearbeitung nach diesem Kontensystem für Beträge sei die Schweizerische Fabrikstatistik vom 22. August 1929 angeführt, deren Ergebnisse in einem 250 Seiten umfassenden Gross-Quartband bereits am 1. April 1930 erschienen sind, nachdem das Material anfangs Oktober 1929 eingelaufen war. Die 8514 umfangreichen Fragebogen der einzelnen Fabriken wurden in einer Haupttabelle, die sämtliche wichtigen Angaben enthielt und als Manuskripttabelle für den Druck Verwendung fand, einzeln eingetragen. Die Fragebogen waren vorher nach Kantonen und innerhalb der Kantone nach Industriezweigen geordnet worden. Dann begann das Eintragen der Angaben jedes einzelnen Fabrikbogens. Für jeden entstand so eine Horizontale. Eine Linie für die Summierung der Angaben für jeden Industriezweig wurde jeweils frei gelassen, worauf die Addition der Einzelangaben erfolgte und ihr Ergebnis rot eingetragen wurde. Diese roten Hori-

zontalen, die Ergebnisse der Produktionszweige jedes einzelnen Kantons, wurden auf eine neue Tabelle übertragen, um die Ergebnisse der Industriezweige zum Kantonstotal zusammenzuziehen. Diese Kantonstotale mussten ihrerseits addiert werden, aber auch die Industriezweige aller 25 Kantone. Um die Arbeit zu beschleunigen, wurde nicht das Ergebnis des letzten Kantons abgewartet, sondern schon 20 von den 25 Kantonstabellen als Zwischentotal aufaddiert. Bei dieser Arbeit war durchaus notwendig, dass in den kleinen Kantonen, in denen nicht jeder Industriezweig vorkam, dennoch Platz für diesen Industriezweig an der entsprechenden Stelle gelassen wurde, damit die Tabellen sämtlicher 25 Kantone mit ihren 197 Industriezweigen absolut kongruent waren und so leicht aufaddiert werden konnten. Das letzte Aufaddieren geschah durch Fälteln wie folgt:

Die Tiefenaddition. Man kann drei Arten von Additionen unterscheiden: Die Längsaddition in vertikalen Kolonnen, die jedem geläufig ist, die Queraddition in horizontaler Richtung, die der Statistiker zu Kontrollzwecken und auch sonst sehr oft anwendet; endlich die Tiefenaddition: die Addition in der dritten Dimension, die dann nötig wird, wenn eine Reihe von Aufarbeitungstabellen zusammengezogen werden muss. Haben wir z. B. für die 25 Kantone je eine Tabelle mit vielleicht 40 Spalten und 100 Horizontalen, so sind das 4000 Tabellenfächer pro Tabelle. Wir müssen nun das Total von 25 Tabellen, nämlich für die 25 Kantone der Schweiz, haben; die Tabellen liegen aufeinander auf dem Tisch, oder sie sind in einer Vertikalreihe hintereinander aufgestellt. Die technische Aufgabe besteht darin, dieses riesige Zahlenmaterial der 25 Blätter (in 25×4000 Tabellenfächern) auf ein einziges Blatt für die ganze Schweiz zusammenzuziehen. Wenn die Blätter transparent wären und die Zahlen leuchten würden, so könnten die hintereinander aufleuchtenden Zahlen jedes Tabellenhäuschens addiert werden. Da die Blätter nicht durchsichtig sind, müsste man ein Blatt ums andere abheben und die Zahlen notieren und addieren; man müsste 25 Tabellen 4000mal umlegen, wobei man aber oft von einer Spalte versehentlich in die andere geraten würde. Praktisch gangbar ist folgender Weg: man schreibt die erste Horizontale der obersten Tabelle auf eine neue Aufarbeitungstabelle ab und tut das noch 24mal für jede der aufeinanderliegenden Tabellen. Die 25 gewonnenen Horizontalen addiert man und hat die erste Zeile des Schweizertotals gewonnen. Dasselbe wiederholt man für jede weitere der 100 Horizontalen, so dass 100 neue Tabellen entstehen, deren Summenhorizontalen wiederum auf einem neuen, dem endgültigen «Schweizer»-Bogen abgeschrieben werden. Das ist sehr umständlich, weil man sämtliche 100 000 Beträge (oft vielstellige Zahlen) neu abschreiben muss. Viel ökonomischer ist die folgende Methode.

Das Fälteln. Man beginnt damit, die erste Tabelle zu falzen, und zwar so, dass der Falz auf den vertikalen Trennungsstrich zwischen 1. und 2. Spalte zu liegen kommt. Dadurch gelangt die Spalte 1 an den rechten äusseren Rand der Tabelle. Ebenso verfährt man mit der 2. bis 25. Tabelle. Alle Spalten der 25 Tabellen legt man jetzt schuppenförmig, dachziegelartig, nebeneinander, und durch Queraddition lässt sich die Summe aller Zahlen, die in der Spalte 1

der Tabellen eingetragen sind, bilden und in die Schweizertabelle, Spalte 1, eintragen. Dann legt man alle Tabellen um, auf ihrem linken Rand finden sich dadurch alle Spalten 2, die wieder dachziegelartig nebeneinandergelegt und addiert werden. Ein neuer Falz erfolgt auf der Trennungslinie zwischen Spalte 3 und 4, dann wird ebenso verfahren wie oben, bis mit 20maligem Falzen die 40 Kolonnen aufgearbeitet sind. Dadurch erspart man sich das Abschreiben aller Zahlen und die dadurch entstehenden Abschreibfehler. Wichtig ist, dass vor dem Addieren abgezählt wird, ob alle 25 Tabellen nebeneinanderliegen und bei allen wirklich die korrespondierende Spalte zur Addition gelangt. (Horizontales Falzen ist wegen der grösseren Länge der Horizontalen mühsamer, aber bietet den Vorteil der Vertikaladdition statt der Queraddition.)

Bei einem umfangreicheren Zahlenmaterial, das wie bei der Fabrikzählung aus $25 \times 195 \times 32 = 156\,000$ Tabellenfächern besteht (nämlich 195 Industriezweigen, 25 Kantone und 32 Einzelangaben für jeden Industriezweig) die gedruckt werden müssen, ist eine sorgfältige Kontrolle der Additionen unerlässlich. Sie geschah im Jahr 1929 durch gesondert geführte Additionen. Beim Fälteln wurden die Industriegruppen, die Zwischentotale, jeweils für sich aufaddiert. Sie mussten ihrerseits wiederum gleich der Summe aus den Industriezweigen, die zu einer Gruppe gehörten, sein. Die Summen der Gruppen wurden ebenfalls gesondert für die 25 Kantone aufaddiert und mussten die Summen des Gesamttotals der 25 Kantone ergeben. Durch diese mehrfache Additions- und Kontrollarbeit kamen sämtliche Verschiebungen oder sonstigen fehlerhaften Additionen zum Vorschein.

Eine einfachere aber mühsamere Kontrollmethode besteht in der Quer- und Längsaddition jedes einzelnen Blattes. Das Ergebnis der Queraddition, die also ganz mechanisch sämtliche Spalten ohne Rücksicht auf ihren Inhalt, z. B. Total, Männlich, Weiblich, Lehrlinge, PS usw., zusammenfasst, wird rechts an den Rand der Tabelle geschrieben, das Ergebnis der Längsaddition aller Spalten unten an den Rand der Tabelle. Jetzt addiert man diese Randziffern wiederum, und zwar alle vom rechten Rand und alle vom unteren Rand. Diese beiden Ziffern müssen gleich gross sein. Man kommt dadurch in der rechten untern Ecke zu einer sinnlosen Summenzahl, die aber als Kontrollzahl dienen kann. Auf diese Weise kann man sicher sein, dass die gefürchteten Verschiebungen in den Rubriken nicht eingetreten sind, die sich gegenseitig aufheben und die sich bei einer Kontrolle, welche nur in vertikaler Richtung vorgenommen würde, gar nicht entdecken lassen.

Der Statistiker verwendet gewöhnlich nicht die geschilderte sinnlose, sondern die sinnvolle Queraddition, was er deswegen tun kann, weil er ja in der Regel Gliederungstabellen aufarbeitet, wobei eine Totalzahl in horizontaler Richtung nach verschiedenen Gesichtspunkten, Geschlecht, Altersklasse, Familienstand, aufgespalten wird. Wo jedoch die einzelnen Gruppen nicht das Total ergeben, weil z. B. von der Gesamtzahl nur eine Kategorie, «davon weiblich», angeführt wird, ist die sinnvolle Queraddition nicht möglich. Man wird die Erfahrung machen, dass gerade in solchen Spalten die meisten Additionsfehler unentdeckt bleiben und bis zuletzt mitgeschleppt werden.

4. Das Speicherwerkssystem (Maschinenbearbeitung). Neuerdings hat eine Mechanisierung des Kontensystems für Beträge in einigen statistischen Ämtern stattgefunden, die wir das Speicherwerkssystem nennen können. Voraussetzung hierfür ist das Vorhandensein einer Additionsmaschine mit zahlreichen Speicherwerken (Addelectra und Continental). Solche Maschinen kennt man seit langem in den Registrierkassen. Bei diesen Kassen, die sich heute in jedem Laden finden, müssen die verkauften Beträge nicht nur einfach aufsummiert, sondern bestimmten Verkäufern (entsprechend unseren Konten) zugeordnet werden. Ein einziges Tastaturbrett dient zum Anschlag der Beträge, die man aufsummieren will. Diese Beträge wandern in verschiedene Speicherwerke (Konten). Es muss für jeden Betrag noch dieses Konto getippt werden. Seitdem man begonnen hat, solche Speicherwerk-Additionsmaschinen nicht auf Streifen, sondern auf Tabellen ihre einzelnen Beträge und Resultate aufschreiben zu lassen, ist es möglich geworden, direkt aus dem Urmaterial, den einzelnen Fragebogen, Tabellen zu erstellen, welche jenen der Fabrikstatistik in unserem Beispiel entsprechen, nur dass während des Niederdrückens der Beträge diese von der Maschine bereits schon addiert werden, und zwar beliebig in Untergruppen und Totalziffern, so dass jedes Aufaddieren und Fälteln der Tabellen entfällt. Das Tippen der Beträge an Stelle des Eintragens von Hand in Spalten geht natürlich rascher vor sich, nur muss jedesmal die Kolonne, in die der Betrag gehört, auch noch getippt werden. Es gibt noch nicht viele Maschinen, die für statistische Zwecke genügend zahlreiche Speicherwerke besitzen. Die grossen Modelle der Bourroghs haben nur zwei Zählwerke, ermöglichen aber durch Unterteilung der siebzehn Stellen der Volltastatur (das sogenannte Splitten) das Aufaddieren nach acht Kategorien, d. h. nach vier Kategorien für jedes Zählwerk, wobei man drei- bis vierstellige Beträge aufaddieren kann. Dagegen besitzt die «Continental» fünfundzwanzig Speicherwerke, die grössten Modelle der Registrierkassen über dreissig. Jedoch diese letzteren schreiben nur auf Streifen, nicht auf Tabellen. Neuerdings ist eine Buchhaltungsmaschine (Campos) aufgetaucht, die nach dem Zahnstangensystem gebaut ist und daher wenig Raum einnimmt und tausend Speicherwerke aufweist. Sie wird wohl für statistische Zwecke wegen ihres Preises kaum je in Frage kommen.

II. Die Aufarbeitung nach dem Teilungsprinzip

Eine durchaus andersartige statistische Aufgabe als die bisher beschriebene erwächst dem Statistiker dann, wenn er eine grosse Zahl von Fragebogen nicht einfach zu addieren, sondern nach wechselnden Gesichtspunkten zu verarbeiten hat. Hierbei gliedert er eine Vielheit, einen Block von Fragebogen, von Listen, Kärtchen oder dergleichen in einzelne Untergruppen, zählt in diesen Untergruppen ab und addiert etwa vorhandene Beträge. Hierauf gliedert er denselben Block nochmals nach einem andern Gesichtspunkt und zählt wieder ab oder addiert die Beträge usw. Auf diese Art gelangt er zu äusserst vielgestaltigen Gliederungstabellen. Das primitivste Mittel, um zu derartigen vielseitigen Ausgliederungen zu gelangen, besteht im

1. Zerschneiden der Listen, wo die Angaben noch in solcher Form und nicht bereits isoliert nach Einheiten erfolgen, in horizontale Streifen, wie dies in der Aufarbeitung der Handelsstatistik z. B. in der Schweiz und in Österreich früher üblich war. Die einzelnen Streifen werden sortiert und übereinander auf Blätter geklebt und aufaddiert. Diese können wiederum zerschnitten und neuerdings, nach einem andern Merkmal, vereinigt werden.

2. Das Zählkartensystem (Handbearbeitung). Wo die statistische Erhebung nicht durch Listen geschieht, sondern Zählkarten vom Publikum für jeden Einzelfall ausgefüllt werden, wie z. B. bei den schweizerischen Volkszählungen seit 1880, können diese Originalzählkarten direkt sortiert, umsortiert und jeweilen abgezählt werden. Diese Art der Verarbeitung fand noch im Jahr 1910 in der Schweiz statt. Irrtümer im Abzählen und Unstimmigkeiten in den Tabellen sind dann ausgeschlossen, wenn darauf gesehen wird, dass stets wieder die gleichen Gesamtzahlen zustande kommen, also z. B. die Einwohner einer politischen Gemeinde, deren Zahl von vornherein anhand der Begleitliste feststeht, sowohl nach Geschlecht als Zivilstand wie nach Heimatklassen zerlegt werden. Die Summe der Gruppen muss immer wieder das Total ergeben. Bei Übergang zu den grössern geographischen Einheiten wird stets wieder die Kontrolle in dieser Weise ausgeführt. Die Gefahr dieses Systems besteht darin, dass, um Rückscheidungen zu vermeiden, zu kleine geographische Einheiten als Aufarbeitungseinheiten gewählt werden, wobei dann unendlich viele Zusammenzüge erfolgen müssen. So z. B. wurde 1910 die Alterskombination der Ehegatten nach Bezirken statt nur für die ganze Schweiz durchgeführt, was den Zusammenzug von 7000mal 187 oder rund 1,3 Millionen Tabellenhäuschen notwendig machte, um zur Drucktabelle zu gelangen. Das Abzählen der einzelnen Haufen selbst geht verhältnismässig sehr rasch vor sich; der Bearbeiter behandelt den Kartenstoss durch Hin- und Herbiegen so, dass die Kanten der Karten schuppenförmig übereinanderliegen. Dann zählt er mit dem Fingernagel die Zählkarten ab, und zwar immer nach dem Rythmus: 2, 3, Pause; 2, 3, zehn; 2, 3, Pause; 2, 3, zwanzig usw. Oder er zählt: 2, 2, 2, Pause; 2, 2, zehn usw.¹⁾. Dabei legt er die abgegriffenen Zehnerhäufchen kreuz und quer, so dass er zuletzt nur noch sie abzuzählen hat und etwa vorhandene Restkarten dazuzählt.

3. Das Zählblättchensystem (Handbearbeitung). Den Vorteil, den bewegliche Originalzählkarten bieten, kann man sich auch dann verschaffen, wenn die Einzelangaben auf Listen erscheinen, indem man aus ihnen sogenannte Zählblättchen ausschreibt. Das sind kleine, handliche, vorbedruckte oder leere, oftmals farbige, an den Rändern beschnittene Kärtchen, wie sie von Georg v. Mayr propagiert wurden und in Deutschland, ausser in Preussen, fast allgemein bei Volkszählungen verwendet werden. Die Zählblättchen sind viel handlicher als Originalzählkarten, sie nehmen beim Sortieren viel weniger

¹⁾ Es ist merkwürdig, zu beobachten, dass die meisten Menschen beim Abzählen 1, 2, 3, 4, 5, 6 usw. zählen, statt 2, 4, 6, 8 usw., was doppelt so rasch vor sich geht.

Platz ein und können rascher abgezählt werden, was in der Regel durch Aufnehmen mit dem angefeuchteten Finger geschieht, wo das Papier sehr dünn ist. In der Stunde werden 500 bis 1000 solche Zählkärtchen sortiert und abgezählt ¹⁾. Das Anfertigen der Zählblättchen aus den Haushaltungslisten nimmt auch nicht sehr viel Zeit in Anspruch. Das System eignet sich besonders für das Aufarbeiten von Einzelfällen, aber nicht von Beträgen. Wo viele Beträge auf einem Zählblättchen stehen, ist die Tiefenaddition nur mit Speicherwerkmaschinen gut möglich. Man ist hauptsächlich deswegen zum

4. Lochkartensystem (Maschinenbearbeitung) ²⁾ übergegangen, das bei den Volkszählungen in den Vereinigten Staaten und Österreich seit den 90er Jahren, in England und in einzelnen deutschen Ländern seit 1911, in der Schweiz seit 1920 angewendet wird. An Stelle des Zählblättchens tritt eine gelochte Karte, in welcher die Merkmale durch verschiedene Stellung der Löcher eingestanzt werden. Der mechanischen Zählung geht die Sortierung nach den gelochten Merkmalen voraus. Die Maschine des Deutschamerikaners Hollerith, die in Österreich anfangs der neunziger Jahre eingeführt und bis vor kurzem verwendet wurde, eignet sich im Prinzip besser als die modernen Maschinen für statistische Arbeiten. Die Kärtchen wurden zwar einzeln von Hand eingelegt, zahlreiche Kombinationen konnten aber gleichzeitig ausgezählt werden. Das System war sehr einfach. Für jeden Einwohner wird eine Karte gelocht. Die Löcher bedeuten je nach ihrer Stellung das zu zählende Merkmal. Hält man eine gelochte Karte gegen das Licht, so sehen die 45 Löcher wie ein Sternbild aus. Jeder Mensch hat seine besondere Konstellation, da zum Auffinden der Originaleintragung Wohnort, Zählkreis, Haushaltungsnummer eingestanzt werden muss. — Jede solche Lochkarte wird einzeln auf eine Siebplatte gelegt. Mit einem Hebeldruck werden 45×12 federnde Stifte gegen die Karte gepresst. Wo eine Lochung vorhanden ist, taucht der Stift durch sie hindurch in ein Quecksilbernäpfchen, löst dadurch einen elektrischen Strom aus, der bewirkt, dass an einer von 72 Uhren der Zeiger um 1 weiterrückt. Gleichzeitig öffnet

¹⁾ Nach Angaben, die ich den Leitern der süddeutschen Landesämter verdanke. 35—40 Zählblättchen vom Format 7×11 oder 9×13 cm mit bis 42 Eintragungen wurden in der Stunde ausgeschrieben.

²⁾ Obwohl die Literatur über das Lochkartenverfahren ziemlich umfangreich ist, gibt es wenige Arbeiten, die für die Zwecke des praktischen Statistikers in Frage kommen. Feindler, «Das Hollerith-Lochkartenverfahren für maschinelle Buchhaltung und Statistik», ist für den Techniker und Betriebswissenschaftler wertvoll. Baehne, «Practical applications of the punched card methods in Colleges and Universities», New York 1935, gibt manche Anregungen zur wissenschaftlichen Verwendung von Lochkartenmaschinen. Vgl. die «Richtlinien für die Aufarbeitung einer Volks-, Berufs- und Betriebszählung, bearbeitet auf Grund der Erfahrungen des Preussischen Statistischen Landesamtes» von E. Schulz und B. Fels, Berlin 1930. S. auch Eichenauer, «Analyse der Wirtschaftlichkeit des Hollerith-Lochkartensystems» 1933. Bei den rasch folgenden technischen Verbesserungen veraltet diese Literatur bereits während des Druckes. — Wirklich leistungsfähig sind bis jetzt nur die Hollerith- und die Powersmaschinen (andere Systeme sind noch immer im Versuchsstadium, wie das von Borel und von Bols). Jedes der beiden Systeme hat seine Vorzüge für besondere Zwecke, beide haben sich bei ganz grossen Zählungen bewährt.

sich ein Fächerkasten, in den die Karte vorsortiert für den nächsten Durchgang von Hand abgelegt wird. Die Karten brauchen zur Erledigung sämtlicher Kombinationen einer Volkszählung nur drei- bis viermal diese Maschine zu passieren, während bei modernen Hollerithmaschinen ein 40- bis 45facher Durchgang notwendig ist. In der Stunde konnten nach 16 Merkmalsgruppen 1000 Karten aufgearbeitet werden (bei den modernen Maschinen nach 1 Merkmalsgruppe dagegen ca. 16 000 bis 18 000). In England wurde dieses System weiter ausgebaut und bewährte sich bei der Volkszählung von 1911, wo die Karten nur vier- bis sechsmal die Maschine passieren mussten, um die sehr zahlreichen Kombinationen alle zu erledigen.

Die Hollerithmaschine entwickelte sich in der Folge mehr zu einer Buchhaltungsmaschine. Man trennte den Sortiervorgang vom Abzählvorgang und schuf für das Abzählen einen sogenannten Tabulator, der auch Beträge addiert. Die Sortierung geht so vor sich: Über die Lochkarte streift in vertikaler Richtung in einer von den 45 Spalten eine Metallbürste. Die Karte dient als Isolierung. Überall, wo die Bürste auf ein Loch trifft, wird ein Stromkreis geschlossen, der bewirkt, dass sich einer von zwölf Fächerkasten öffnet und dadurch die Sortierung nach zwölf Merkmalen besorgt. Bei den neuesten Maschinen setzt das Öffnen des Fächerkastens ein einfaches Zählwerk in Gang, das wie ein Kilometerzähler an einem Fahrrad bei jedem Aufnehmen einer Karte jeweils um eins weiterrückt. Beträge addiert eine besondere Maschine, der Tabulator, in welchem viele Bürsten gleichzeitig über die Karten streifen und dadurch Zählräder in Gang setzen. Neuerdings werden die einzelnen Beträge von jeder Karte sowie die erhaltenen Summen in Untergruppen und in Gesamttotalen auf Tabellen automatisch niedergeschrieben. Jede beliebige Spalte kann durch einfaches Umstecken von Stiften addierbar gemacht werden. Die grössten Tabulatoren haben bis sieben Zählwerke, können also sechs Millionenbeträge nebeneinander von der Karte abnehmen und gleichzeitig je für sich aufaddieren. Der grosse Vorteil dieser rasch arbeitenden Maschine für Zwecke der täglichen Bilanzierung von grossen Unternehmungen, für die Lohnabrechnung, für Policen von Versicherungsgesellschaften, namentlich seit auch Buchstaben (Namen) auf der Karte gelocht und mechanisch nach dem Alphabet oder sonstwie geordnet werden können, ferner für Versandgeschäfte mit normalisierten Packungen und Warengattungen, wobei die Rechnungen vollkommen automatisch durch die Maschine ausgefertigt und geschrieben werden, wie in der Usego Olten, liegt auf der Hand.

Für statistische Zwecke haben diese Lochkartenmaschinen sich trotz mannigfacher Versuche und ausgedehnter Verwendung in statistischen Zentralämtern noch nicht überall als leistungsfähiger als die Zählblättchenmethode erwiesen ¹⁾. Bei ihrer Anwendung müssen Produktionsumwege eingeschlagen werden, die beim Handauszählen nach dem Zählkartensystem wegfallen und beim Zählblättchensystem bedeutend kürzer sind. An Stelle des direkten Aus-

¹⁾ Wo die Auffaserung des Materials in ganz kleine Gruppen sehr weit geht, ist ein Handsortieren rentabler und geschieht auch in den Maschinenabteilungen bei grossen Zählungen.

sortierens und Abzählens von Hand tritt zwar ein Auszählungsprozess, der mechanisch annähernd zuverlässig und ausserordentlich rasch erfolgt. Er bedingt aber das vorherige Signieren und Anfertigen der Lochkarten, mit andern Worten, das Übertragen sämtlicher Angaben eines Fragebogens mit Hilfe von Schlüsselzahlen auf eine Lochkarte, die mittels besonderer Maschinen gestanzt (perforiert) werden muss. Nur bei ganz einfachen Fragekarten, wie z. B. in Preussen bei den Karten über die Eheschliessungen, vermag eine besonders intelligente und geübte Arbeiterin ohne Signierung die Originalangaben direkt auf die Lochkarten zu übertragen. Wo aber viele Tausende von Berufsbenennungen auf mehrere hundert Berufsarten zu reduzieren sind, wo ferner zahlreiche Konfessionsbezeichnungen, mehrere tausend Gemeinamen usw. vorkommen, wie bei einer Volkszählung, da ist das vorherige Signieren der Originalblättchen durchaus notwendig. Bei den schweizerischen Volkszählungen von 1920 und 1930 dauerte das Signieren, also lediglich die Vorbereitung für das Lochen der rund vier Millionen Fragekarten, ein volles Jahr bei einem Personalbestand von rund hundert Personen. Natürlich wurde gleichzeitig perforiert, von 20—25 Locherinnen, so wurden im Tag zwölf- bis dreizehntausend Karten für die mechanische Sortierung vorbereitet. Eine strenge Arbeitsteilung fand zwischen sechs aufeinander abgestimmten Gruppen statt, deren jede eine bestimmte Kategorie von Fragen, z. B. eine die geographischen Numerierungen nach Gemeinden, eine andere den persönlichen Beruf signierte. Das Lochen der Karten selber nimmt dann nicht viel Zeit in Anspruch, da vollkommen mechanisch nach den signierten Zählkarten gelocht werden kann. Je mechanischer dieser Prozess ist, desto glatter verläuft er. Bei 45 auszustanzenden Spalten erreicht die Stundenleistung, die allerdings nur den halben Tag aufrechterhalten werden kann, bei einer Zehntastenlochmaschine mit automatischer Zu- und Abführung der Karten nach mehrmonatlicher Übung durchschnittlich die Zahl von 200—300 Lochkarten. Die oft doppelt so hohen Angaben der Vertreter der Maschinen betreffen Parforceleistungen besonderer Perforierkünstlerinnen, soweit sie nicht frei erfunden sind. Das Übertragen der Zählkartenangaben auf die Lochkarten bildet eine doppelte Fehlerquelle, die sich beim Signieren sowie beim Übertragen der Signatur auf die Lochkarte geltend macht. Das Signieren wird nur stichprobenweise, gewöhnlich durch den Vorstand der Signiergruppe, nachgeprüft. Die Lochungen der Karten jedoch sollten sämtlich nachgeprüft werden, was etwa dieselbe Zeit in Anspruch nimmt wie die Lochung selbst. Wo man von einer Kontrolle sämtlicher Lochkarten glaubte absehen zu können, wie in Preussen bei der Berufszählung von 1925, hat man das sehr zu bereuen gehabt. Das Nachprüfen der Lochkarten ist ein Geschäft, bei dem die Aufmerksamkeit leicht erlahmt. Deswegen ist ein nochmaliges stichprobenweises Nachprüfen dieser Kontrolle unbedingt erforderlich. Die 2. Prüfung geschieht am besten mit dem Prüflocher, einer Maschine, die ähnlich konstruiert ist wie der Locher selbst, wobei die Originalangaben der Zählkarten aufs neue getippt werden müssen. Wo sie mit der bereits erfolgten Lochung nicht übereinstimmen, hält die Maschine an. — Es gibt zwei Arten Lochmaschinen, Volltastatur- und Zehnertastaturmaschinen.

Die erstgenannten, sogenannten Schlittenlochmaschinen, werden nur von der Powersgesellschaft hergestellt. Sie bewähren sich dort, wo sehr häufig gleichartige Lochungen und viele Nullerlochungen vorkommen, haben auch den Vorteil, dass der Ausschuss (falsche Lochkarten bei der Perforierung) ganz geringfügig ist, während er bei den Zehnertastaturmaschinen bis zu 5 % beträgt. Auf den Zehntastenmaschinen, die bei richtiger Anlernung, bei vom Anfang an verdeckter Tastatur, sehr bald blind bedient werden können, wobei also das ständige Hin- und Herwandern der Augen von den Angaben der Zählkarten zur Tastatur wegfällt, ist die Arbeitsleistung beträchtlich grösser (ca. 30 %). — Die Hollerithgesellschaft hat neuerdings eine praktische Maschine auf den Markt gebracht, den «Interpreter», welche die Lochungen auf den Rand der Karte mit Maschinenschrift überträgt, wodurch die Lochung zwar nicht rascher, aber mit geringerer Ermüdung abgelesen werden kann.

Die Sortiermaschinen sind neuerdings von der Hollerithgesellschaft mit Schreibbänken ausgerüstet worden, d. h. die Ergebnisse der Aussortierung müssen nach ihrer Beendigung nicht mehr von den Zahlwerken abgelesen und aufnotiert werden, sondern ein Hebelzug drückt sie automatisch auf eine Tabelle ab. Diese ist jedoch nicht als Manuskript für den Drucker zu brauchen, sie muss erst umgeschrieben werden, was auch recht viel Zeit erfordert. Die neuesten Maschinen können auch multiplizieren und bilanzieren, und für Spezialzwecke werden immer andere aus denselben Elementen gebaut.

Das Lochkartensystem ist nach dem Gesagten nur für Arbeiten nach dem Teilungsprinzip, wo dieselben Einheiten immer wieder anders kombiniert werden können, sehr geeignet; und auch dort nur, wo verhältnismässig wenig Angaben, die geschlüsselt werden können, auf den 45 oder 80 Spalten einer Karte unterzubringen sind. Theoretisch nimmt eine solche Karte, je nachdem sie 45 oder 80 Spalten hat, 12^{45} oder 12^{80} verschiedene Merkmale, also unvorstellbar viele, auf; praktisch aber ist die Ausnützung deswegen beschränkt, weil die Codes sonst unübersehbar werden. Mehrere Karten für eine und dieselbe Zählinheit (Betrieb, Person) zu verwenden, geht nicht gut an¹⁾, weil dann die verschiedenen Angaben für sie nicht mehr miteinander kombiniert werden können. Die Betriebsgrösse, die auf einer Karte steht, kann z. B. nicht mit der Anzahl Vieh usw., die sich auf der andern Karte befindet, in Verbindung gebracht und der Viehbestand nach Grössenklassen dargestellt werden.

Das Abzählen und Aufsummieren der Lochkarten geht sehr rasch vor sich (praktisch bis zu 18 000 Karten in der Stunde für Sortieren und Zählen), dagegen viel weniger, etwa 6000, bei Additionsarbeiten, aber das Signieren und Lochen der Karten nimmt Zeit in Anspruch. Wo etwa am Monatsende in kürzester Zeit Zehntausende von statistischen Zählheiten tabelliert und summiert werden müssen, wobei der Hauptteil des Materials schon während des ganzen Monats anfällt und gelocht werden kann, ist die Aufstellung einer Anlage empfehlenswert, vorausgesetzt, dass die Karten in verschiedenen Verbindungen gezählt

¹⁾ In den Vereinigten Staaten wurden bei der letzten Zählung bis zu 19 Karten für denselben landwirtschaftlichen Betrieb verwendet.

und ihre Beträge summiert werden müssen oder wo sie später noch zu Inventur- oder Materialprüfungszwecken Verwendung finden. Eine komplette Powers- oder Hollerithanlage, bestehend aus Locher, Sortierer, Tabulator, kostet im Monat ca. 1200 Franken Miete, ein kleineres, allerdings nicht sehr leistungsfähiges Aggregat ca. 500 Franken, wozu noch beträchtliche, einmalige Aufstellungskosten kommen. Personalersparnisse werden selbst da, wo einschliesslich der Vorarbeiten rascher gearbeitet wird als von Hand, meist deswegen nicht erzielt, weil das maschinelle System zu viel ausführlicheren tabellarischen Ausgliederungen verlockt als die Handbearbeitung.

III. Hilfsmaschinen und -apparate

Der Glaube der Menschen an die Maschine macht sich auch in den statistischen Ämtern breit. Wer nicht über einen Superautomaten verfügt, hält sich nicht für fähig, statistische Arbeiten zu liefern. Solche Maschinen haben für Buchhaltungs- und kaufmännische Abrechnungsarbeiten ihre ausserordentlichen Vorzüge. In der Statistik sind sie aber von begrenztem Wert. Man kann mit derartigen Maschinen, die von 3000 Franken an erhältlich sind, Prozentzahlen berechnen, automatisch addieren, subtrahieren, multiplizieren und dividieren. Das heisst aber soviel als «eine Lokomotive heizen, um eine Stecknadel fortzuschaffen». Denn zum Prozentzahlberechnen genügt jeder Rechenschieber vollkommen. Er besorgt diese Arbeit weit besser und schneller als eine Maschine. Zum Addieren aber kann man die Vierspeziesmaschinen nicht gut brauchen, weil sie das Resultat nicht aufschreiben. (Es gibt auch solche, aber das sind seltene und sehr teure Ausnahmen.) Zum Multiplizieren sind sie eigentlich auch nicht eingerichtet. Sie können gar nicht multiplizieren. Es gibt auf dem Markt gegenwärtig nur eine einzige Maschine, die wirklich multipliziert, den sehr teuren «Millionär», der zum Dividieren aber unbrauchbar ist. Alle andern Maschinen ausnahmslos multiplizieren durch wiederholte Addition. Um zum Beispiel irgendeine Zahl mit 9 zu multiplizieren, muss man sie einstellen und dann durch 9 Kurbeldrehungen mit sich selbst 8mal aufaddieren. Das ist sehr zeitraubend. Der elektrische Antrieb und mechanische Wagenvershub bedeutet keine nennenswerte Beschleunigung. Ein mässig geübter Arbeiter an einer alten Handmaschine erreicht annähernd die Leistungen der «Madas» oder der «Métal», und sehr oft übertrifft er sie bedeutend. Das wird sogar auf den Prospekten über vollautomatische Maschinen zugegeben.

Welche Rechenarbeiten sind denn in der Statistik die häufigsten? Die eigentliche Aufarbeitung des statistischen Urmaterials geschieht entweder von Hand oder, wie wir gesehen haben, mechanisch durch den Classicompteur, durch die Speicherwerkmaschinen oder die Lochkartenmaschinen. Hier ist nur von den Hilfsmaschinen zu sprechen, die neben diesen Maschinen oder ohne sie in Funktion treten, um Tabelleneintragungen zu addieren und um Prozentberechnungen durchzuführen. Die direkte Aufarbeitung der Fragebogen nach dem Häufungsprinzip erfordert eine grosse Zahl von Additionen, wenn es sich nicht um Einzelfälle, sondern um Beträge handelt. Die «Contin-

tal» mit zahlreichen Speicherwerken ist eine vorzügliche Maschine für die direkte Speicherung aus dem Urmaterial. Um aber schon vorhandene Tabellen zu addieren, braucht man eigentlich keine Maschinen. Die Quer- und Längsadditionen bei ordentlich untereinanderbeschriebenen Zahlen sind leicht im Kopf durchzuführen. Die Tiefenaddition gelingt durch die gefalteten, dachziegelförmig gelegten Tabellen. Allerdings gehört zum sichern Kopfrechnen grosse Übung. Namentlich die ungeschulten Hilfskräfte, auf die eine statistische Stelle sehr häufig angewiesen ist, sind selten imstande, Queradditionen auszuführen, wobei von rechts nach links, mit den Einern beginnend, genau wie bei einer Vertikaladdition zu verfahren ist. Auch ermüdet das Kopfrechnen, wenn es den ganzen Tag durchgeführt werden muss, ungemein. Deswegen haben sich Additionsbehelfe aller Art stark eingeführt.

Die billigste und leistungsfähigste Additionsmaschine ist das Rechenbrett, das seit der Antike bis ins siebzehnte Jahrhundert bei uns im Gebrauch war und heute in Europa nur in Russland, dort aber in ausgedehntester Masse, auch in Grossunternehmungen und modernst eingerichteten Bürobetrieben ausschliesslich Verwendung findet. Man kann auf diesem Additionsbehelf bis zu neun Milliarden aufaddieren. Bei der schweizerischen Volkszählung von 1920 wurden diese Rechenbretter sehr stark benützt, und zwar von den aus Russland zurückgekehrten Schweizern, die auf ihnen die Leistungen jeder elektrischen Additionsmaschine weit hinter sich liessen. Eigentlich gerechnet muss nicht mehr werden. Es handelt sich um ein körperhaftes, anschauliches Abzählen oder Abgreifen (statt dem Niederdrücken gleichartig aussehender Tasten werden sichtbare Anhäufungen verschoben), wobei nur die Zehnerübertragung im Anfang gewisse Schwierigkeiten macht. Nach eigenen Erfahrungen gelangt man schon nach wenigen Tagen Übung zu recht guten und sichern Leistungen. Muss z. B. zur Zahl 7 eine 8 zugefügt werden, so fügt man 10 hinzu und zieht 2 ab — genau dasselbe Prinzip, das bei den Multiplikationsmaschinen dann angewendet wird, um zahlreiche Umdrehungen zu ersparen. Subtotale können jederzeit abgelesen werden, auch sind Fehler deswegen seltener, weil stets mit der wichtigsten Zahl, der linksstehenden, begonnen wird, dadurch sind auch Dezimalstellenverwechslungen bei der Addition ausgeschlossen. Während beim Kopfrechnen durch ungenaues Eintragen der Zahlen, die nicht immer in einer Kolonne untereinanderstehen, diese Fehler sehr leicht vorkommen, ist das beim Rechenbrett nicht möglich.

Eigentliche Additionsmaschinen sind heute sehr verbreitet. Ebenso verbreitet ist aber auch der Irrtum, dass sie ein fehlerloses Rechnen garantieren. Solange es nicht möglich sein wird, das Ablesen der Zahlen, die aufaddiert werden sollen, auf optischem Wege, etwa durch eine photoelektrische Zelle, vorzunehmen, sind Fehler beim Gebrauch der Additionsmaschinen gar nicht zu vermeiden. Sie entstehen durch falsches Lesen der Zahlen in der Tabelle, durch falsches Auffassen, indem z. B. statt 63 die Zahl 36 aufgenommen wird, durch Vergessen (falsches Weiterleiten bis zu den Fingerspitzen) und durch falsches Wiedergeben (Vertippen). Es addiert also eine Additionsmaschine falsch bei falscher Einstellung. Sie addiert aber auch ausnahmsweise falsch bei richtiger

Einstellung, wenn der Mechanismus nicht in Ordnung ist, und sie addiert namentlich dann falsch, wenn vergessen wurde, die Maschine zu entleeren, auf Null zu stellen, bevor die Arbeit beginnt. Endlich kann die Maschine richtig rechnen, aber falsch schreiben, wenn sie eine schreibende Additionsmaschine ist, ferner können bei der Kontrolle, beim Vergleich der geschriebenen Posten auf dem Kontrollstreifen, Fehler nicht bemerkt werden: wenn z. B. die Zahl 63, die fälschlich als 36 aufaddiert worden war, bei der Kontrolle wiederum als 36 gelesen wird. Alle diese Fehler, die richtigen Zahlen, welche falsch eingestellt, und die falschen, die richtig eingestellt werden, entfallen bei der Kopfaddition. Dort braucht die Kolonne, die addiert werden soll, nicht kopiert zu werden. Sie dient direkt der Addition. Fehler sind also beim Kopfrechnen nur möglich infolge schlechtem Schreiben der Zahlen, die nicht genau untereinanderstehen, ferner durch Irrtümer beim Zusammenzählen zweier Ziffern. Das falsche Auffassen, das Umdrehen zweier Zahlen, kommt ja nicht vor, weil man nur Einzelzahlen aufnimmt und addiert.

Die schreibenden Additionsmaschinen werden heute deswegen bevorzugt, weil die Additionsarbeit durch ein Abschreiben sämtlicher Zahlen wie auf einer Schreibmaschine durch Tippen auf Tasten vorgenommen wird, und weil die so addierten und geschriebenen Einzelposten mit den Originalposten verglichen werden können. Die Kontrolle, das Vergleichen der Kontrollstreifen mit den Originalzahlen, ist aber mühsam, und die Aufmerksamkeit setzt oft aus, so dass diese Kontrolle vielfach problematisch ist. Besonders wird oft vergessen, darauf zu achten, ob das Leerzeichen der Maschine beim Anfang der Addition auf dem Kontrollstreifen vermerkt ist; dann wird es oft vorkommen, dass von früheren Additionen zurückgebliebene Zahlen fälschlich mitaddiert werden. Wenn absolute Sicherheit des Additionsvorganges unerlässlich ist, so müssen die Posten auf zwei Additionsmaschinen unabhängig voneinander addiert werden, wobei öfters Subtotale einzuschalten sind. Stimmen die Endzahlen beider Additionen nicht überein, so kann durch Vergleichen der Subtotale leicht der Fehler auf einem kleinen Felde eingengt und dort gefunden werden.

Maschinen mit zwei Zählwerken sind bequem, weil sie Subtotale liefern und diese auch im zweiten Zählwerk selbständig aufspeichern, was bei statistischen Tabellen, wo Untergruppen vorkommen, oft wichtig ist.

Die im Handel erhältlichen Handmaschinen für Addition, die das Ergebnis aufschreiben, gehen alle recht hart. Ein verhältnismässig starker Hebelzug ist notwendig, um die Addition und gleichzeitig den Druck der Typen auf den Kontrollstreifen durchzuführen. Aus diesem Grunde sind die viel teureren, mit einem kleinen Elektromotor versehenen Maschinen bedeutend rationeller. Sie ermöglichen ein fast doppelt so rasches Arbeiten, namentlich auch deswegen, weil bei ihnen die auf der Tastatur ruhende Hand nicht immer für den Hebelzug wegbewegt zu werden braucht, sondern der Handballen oder Daumen den Additionsvorgang auslöst. Der Zeigefinger der anderen Hand kann auf der Manuskripttabelle haften bleiben. Einer der häufigsten Fehler bei Additionsmaschinen ist das Vergessen einzelner Posten infolge Wegblickens von der Zahlenreihe.

Volltastatur oder Zehnertastatur? Hierüber sind die Ansichten noch immer geteilt. Auch Volltastaturmaschinen können blind bedient werden, namentlich wenn die Sechsertasten durch Einkerbungen gekennzeichnet werden und die Ausgangsstellung der Hand durch Anlegen an den Maschinenrand immer dieselbe ist. Doch sind sehr wenige Arbeiter zum blinden Bedienen dieser Maschine fähig. Sogar bei der Zehnertastaturmaschine gibt es viele, die das Blindschreiben nicht erlernen.

Das liegt aber an der mangelhaften Anleitung. Sie sollten anfänglich mit verdeckten Tasten, aber mit einem neben ihnen liegenden, in natürlicher Grösse gezeichneten Tastaturbrett arbeiten. — Im Psychotechnischen Institut in Charlottenburg wurden vergleichende Versuche über die Leistungen an Volltastatur und Zehnertastaturmaschinen angestellt, die ergaben, dass intelligentere Arbeiter an der Volltastaturmaschine grössere und bessere Leistungen erzielen als an der Zehnertastaturmaschine; denn dort können die Tasten gleichzeitig niedergedrückt werden; wo viele Nullen zu schreiben sind, sind ebenfalls die Volltastaturmaschinen, die hiefür gar keine Einstellungen benötigen, vorzuziehen. Irrtümer in der Dezimalstelle sind dort ebenfalls weniger häufig. Auch können irrtümliche Einstellungen noch vor der Addition beseitigt werden. Von der optischen Kontrolle des niedergedrückten Tastbrettes ist allerdings nicht viel zu halten, einmal, weil sie durch Augenbewegungen Zeit erfordert und deswegen vom geübten Arbeiter unterlassen wird, und dann auch, weil eine niedergedrückte Taste sich optisch fast gar nicht von einer nichtniedergedrückten unterscheidet. In dieser Beziehung ist die alte Hebeleinstellung z. B. bei den «Tim»-maschinen weit besser. Sie wird dort auf dreifache Weise kontrolliert; durch die Länge des Weges beim Ziehen des Hebels, durch das Gehör beim Geräusch der Zahl der einschnappenden Zähne und endlich durch einen einzigen raschen Blick auf die erscheinende Zahl im Fenster der Maschine.

Vierspezies-Rechenmaschinen. Alle Rechenmaschinen ausser der «Millionär» benötigen zu einer Multiplikation zweier Faktoren so viele Umdrehungen, als die Quersumme des einen Faktors beträgt. Z. B. 99 873 mal n benötigt 36 Achsendrehungen. Der «Millionär» braucht nur fünf. Mit einer Handmaschine kann man sich sehr viele Kurbeldrehungen ersparen, indem man z. B. statt mit 9 mit 10 multipliziert und durch rückläufige Bewegung den Faktor einmal subtrahiert. Bei der oben genannten Zahl kann man sich damit von den 36 Kurbeldrehungen 26 ersparen. Das ist bei den automatisch arbeitenden Maschinen, die stumpfsinnig ausmultiplizieren, nicht möglich. Deswegen werden die Halbautomaten vielfach vorgezogen. Am zweckmässigsten multipliziert man immer mit dem kleineren Faktor. — Die elektrisch betriebenen Multiplikationsmaschinen, die von 3000 Franken an erhältlich sind, arbeiten heute meist vollautomatisch, sie multiplizieren nach Einstellung der beiden Faktoren vollkommen automatisch aus, sie dividieren sogar automatisch, allerdings ziemlich langsam, weil sie bei jeder Stelle «überdrehen», auch muss man sie durch Stoppen von der Berechnung nicht benötigter Dezimalstellen abhalten. Die besten Maschinen sind mit Doppelzählwerken und bis 20stellig eingerichtet. Die meisten sind 8stellig und geben das Resultat in

16 Stellen an. Zur Berechnung einer Sterbetafel ist eine 10stellige Maschine mit 20 Resultatstellen notwendig. Ein Doppelzählwerk ist praktisch; es dient zum Aufspeichern der Ergebnisse von Multiplikationen und Divisionen. Zur Multiplikation der Ziffern $1\ 532\ 226 \times 28\ 799$ braucht die «Métal» nach eigenen Beobachtungen 10—14 Sekunden, da der zweite Faktor hier einzeln eingetippt werden muss, die «Madas» 8 Sekunden. Auf einer Handmaschine wie der «Tim» kann ein einigermaßen geübter Arbeiter dieselbe Arbeit in 9 Sekunden erledigen. Alle diese Zeiten gelten für die Zeit nach erfolgter Einstellung, also ohne die Zeit für das Einstellen selbst. Eine Division wie die folgende: $1\ 697\ 836 : 128\ 743$ wird mit 3 Stellen nach dem Komma durch die «Métal» in 12 Sekunden, durch die «Madas» in 12—13 Sekunden, durch einen geschickten Handarbeiter auf der «Tim» in 8 Sekunden ausgerechnet. Die elektrischen «Monroe»-Maschinen machen 360 Achsendrehungen in der Minute und arbeiten fast geräuschlos. Sehr klein und handlich sind die Hammondmaschinen; die «Métal» zeichnet sich dadurch aus, dass die Tastatur stark geneigt ist und dadurch eine leichte Übersicht gestattet. Eine leistungsfähige und dauerhafte Maschine, verhältnismässig billig, ist die «Tim», die für Handbetrieb schon mit 1400 Franken zu haben ist. Die ältern vorzüglichen Modelle mit Hebeleinstellung sind noch billiger. Für Multiplikationen und Divisionen sind diese Handmaschinen, wie z. B. die «Monroe» (mit Volltastatur) selbst bei anhaltendem tagelangem Arbeiten sehr gut zu brauchen. Hier ist im Gegensatz zu den Additionsmaschinen der elektrische Antrieb keineswegs ein Erfordernis des rationellen Arbeitens. Die Kurbeldrehungen gehen nämlich sehr leicht vor sich und beanspruchen weit weniger Kraft als die Hebelzüge der Additionsmaschine. Besonders angenehm arbeiten Maschinen mit schleichender Zehnerübertragung, wie es z. B. die «Directe» besitzt. Man erkennt sie sofort daran, dass bei Addition von $99\ 999 + 1$ die Kurbel sehr leicht zu bewegen ist.

Die am häufigsten in der Statistik vorkommenden Arbeiten, die Divisionen erfordern, sind Prozentberechnungen, ferner die Berechnungen von Häufigkeitszahlen (Relativzahlen). Für alle diese Berechnungen sind die Multiplikations- und Divisionsmaschinen, weil es hier nicht auf vielstellige Resultate ankommt, eigentlich ungeeignet. Sie werden höchst zweckmässig durch die Rechenwalze und den Rechenschieber¹⁾ ersetzt. Diese beiden Behelfe werden in den statistischen Ämtern noch verhältnismässig wenig benützt. Sie bieten ganz ausserordentliche Vorteile, denen nur ein einziger Nachteil gegenübersteht: dass sie bei tagelangem ununterbrochenem Gebrauch die Augen etwas ermüden.

Die Lochkartenmaschine als Hilfsmittel. Wo für die Aufbereitung des Zahlenmaterials Lochkartenmaschinen (Sortiermaschinen und Tabulatoren) aufgestellt sind, lassen sich mit ihnen auch zahlreiche Hilfsarbeiten durchführen, die sonst den Rechenmaschinen überwiesen werden. Multiplikationen umfangreicher Art können durch Sortieren der Lochkarten nach demselben Faktor vorgenommen werden, z. B. für alle Wohnungen desselben Typus

¹⁾ Sehr zweckmässig sind die aus Bambus gefertigten japanischen Rechenschieber. Rechenwalzen sind genauer, aber viel unhandlicher als Schieber, die für Prozentzahlberechnungen genügen.

mit dem Mietpreis von 800 Franken, 850 Franken, usw. Es gibt übrigens jetzt auch multiplizierende Tabulatoren.

Umfangreiche Additionsarbeiten können durch Herstellen von Summenkarten, die ihrerseits wieder zu tabulieren sind, vereinfacht werden.

Den häufigsten Wert von Reihen findet man mit Sortiermaschinen ungemein rasch, indem man die Lochkarten einfach aussortiert; ebenso findet man leicht alle extremen Werte, wodurch übrigens auch oft Fehler zum Vorschein kommen. Um den Medianwert festzustellen, müssen die Lochkarten bloss ansteigend geordnet und dabei gezählt werden, was nur wenige Durchgänge erfordert. Der Kartenhaufen wird dann in genau zwei gleich grosse Hälften geteilt, und man hat den Medianwert gefunden.

Auch Korrelationsberechnungen werden durch die Lochkartenmaschinen ausserordentlich vereinfacht. Über solche Spezialverwendungen findet man in den «Hollerith-Nachrichten», dem Organ der deutschen Hollerithgesellschaft, ausführliche Anleitungen. Alle diese Arbeitsweisen werden voraussichtlich in den statistischen Ämtern grosse Verbreitung finden, wenn sich die Lochkartenmaschinen mehr und mehr eingebürgert haben werden.
