

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

Band: 41 (1963)

Heft: 5

Artikel: Ein wissenschaftlicher Beitrag zur schweizerischen Postautomatisierung

Autor: Wettstein, J.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-874329>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 30.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

TECHNISCHE MITTEILUNGEN

BULLETIN TECHNIQUE

PTT

BOLLETTINO TECNICO

Herausgegeben von den Schweizerischen Post-, Telefon- und Telegraphen-Betrieben - Publié par l'entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses. - Pubblicato dall'Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

J. Wettstein, Bern

656.807:65.011.56
656.851.432.1
656.851.433.5

Ein wissenschaftlicher Beitrag zur schweizerischen Postautomatisierung*

Zusammenfassung. Dieser Beitrag setzt sich aus drei Teilen zusammen. Im ersten Teil werden statistische Erhebungen aus den Sektoren Brief- und Paketpost sowie Einzahlungsschein- und Giroverkehr näher beschrieben. Der zweite Teil bildet eine Studie über die Umformung der schweizerischen Ortsnamen im Blick auf eine maschinelle Sortierung. Bei den beschriebenen Untersuchungen wird die Informationstheorie dazu verwendet, um die Ortsnamen mit einem minimalen Aufwand zu codieren. Im dritten Teil werden die einzelnen, vorkommenden Sortiermaschinen mit der morphologischen Methode nach Prof. Zwicky dargestellt. Diese Methode gestattet, alle möglichen Lösungen zu systematisieren und dadurch ausser den schon verwirklichten Lösungen noch neue Möglichkeiten zu zeigen.

I. Statistische Erhebungen

1. Briefpost

Für eine gründliche Planung der automatischen Briefsortierung ist es notwendig, die mittlere Beförderungsdistanz (im folgenden kurz als Distanz bezeichnet) eines aufgegebenen Briefes, bei dem sich Absender und Empfänger in der Schweiz befinden, zu kennen. Die zu diesem Zwecke durchzuführenden statistischen Erhebungen liefern uns auch gewisse Anhaltspunkte über die Struktur des Briefpostverkehrs.

Die Erhebung erfolgt auf Stichprobenbasis. Nachstehend sind die wesentlichen Punkte für die Planung aufgeführt.

Grundgesamtheit. Für die Erhebung wurde der Briefpostverkehr des Jahres 1959 gewählt. Gemäss Postverkehrsstatistik bilden 1 494 206 000 Briefpostsendungen die Grundgesamtheit.

Umfang der Stichprobe. Bei vorgegebenem Genauigkeits- und Sicherheitsgrad ist es möglich, die Grössenordnung des Stichprobenumfanges zum voraus zu bestimmen. Der Sicherheitsgrad (= Aussage-sicherheit) legt den Wert λ bei der Gaussischen

Normalverteilung $\varphi(\lambda) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{\lambda^2}{2}}$ fest, wobei

$$\lambda = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

- x = Element der Stichprobe
- μ = Mittelwert der Grundgesamtheit
- σ^2 = Streuung der Grundgesamtheit
- $\sigma_{\bar{x}}^2$ = Streuung aller möglichen Stichprobenmittel

Für den Sicherheitsgrad 95,5% ist $\lambda = 2$. Für diesen λ -Wert liegen 95,5% aller überhaupt möglichen Stichprobenmittel \bar{x} im Bereich von $\mu \pm 2\sigma_{\bar{x}}$. Für unsere Erhebung ist der Sicherheitsgrad von 95,5% ausreichend.

Die Festlegung des Genauigkeitsgrades e sagt aus, wie gross die Abweichung der «Fehler» des durch die Stichprobe gefundenen Wertes (\bar{x}) vom wahren Wert (μ) unter Einhaltung des vorgeschriebenen Sicherheitsgrades höchstens sein darf. Formelmässig ist $e = \bar{x} - \mu$. Ziehen wir ohne Zurücklegen aus einer Grundgesamtheit von N -Elementen, deren Streuung σ^2 ist, eine Stichprobe im Umfange n , so ist die

* Nach der Promotionsarbeit «Automatisierung von Sortiervorgängen in Theorie und Praxis», Eidg. Technische Hochschule Zürich, Nr. 3332.

Streuung σ^2 aller überhaupt möglichen Stichprobenmittel durch die Formel $\sigma_x^2 = \frac{\sigma^2}{n} \cdot \frac{N-n}{N-1}$ gegeben. Ist N sehr gross, wird $\sigma_x^2 \approx \frac{\sigma^2}{n}$. Damit identisch ist die Aussage, dass das Verteilungsgesetz aller möglichen Werte $\frac{\bar{x} - \mu}{\sigma_x}$ annähernd durch die Normalverteilung mit dem Mittelwert 0 und der Streuung 1 wiedergegeben wird. Daher wird $\frac{\bar{x} - \mu}{\sigma_x} = \frac{(\bar{x} - \mu) \cdot \sqrt{n}}{\sigma} = \lambda$.

Diese Gleichung lösen wir nach n auf und erhalten $n = \frac{\lambda^2 \sigma^2}{e^2}$, wobei

- $\lambda = 2$ (für unseren Fall bei einem Sicherheitsgrad von 95,5%)
- $e =$ Genauigkeitsgrad
- $\sigma^2 =$ Streuung der Grundgesamtheit

Zu unserer Untersuchung genügt ein Genauigkeitsgrad von 1 km, also $e=1$. Die Streuung der Grundgesamtheit kennen wir nicht; wir sind aber in der Lage, diese Streuung σ^2 zu schätzen. Wir gehen dabei besonders vorsichtig vor und überschlagen, wie gross σ^2 höchstens sein kann. Das bedeutet, dass man für n einen etwas zu grossen Wert erhält oder, anders ausgedrückt, dass man eine grössere Genauigkeit erreicht als tatsächlich gefordert ist. Im Einzelfall wird die Distanz eines Briefes vom Aufgeber zum Empfänger in der Schweiz praktisch nie unter einem und nie über 401 Kilometer liegen. Die ungünstigste Häufigkeitsverteilung, das heisst jene mit der grössten Streuung σ^2 ergibt sich bei diesem Sachverhalt dann, wenn die eine Hälfte ($N/2$) genau bei einem Kilometer und die andere Hälfte genau bei 401 Kilometern liegt. μ wäre dann 201 km und $\sigma^2 = \frac{N}{2} (1 - 201)^2 + \frac{N}{2} (401 - 201)^2$

$\frac{N}{2} = 40\ 000$. Soll nun die Durchschnittsdistanz mit $\lambda = 2$ auf $e = 1$ km genau ermittelt werden, so erhält man bei sehr grossen N von 1 494 Millionen eine notwendige Stichprobe von $n = \frac{\lambda^2 \sigma^2}{e^2} = 160\ 000$ Briefen.

Auswahl der Briefe für die Erhebung. Um die 160 000 Briefe zu erfassen, schien es am praktischsten, verschiedene Stichproben an verschiedenen Tagen und an verschiedenen Orten durchzuführen. Dabei wurde auf eine zufällige Auswahl der Orte geachtet.

Für diese Erhebung wurden die Orte Bern, Schaffhausen, Grenchen, Langenthal, Wettingen, Lyss, Worb Dorf und Pieterlen zufällig gewählt. Nach den Erhebungen in diesen Orten wurde zur Prüfung der Ergebnisse ein weiterer Ort folgendermassen bestimmt: Jedem der Orte mit einer täglichen Briefausgabe von über 1000 Briefen wurden in alphabetischer Reihenfolge die letzten drei Ziffern

der fünfstelligen Zahlengruppen der Tabelle «zufällig angeordnete Zahlen» aus dem Buch «Planen und Auswerten von Versuchen» von A. Linder, in fortlaufender Reihenfolge zugeordnet. Hierauf wurden diese zugeordneten Zahlen mit den letzten drei Zahlen des Seva-Haupttreffers vom 2. Mai 1959 verglichen. Dabei kamen die zufällig zugeordneten Zahlen des Ortsnamens Delémont (Delsberg) den drei letzten Zahlen des Haupttreffers am nächsten.

Erhebungen der Finanzabteilung PTT im Jahre 1934 für die gesamte Briefpost und im Jahre 1959 für die maschinengestempelte Briefpost haben ergeben, dass die Tagesaufgabe von Montag bis und mit Freitag zwischen 16,5 und 17,7% der Wochenaufgabe schwankt. 1934 betrug die Samstagsaufgabe 13,1% und 1959 10,3% der Wochenaufgabe. Aus diesem Grunde wurden keine Zählungen an Samstagen durchgeführt. Bei den Erhebungen wurden nach Möglichkeit alle Wochentage zwischen Montag und Freitag berücksichtigt, obschon aus organisatorischen Gründen dem Donnerstag der Vorzug zu geben war. Nachfolgend sind die Daten der einzelnen Erhebungen aufgeführt:

Pieterlen, Donnerstag, den 29. Januar 1959; Worb Dorf, Mittwoch, den 11. Februar 1959; Lyss, Donnerstag, den 19. Februar 1959; Langenthal, Montag, den 9. März 1959; Grenchen, Donnerstag, den 19. März 1959; Wettingen, Donnerstag, den 16. April 1959; Schaffhausen, Donnerstag und Freitag, den 23. und 24. April 1959; Delsberg, Donnerstag, den 18. Juni 1959 und Bern, Dienstag, den 28. Juli 1959.

Durchführung der Erhebung. Die eigentliche Erhebung wurde an den angeführten Tagen in den genannten Orten durchgeführt. Dabei dauerte ein Tag 24 Stunden, also von 00.00–24.00. An einem solchen Messtag wurde die aufgegebene Briefpost nach der Stempelung ausgewertet. Von jedem Kuvert wurde dabei der Bestimmungsort notiert beziehungsweise gewisse grosse Bestimmungsorte wurden direkt in eine vorbereitete Tabelle eingetragen. Die so erfassten Ortsbezeichnungen wurden in den folgenden Tagen in ein alphabetisches Verzeichnis der schweizerischen Poststellen übertragen. Für jede Poststelle, die einen oder mehrere Briefe von der Erhebungspoststelle erhielt, wurde anschliessend der kürzeste Verbindungsweg mit Bahn, Schiff oder Postauto auf einer geeigneten Karte gemessen und die Distanz ebenfalls im alphabetischen Verzeichnis festgehalten.

Auszählung der Erhebung. Auf einer weiteren Liste (bei der je Erhebungspoststelle jeder Kilometer von 1 bis 400 aufgetragen war) wurde die Zahl Briefe nach den Bestimmungspoststellen geordnet, bei der entsprechenden Kilometerzahl eingetragen und schliesslich die Summe für die bei jedem Kilometer vorkommenden Briefe gebildet.

Stichprobenergebnisse. In *Tabelle I* sind die Ergebnisse für jeden Ort, an dem eine Stichprobe erfolgte, zusammengestellt. Dabei sind nur jene Briefe erfasst, bei denen Absender und Empfänger

sich in der Schweiz befinden; die übrigen Briefe, mit Empfänger im Ausland, umfassen ungefähr 10% der Aufgabe und wurden nicht berücksichtigt.

Tabelle I

Ort	Anzahl Briefe je Stichprobe	mittlere Distanz \bar{x} in km	mittlere quadratische Abweichung s^2	Variationskoeffizient in %
Bern	110 805	59,4	4060	107
Schaffhausen	36 480	53,7	4680	127
Delsberg	3 768	50	3440	117
Pieterlen	476	62	4380	106
Lyss	2 291	59	3540	101
Worb Dorf	1 043	55	3715	111
Langenthal	8 265	60,4	2620	85
Wettingen	2 842	45	3040	122
Grenchen	8 088	55	4430	121
Total	174 058	$\bar{x} = 55,5$		

Aus diesen Ergebnissen erhalten wir als mittleren Stichprobenwert eine durchschnittliche Distanz von 55,5 km je Brief. Bei einer Sicherheit $S = 95\%$ ist der Vertrauensbereich dieses Mittelwertes für die durchschnittliche Distanz eines Briefes $= 55,5 \text{ km} \pm 12,7$ Kilometer.

Weitere Gliederung des Erhebungsmaterials. Da die Distanzen der einzelnen Briefe zwischen 0 und 400 km schwanken können, ergeben sich bei den einzelnen Stichproben etwas grosse Streuungen. Das gab Anlass, das Erhebungsmaterial in Klassen zusammenzufassen.

Klassenbildung. Vorerst wurden alle Briefe der einzelnen Stichproben herausgegriffen, die für den eigenen Ort, das Ausland und die zehn grössten Schweizerstädte (Zürich, Basel, Genf, Bern, Lausanne, St. Gallen, Winterthur, Luzern, Biel, La Chaux-de-Fonds) bestimmt waren. Im Durchschnitt waren für diese Klasse 50,54% aller aufgegebenen Briefe eines Ortes bestimmt. Bei einer Sicherheit $S = 95\%$ ist der Vertrauensbereich dieses Mittelwertes $50,54\% \pm 5,05\%$.

Tabelle II Zusammenstellung der statistischen Brieferberhebungen

Orte	Distanzklassen														Summe
	0-25 km	25-50 km	50-75 km	75-100 km	100-125 km	125-150 km	150-175 km	175-200 km	200-225 km	225-250 km	250-275 km	275-300 km	300-325 km	325-350 km	
Pieterlen	18,6	12,3	5,2	1,9	2,8	3,0	1,1	1,1	1,5	—	0,2	0,7	0,4	0,2	49,0
Worb Dorf	15,3	8,9	7,9	4,8	2,9	1,8	2,9	1,3	1,2	0,5	0,5	0,2	—	0,1	48,3
Lyss	15,2	11,1	4,8	5,0	2,8	2,9	2,5	0,9	0,7	0,3	0,2	0,9	0,1	0,2	47,6
Langenthal	20,9	6,4	5,2	3,5	2,8	2,2	1,2	1,0	0,4	0,3	0,6	0,3	0,1	0,1	45,0
Grenchen	14,9	8,7	6,7	2,4	3,2	1,8	1,5	0,6	1,2	0,4	0,4	0,5	1,5	0,2	44,0
Wettingen	18,9	11,8	4,0	3,2	3,0	1,3	0,6	0,7	1,3	0,7	0,2	0,2	—	—	45,9
Schaffhausen	20,6	3,1	5,4	3,6	2,5	1,4	1,2	1,7	0,5	0,6	1,0	0,5	0,3	0,1	42,5
Delsberg	21,2	12,6	3,6	1,9	1,3	2,3	0,9	0,9	0,6	0,2	0,1	0,3	0,4	0,2	46,5
Bern	12,6	10,7	5,9	4,5	3,1	3,0	1,3	1,2	0,8	1,1	1,2	0,4	0,1	0,1	46,0
Summe	158,2	85,6	48,7	30,8	24,4	19,7	13,2	9,4	8,2	4,1	4,4	4,0	2,9	1,2	414,8

Die Zahlen in *Kursivschrift* geben die prozentualen Anteile der Gesamtaufgabe im jeweiligen Ort am Erhebungstag wieder.

Die verbleibenden Briefe wurden bei jeder der neun Stichproben nach Distanzen geordnet und Klassen mit einer Breite von 25 km gebildet.

Zweifache Streuungszerlegung. Für jede Distanzklasse wurde bei jeder der neun Stichproben der prozentuale Anteil der aufgegebenen Briefe bestimmt. Briefe der Klasse «eigener Ort», «Ausland» und «grosse Städte» blieben unberücksichtigt. In *Tabelle II* sind die Ergebnisse dieser Zuordnung zusammengestellt.

Zur Nachprüfung, ob die Unterschiede zwischen den Orten und Distanzklassen nur zufällig sind, führten wir eine zweifache Streuungszerlegung durch:

	Zahl der Freiheitsgrade	Summe der Abweichungsquadrate	Streuung
zwischen den Distanzklassen	$k-1 = 13$	$kA_1 = 2752,49$	$kS_1^2 = 211,73$
zwischen den Orten	$l-1 = 8$	$lA_1 = 2,62$	$lS_1^2 = 0,33$
Rest	$N-k-1+1 = 104$	$A_2 = 196,89$	$s_2^2 = 1,89$
Total	$N-1 = 125$	$A = 2952,00$	$s^2 = 23,61$

Die Festlegung der Unterschiede zwischen den Distanzklassen geschieht durch den F-Test über die Prüfgrösse $kS_1^2 : s_2^2 = 112$. Diesem Wert der Prüfgrösse kommt ein $\bar{S} > 99,9\%$ zu. Die Streuung zwischen den Distanzklassen ist somit gesichert grösser als jene innerhalb der Klassen. Da lS_1^2 kleiner als s_2^2 , und der Unterschied dieser beiden Streuungsschätzungen zufällig bleibt, sind die Unterschiede zwischen den Orten nur zufällig.

Regression zwischen aufgebener Briefpost und Distanz. Dieses Ergebnis veranlasste uns, die Regression zwischen dem prozentualen Anteil der aufgegebenen Briefpost und der Distanz zum Bestimmungsort zu untersuchen. Dabei wurde die Klasse

mit den Briefen «eigener Ort», «Ausland» und «grosse Städte» wiederum nicht berücksichtigt. Zur Korrelationsrechnung wurden jeweils die einzelnen Stichprobenwerte der Tabelle II verwendet. Dabei wurde folgende Gleichung als Regressionsgleichung errechnet:

$$A = 0,63 + \frac{225}{D_i}$$

A = prozentuale Briefpostaufgabe eines Ortes
 D_i = Distanz vom Absender zum Empfänger

Der Korrelationskoeffizient beträgt 0,947 und somit das Bestimmtheitsmass 0,896. Es ergibt sich also ein eng hyperbelähnlicher Zusammenhang zwischen aufgebener Briefpost und Distanz zum Bestimmungsort. Diese Kurve ist in *Figur 1* dargestellt.

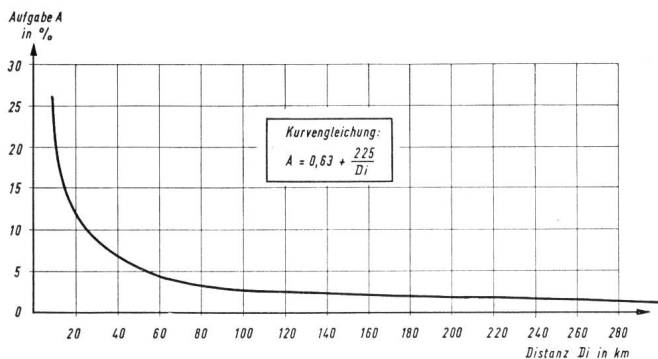


Fig. 1 Regression für die prozentuale Briefpostaufgabe einer beliebigen schweizerischen Poststelle in Abhängigkeit der Distanz von Aufgabe- zum Bestimmungsort

2. Paketpost

Für eine Planung der automatischen Paketsortierung ist es ebenfalls notwendig, die mittlere Distanz eines aufgegebenen Paketes, bei dem sich Absender und Empfänger in der Schweiz befinden, zu kennen.

Die Erhebung erfolgt auf Stichprobenbasis. Die wesentlichen Punkte für die Planung sind:

Grundgesamtheit. Für die Erhebung wurde der Paketverkehr des Jahres 1957 herangezogen. Gemäss Postverkehrsstatistik bilden N = 87 031 000 Pakete die Grundgesamtheit.

Umfang der Stichprobe. Bei vorgegebenem Genauigkeits- und Sicherheitsgrad ist es möglich, nach der Formel $n = \frac{\lambda^2 \sigma^2}{e^2}$ die Grössenordnung des Stichprobenumfanges zum voraus zu bestimmen. Für die Festlegung der mittleren Paketdistanz genügt ein Genauigkeitsgrad von 1,2 km, also $e = 1,2$. Der Sicherheitsgrad beträgt wiederum 95,5%, also $\lambda = 2$. Die Streuung σ^2 schätzen wir wiederum gleich wie bei der Briefpost und erhalten $\sigma^2 = 40\,000$. Soll nun die Durchschnittsdistanz mit $\lambda = 2$ auf $e = 1,2$ Kilometer genau ermittelt werden, so erhalten wir bei dem sehr grossen N eine notwendige Stichprobe von $n = 111\,111$ Paketen.

Auswahl der Pakete für die Erhebung. Um die 111 111 Pakete zu erfassen, war es wiederum zweck-

mässig, verschiedene Stichproben an verschiedenen Tagen und an verschiedenen Orten durchzuführen. Dabei wurden in folgenden, zufällig ausgewählten Orten der Briefposterhebung auch für die Pakete Stichproben durchgeführt: Bern, Schaffhausen, Langenthal, Wettingen, Lyss, Worb Dorf, Pieterlen und Delsberg. Weitere Stichprobenerhebungen wurden in den zufällig ausgewählten Orten Zürich, Basel, Lauenen bei Gstaad, Grindelwald, Kirchberg BE und Kilchberg ZH vorgenommen. Um einen repräsentativen Mittelwert zu erhalten, wurden die Stichproben für die Pakete in den grossen Städten an einzelnen Tagen, und in den übrigen Orten während einer oder mehrerer Wochen oder sogar Monate durchgeführt. Die Daten der einzelnen Erhebungen sind: Zürich, Dienstag, den 10. September 1957; Basel, Mittwoch, den 18. September 1957; Bern, Montag, den 6. Mai 1957; Schaffhausen, 5.–7. September 1957; Worb Dorf, 27. März bis 15. Mai 1957; Pieterlen, 14. März bis 4. Juni 1957; Lauenen b. Gstaad, 5. Januar bis 30. Dezember 1957; Grindelwald, 27. März bis 28. Juni 1957; Langenthal, 1.–7. Mai 1957; Kirchberg BE, 20. April bis 12. Juni 1957; Lyss, 25. Mai bis 17. Juni 1957; Wettingen, 8.–20. Juli 1957; Delsberg, 14.–19. Januar 1957 und Kilchberg ZH, 13.–18. Mai 1957.

Durchführung der Erhebung. Die uneingeschriebenen Päckchen bis zu einem Kilogramm werden bei der schweizerischen Post als Briefpost befördert. (Sie wurden in unserer Briefposterhebung miterfasst.) Hier konnte daher eine Beschränkung auf die eingeschriebenen Pakete vorgenommen werden, da (im Zeitpunkt, als diese Studie durchgeführt wurde) alle Pakete über ein Kilogramm eingeschrieben werden mussten. Alle diese Pakete werden fortlaufend in das Paketeinschreibebuch eingetragen, wobei Gewicht, Aufgabennummer, Absender, Bestimmungsort und allfällige Bemerkungen (wie Eilzustellung, Fragile, Sperrgut usw.) anzuführen sind. Dies ermöglichte, die Erhebung an einem zentralen Ort durchzuführen. Deshalb wurden die entsprechenden Einschreibebücher von den ausgewählten Poststellen verlangt und daraus für die vorstehend genannten Messperioden die Bestimmungsorte der Pakete in ein alphabetisches Verzeichnis der schweizerischen Poststellen übertragen. Anschliessend wurde wiederum für jede Poststelle, die ein oder mehrere Pakete von der Erhebungspoststelle erhielt, der kürzeste Verbindungsweg mit Bahn, Schiff oder Postauto ermittelt und ebenfalls in das alphabetische Verzeichnis eingetragen.

Auszählung der Erhebung. Auf einer weiteren Liste, in der je Erhebungspoststelle jeder Kilometer von 1 bis 400 aufgetragen war, wurde die Zahl Pakete von den Bestimmungspoststellen unter der entsprechenden Kilometerzahl notiert und die Summe für die je Kilometer vorkommende Paketzahl ermittelt.

Stichprobenergebnisse. In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse für jeden Ort, an dem eine Stichprobe erfolgte, zusammengestellt. Dabei sind nur

jene Pakete erfasst, bei denen sich Absender und Empfänger in der Schweiz befinden. Die übrigen Pakete (Empfänger im Ausland), ungefähr 2,4% der Aufgabe, bleiben hier unberücksichtigt. Als mittleren Stichprobenwert erhielten wir eine mittlere Distanz von 98,8 km je Paket. Bei einer Sicherheit $S = 95\%$ ist der Vertrauensbereich dieses Mittelwertes für die durchschnittliche Distanz eines Paketes gleich $98,8 \text{ km} \pm 10,8 \text{ km}$.

Ort	Anzahl Pakete je Stichprobe	mittlere Distanz \bar{x} in km	mittlere quadratische Abweichung s^2	Variationskoeffizient in %
Zürich	42 849	115	3210	49,3
Basel	15 051	126	5430	58,5
Bern	10 186	98	4230	66,3
Schaffhausen	3 836	119	7320	74,1
Worb Dorf	5 784	86	4860	81,1
Pieterlen	6 161	74	3180	76,2
Lauenen b. Gstaad	2 584	110	5510	67,6
Grindelwald	5 559	126	3405	46,2
Langenthal	4 969	87	3910	72,0
Kirchberg BE	5 677	77	3870	81,0
Lyss	5 979	85	4280	76,8
Wettingen	3 416	91	5180	79,0
Delsberg	3 495	77	4290	85,0
Kilchberg ZH	2 379	113	7050	74,2
Total	117 925	$\bar{x} = 98,8$		

Weitere Gliederung des Erhebungsmaterials. Da die Distanzen der einzelnen Pakete wiederum zwischen 0 und 400 km schwanken können, ergeben sich bei den einzelnen Stichproben grosse Streuungen. Das Erhebungsmaterial wurde deshalb ebenfalls in Klassen zusammengefasst.

Klassenbildung. Vorerst werden alle jene Pakete der einzelnen Stichproben herausgegriffen, die für den eigenen Ort, das Ausland und die zehn grössten Schweizerstädte bestimmt waren. Im Durchschnitt entfielen auf diese Klasse 28,9% aller aufgegebenen Pakete eines Ortes. Bei einer Sicherheit $S = 95\%$ ist der Vertrauensbereich dieses Mittelwertes $28,9\% \pm 2,1\%$.

Die restlichen Pakete wurden bei jeder der 14 Stichproben in Distanzklassen mit einer Breite von 25 km geordnet.

Zweifache Streuungszerlegung. Für jede Distanzklasse wurde bei jeder der 14 Stichproben der prozentuale Anteil der aufgegebenen Pakete errechnet. Pakete der Klasse «eigener Ort», «Ausland» und «grosse Städte» sind nicht mehr berücksichtigt. *Tabelle III* enthält die Ergebnisse dieser Zuordnung.

Zur Nachprüfung, ob die Unterschiede zwischen den Orten und Distanzklassen nur zufällig sind, führten wir eine zweifache Streuungszerlegung durch:

	Zahl der Freiheitsgrade	Summe der Abweichungsquadrate	Streuung
zwischen den Distanzklassen	$k-1 = 13$	$kA_1 = 3424,6$	$k s_1^2 = 263,4$
zwischen den Orten	$l-1 = 13$	$lA_1 = 9,5$	$l s_1^2 = 0,73$
Rest	$N-k-1+l = 169$	$A_2 = 1140,4$	$s_2^2 = 6,74$
Total	$N-1 = 195$	$A = 4574,5$	$s^2 = 23,45$

Die Festlegung der Unterschiede zwischen den Distanzklassen geschah mit dem F-Test über die

Tabelle III Zusammenstellung der statistischen Paketerhebungen

Orte	Distanzklassen														Summe
	0-25 km	25-50 km	50-75 km	75-100 km	100-125 km	125-150 km	150-175 km	175-200 km	200-225 km	225-250 km	250-275 km	275-300 km	300-325 km	325-350 km	
Zürich	9,8	10,1	12,9	8,2	6,1	3,9	5,7	2,2	5,3	2,3	1,4	0,6	0,1	—	68,6
Basel	6,7	5,7	11,7	6,0	9,3	7,7	5,0	5,2	3,6	3,4	1,4	3,4	1,0	0,1	70,2
Bern	10,0	15,6	9,3	9,6	6,2	5,9	3,3	3,5	2,2	2,6	2,0	0,3	0,2	0,1	70,8
Schaffhausen	9,2	6,5	8,9	8,6	7,0	4,3	3,1	5,3	1,9	3,0	3,1	1,6	1,7	0,1	64,3
Worb Dorf	15,3	16,6	8,4	8,7	5,9	4,0	4,1	2,0	1,7	2,3	2,5	0,6	0,1	0,1	72,3
Pieterlen	16,0	21,4	10,0	4,5	4,3	3,5	2,8	1,0	1,7	0,3	0,5	1,3	0,6	—	67,9
Lauenen b. Gstaad	19,2	1,9	10,1	7,5	4,6	9,1	3,5	3,7	4,2	0,8	1,9	0,9	0,1	0,1	67,6
Grindelwald	5,6	6,9	4,5	8,1	9,4	8,6	9,6	5,4	3,3	2,2	0,9	0,1	0,1	0,1	64,8
Langenthal	17,6	11,5	11,0	9,2	6,5	6,4	3,8	3,7	1,7	1,1	1,1	0,8	0,1	0,1	74,6
Kirchberg BE	17,9	16,0	11,6	7,2	5,2	5,5	4,2	2,0	1,0	0,2	1,2	0,8	0,2	0,1	73,1
Lyss	15,2	17,3	9,4	9,4	3,7	5,5	3,3	3,0	1,4	1,0	1,2	1,5	0,4	0,3	72,6
Wettingen	8,5	15,2	10,2	12,0	4,8	5,3	2,5	5,6	4,5	2,7	0,8	0,2	0,1	—	72,4
Delémont	25,4	15,5	8,5	6,7	3,7	5,1	2,5	1,4	1,9	0,7	0,4	0,4	0,5	0,1	72,8
Kilchberg ZH	6,7	12,5	10,3	6,7	8,1	4,1	4,3	3,6	4,3	2,5	1,8	2,5	0,3	—	67,7
Summe	183,1	172,7	136,8	112,4	84,8	78,9	57,7	47,6	38,7	25,1	20,2	15,0	5,5	1,2	979,7

Die Zahlen in *Kursivschrift* geben die prozentualen Anteile der Gesamtaufgabe im jeweiligen Ort an den Erhebungstagen wieder.

Prüfgrösse $k s_1^2 : s_2^2 = 39,1$. Diesem Wert der Prüfgrösse kommt ein $\bar{s} > 99,9\%$ zu. Die Streuung zwischen den Distanzklassen ist somit gesichert grösser als jene innerhalb der Klassen. Da s_1^2 kleiner als s_2^2 , und der Unterschied dieser beiden Streuungsschätzungen zufällig bleibt, sind die Unterschiede zwischen den Orten nur zufällig.

Regression zwischen aufgegebenen Paketpost und Distanz. Auch hier wurde eine Korrelationsrechnung über den prozentualen Anteil der aufgegebenen Paketpost und der Distanz zum Bestimmungsort durchgeführt. Es ergab sich ein Korrelationskoeffizient $r = 0,659$ und ein Bestimmtheitsmass $B = 0,434$. Wir haben also einen mässigen Zusammenhang.

In *Figur 2* ist die Abhängigkeit der prozentualen Paketpostaufgabe der schweizerischen Poststellen von der Entfernung Aufgabeort-Bestimmungsort graphisch dargestellt. Sie lässt die grossen Streuungen innerhalb der Klassen deutlich erkennen.

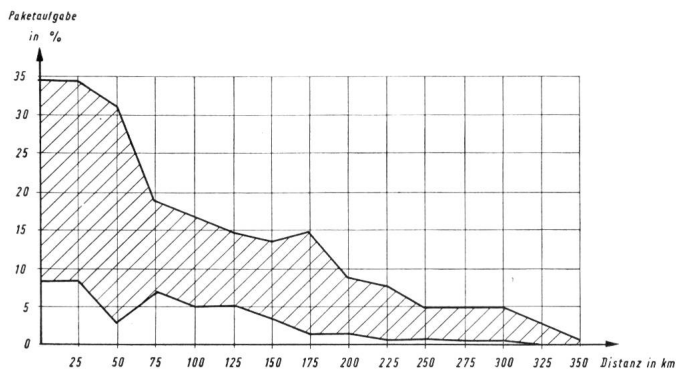


Fig. 2 Abhängigkeit der prozentualen Paketpostaufgabe der schweizerischen Poststellen von der Distanz des Aufgabeortes zum Bestimmungsort

3. Einzahlungsscheine und Giroverkehr

Die Einzahlungsscheine werden von der aufgebenden Poststelle zum Bestimmungsort gleich wie Briefe befördert. Aus diesem Grunde wurden sie auch in den Briefzählungen erfasst.

Die Giri werden vom Aufgeber mit dem Postcheck in einem verschlossenen Kuvert an das Checkamt geschickt. Diese Briefumschläge wurden daher bereits mit der Briefpost erfasst. Die gebuchten Abschnitte werden dem Kontoinhaber vom Checkamt wiederum in einem Brief zugestellt (auch sie wurden bei der Briefpost erfasst).

Bei dieser statistischen Erhebung geht es im weitern noch um die Bestimmung des prozentualen Anteils von Einzahlungsscheinen, bei denen die aufgebende Poststelle zum Einzugsgebiet des Bestimmungsortes gehört. Für den Giroverkehr sollte man ebenfalls den prozentualen Anteil kennen, bei dem sich der aufgebende und empfangende Kontoinhaber im gleichen Postcheckamt befinden.

Die entsprechende Erhebung geschieht ebenfalls auf Stichprobenbasis, deren wesentlichste Punkte nachfolgend aufgeführt sind:

Grundgesamtheit. Für die Erhebung der Einzahlungsscheine wurde der Verkehr des Jahres 1950 gewählt. Gemäss Postverkehrsstatistik bilden 103 800 000 Einzahlungsscheine die Grundgesamtheit.

Beim Giroverkehr wählten wir das Jahr 1959, mit 86 000 000 Giri als Grundgesamtheit.

Umfang der Stichprobe. Bei der Bestimmung der mittleren Distanz der Briefe haben wir einen heterograden oder quantitativen Fall. Bei den Einzahlungsscheinen und Giri liegt hingegen ein homograden oder qualitativer Fall vor. Eine Regel sagt, dass alle für den heterograden Fall angestellten Überlegungen auch für den homograden Fall Gültigkeit haben, wenn anstelle der Streuung der Grundgesamtheit σ^2 der Wert PQ gewählt wird. In unserem Fall haben wir eine Grundgesamtheit von N Einzahlungsscheinen, M davon sind für das eigene Checkamt, und daher $N-M$ für die übrigen Checkämter bestimmt. Aus dieser Tatsache erhalten wir für den Wert $P = M/N$ und für Q den Wert $(N-M)/N$. Im Abschnitt 1 (Briefpost) ergab sich für die Grössenordnung des Stichprobenumfanges bei vorgegebenem Genauigkeits- und Sicherheitsgrad $n = \frac{\lambda^2 \sigma^2}{e^2}$. Er-

setzen wir σ^2 durch PQ , erhalten wir für unsern Fall:

$$n = \frac{\lambda^2 \cdot PQ}{e^2}$$

$$\lambda = 2 \text{ (für unsern Fall bei einem Sicherheitsgrad von } 95,5\% \text{)}$$

$$e = \text{Genauigkeitsgrad}$$

$$P = M/N, \text{ wobei } M = \text{Anzahl Einzahlungsscheine für das eigene Checkamt und } N = \text{Grundgesamtheit}$$

$$Q = (N-M)/N$$

Bei den Einzahlungsscheinen werden schätzungsweise 70% aller aufgegebenen Scheine für das Checkamt im eigenen Kreis bestimmt sein. Setzt man also für $P = 0,7$ und $Q = 0,3$ in die obige Formel ein, so ergibt sich bei einem Genauigkeitsgrad von 0,5% ein erforderlicher Stichprobenumfang von 22 400 Einzahlungsscheinen.

Bei den Giri befinden sich schätzungsweise bei 50% aller Abschnitte der aufgebende und empfangende Kontoinhaber im gleichen Checkamt. $P = Q = 0,5$. Das ergibt einen erforderlichen Stichprobenumfang von 40 000 Giri (beim selben Genauigkeitsgrad wie bei den Einzahlungsscheinen).

Auswahl der Stichprobe. Um die notwendigen Einzahlungsscheine und Giri zu erfassen, schien es wiederum am praktischsten, verschiedene Stichproben an verschiedenen Tagen und an verschiedenen Orten durchzuführen. Solche Erhebungen wurden bereits gemacht.

Durchführung der Erhebungen. Am 1. und 2. September 1950 führte der Postcheckdienst der Generaldirektion PTT die entsprechenden Erhebungen für die Einzahlungen, und im Monat Oktober 1959 für die Giri in der ganzen Schweiz durch.

Stichprobenergebnisse. Bei 70,19% aller aufgegebenen *Einzahlungsscheine* gehört die aufgebende Poststelle zum Einzugsgebiet des Bestimmungsscheckamtes. Bei einer Sicherheit $S = 95\%$ ist der Vertrauensbereich dieses Mittelwertes $70,19\% \pm 0,045\%$.

Bei 52,41% aller Giri gehören der aufgebende und empfangende Kontoinhaber zum gleichen Checkamt. Bei einer Sicherheit $S = 95\%$ ist der Vertrauensbereich dieses Mittelwertes $52,41\% \pm 0,024\%$.

4. Paketformat

Voraussetzung einer automatisierten Paketsortierung ist die Kenntnis der anfallenden Formate, sowie deren Häufigkeit, was durch statistische Erhebungen festzustellen war.

Die Erhebung geschah auf Stichprobenbasis.

Grundgesamtheit. Für die Erhebung wurde der Paketverkehr vom 1. Oktober 1959 bis zum 30. September 1960 gewählt. Gemäss der Postverkehrsstatistik stellen 91 556 000 Pakete die Grundgesamtheit N dar.

Umfang der Stichprobe. Bei vorgegebenem Genauigkeits- und Sicherheitsgrad ist es möglich, die Grössenordnung des Stichprobenumfanges nach der folgenden Formel zu bestimmen:

$$n = \frac{\lambda^2 \cdot PQ}{e^2}$$

$\lambda = 2$ für unsern Fall bei einem Sicherheitsgrad von 95,5%

$e =$ Genauigkeitsgrad

$P = M/N$, wobei $M =$ Zahl Pakete mit dem am häufigsten vorkommenden Format,
 $N =$ Grundgesamtheit

$$Q = (N-M)/N$$

Bei 80 von 100 Paketen wird schätzungsweise immer das gleiche Format auftreten. Für P erhalten wir also den Wert 0,8 und somit für $Q = 0,2$. Bei einem Genauigkeitsgrad von 0,5% erhalten wir nach obiger Formel mit den geschätzten P - und Q -Werten einen erforderlichen Stichprobenumfang von 25 600 Paketen.

Auswahl der Pakete für die Erhebung. Um die 25 600 Pakete zu erfassen, schien es am zweckmässigsten, Stichproben in einem grossen Paketversand, einer grossen Paketausgabe und zur Kontrolle in einem zufällig ausgewählten mittleren Ort durchzuführen.

Da der Paketversand Zürich, wo alle Aussertstücke verarbeitet werden, ein sehr grosses Einzugsgebiet hat, fiel die Wahl auf diesen Ort. Die Erhebung wurde vom 12. November 1959, 18.00 Uhr, bis zum 13. November 1959, 18.00 Uhr, durchgeführt.

Für die Paketausgabe fiel die Wahl, der grossen Menge wegen, ebenfalls auf Zürich. In der Paketausgabe werden alle Pakete (Sack- und Aussertstücke) verarbeitet. Diese Erhebung fand vom 19. November 1959, 18.00 Uhr, bis zum 20. November

1959, 18.00 Uhr statt, wobei während dieser Zeit im Paketversand wie in der Paketausgabe, alle Pakete erfasst wurden.

Zur Kontrolle der Ergebnisse wurden am 10. Juni 1960 in Delsberg (dieser Ort wurde wie erinnerlich, für die statistischen Erhebungen der Briefpost zufällig ausgewählt) alle aufgegebenen, ankommenden und durchgehenden Pakete auf ihr Format hin untersucht.

Durchführung der Erhebung. Für die Erhebung wurden die Pakete nach folgenden Formaten unterschieden:

quaderförmig	Darunter wird ein Gegenstand verstanden, der in eine quaderförmige Schachtel mit Deckel verpackt wird.
beinahe quaderförmig	Bei diesen Paketen sind eine oder mehrere Flächen trapezförmig, aber die sich darin befindlichen Gegenstände könnten sehr gut in eine quaderförmige Schachtel verpackt werden.
unförmig	
rund	
Kisten	
Säcke	
Zeitungsbunde	

unförmig
rund
Kisten
Säcke
Zeitungsbunde

Stichprobenergebnis. Dadurch, dass wir uns auf alle Pakete während je eines Tages im Paketversand und in der Paketausgabe Zürich festlegten, umfasste die Stichprobe mit Delsberg zusammen nicht nur 25 600, sondern 66 315 Pakete. Aus diesen Ergebnissen erhielten wir für das mit einem mittleren Stichprobenwert von 83,1% am häufigsten vorkommende Format quaderförmige Pakete. Bei einer Sicherheit $S = 95\%$ ist der Vertrauensbereich dieses Mittelwertes für die quaderförmigen Pakete $= 83,1\% \pm 0,29\%$.

Rückschluss von der Stichprobe auf die Grundgesamtheit. Um den erhaltenen Mittelwert auf eine andere Art zu prüfen, wurden aus den Erhebungen in fortlaufender Reihenfolge immer 100 quaderförmige Pakete herausgegriffen und alle andern Pakete gezählt, die während des Anfalls dieser 100 Pakete erfasst wurden. Daraus wurde der Prozentsatz der quaderförmigen Pakete von dieser Zahl bestimmt. Diesen Prozentsatz nennen wir Unterklasse. Zehn solcher Unterklassen fasst man in fortlaufender Reihenfolge des Erhebungsverlaufes in eine Klasse zusammen und berechnet deren Streuung. Dann bestimmten wir die Streuung zwischen den Klassen und erhielten $s_1^2 = 113,4$. Für die Streuung innerhalb der Klassen ergab sich $s_2^2 = 190,4$. Die Nachprüfung der Erhebung mit dem F -Test über die Prüfgrösse $s_1^2:s_2^2 = 0,595$ lässt sofort erkennen, dass dem gefundenen Wert der Prüfgrösse ein $\bar{s} < 95\%$ zukommt. Die Streuung zwischen den Klassen ist nicht ge-

sichert grösser als innerhalb der Klassen. Man kann also annehmen, dass der gefundene Mittelwert allgemeine Gültigkeit besitzt.

II. Umformung der schweizerischen Ortsnamen im Blick auf eine maschinelle Sortierung

Ein Ortsname auf einem Brief oder einem Paket bedeutet für den Postbeamten eine Nachricht. Sie teilt ihm mit, wohin der Gegenstand zu gelangen hat. Um in diese beliebig anfallenden Nachrichten ein wenig Ordnung zu bringen, bedienen wir uns der Informationstheorie. Diese hat den grossen Vorteil, dass sie eine Nachrichtenmenge quantisiert und eine Nachrichteneinheit festlegt, mit der man den Informationsgehalt einer Nachricht zahlenmässig erfassen kann. Bei allen Untersuchungen wird die Informationstheorie dazu verwendet, um die Ortsnamen mit einem minimalen Aufwand zu codieren.

1. Theoretische Studie über die schweizerischen Ortsnamen

1.1. Ortsnamenlänge

Bevor wir uns mit der Umformung der schweizerischen Ortsnamen bezüglich einer maschinellen Briefsortierung beschäftigten, war eine kleine Studie über die schweizerischen Ortsnamen durchzuführen. In diesem Abschnitt sind die 6386 Ortsnamenlängen des Ortsverzeichnis der Postausgabe des amtlichen Kursbuches erfasst. Dabei handelt es sich um 3840 deutsche, 1619 französische, 537 italienische und 390 romanische Ortsbezeichnungen. *Figur 3* zeigt das Er-

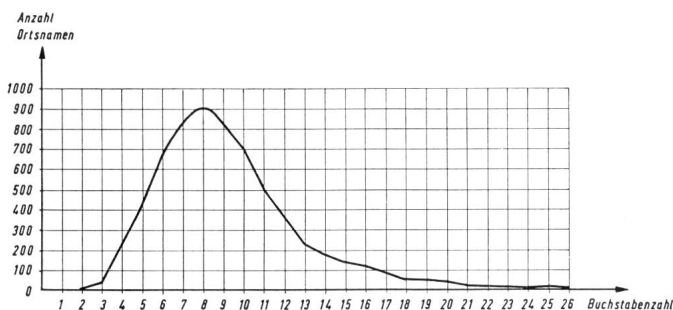


Fig. 3 Längen der 6386 Ortsnamen

gebnis dieser Erhebung. Daraus ist ersichtlich, dass bei etwa 900 Ortsnamen die Länge 8 Buchstaben beträgt, der Mittelwert liegt jedoch bei 9,3 Buchstaben. Das Bild dieser Kurve lässt vermuten, dass wir hier eine Normalverteilung oder Glockenkurve vor uns haben. Sie erfüllt auch die *Camp-Meidell*-Bedingung, nach der die Kurve einer Häufigkeitsdichte nur ein Maximum in der Nähe des Mittelwertes hat. Die *Camp-Meidell*-Bedingung kann als Kriterium verwendet werden, um eine angenäherte Normalverteilung oder eine Normalverteilung festzustellen. In der folgenden tabellarischen Zusammenstellung sind die Grenzwerte der Kurve der Ortsnamenlängen zusammengestellt und mit den Grenzwerten einer

Normalverteilung sowie einer beliebigen Verteilung, die noch der *Camp-Meidell*-Bedingung genügt, verglichen.

Grenzen	Normalverteilung	Kurve der Ortsnamenlängen, prozentualer Anteil liegt ausserhalb der angegebenen Grenzen	Weniger als die genannten % bei einer beliebigen Verteilung, die noch der <i>Camp-Meidell</i> -Bedingung genügt
$\mu \pm 2\sigma$	4,56%	4,37%	< 11,1%
$\mu \pm 2,5\sigma$	1,24%	3,06%	< 7,1%
$\mu \pm 3\sigma$	0,27%	1,49%	< 4,9%
$\mu \pm 3,5\sigma$	0,05%	0,49%	< 3,6%
$\mu \pm 4\sigma$	0,006%	0,19%	< 2,8%
$\mu \pm 4,5\sigma$	0,0007%	0,14%	< 2,2%
$\mu \pm 5\sigma$	0,00006%	0,00%	< 1,8%

Diese Zusammenstellung zeigt, dass unsere Kurve eine angenäherte Normalverteilung ist. Die allgemeine Formel der Normalverteilung lautet:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

wobei μ = Mittelwert = 9,218

σ = Streuung = 3,48

1.2 Aufbau nach Silben

In dieser Untersuchung werden die einzelnen Ortsnamen als Worttypen nach dem Merkmal der Silbenzahl je Wort erfasst. Ein Ortsname kann i Silben aufweisen. Alle Ortsnamen mit der gleichen Silbenzahl wurden zusammengefasst, um dann die Häufigkeit p_i des Auftretens i -silbiger Namen in der Gesamtheit der Ortsnamen zu bestimmen. Dabei wurden die 3767 Namen der Orte mit einem Postamt oder -bureau untersucht. Die längste Ortsbezeichnung besteht aus 10 Silben, die kürzeste aus einer. In der *Figur 4* sind die relativen Häufigkeiten p_i der Silbenzahlen je Namen graphisch dargestellt.

Sie zeigt, dass das Maximum der relativen Häufigkeiten p_i der Silbenzahlen bei 3 Silben, der Mittelwert bei 3,22 Silben liegt. Das Bild dieser Kurve lässt vermuten, dass es sich hier um eine angenäherte Normalverteilung handelt. Die Kurve erfüllt auch die *Camp-Meidell*-Bedingung, nach der die Kurve einer Häufigkeitsdichte nur ein Maximum in der Nähe des Mittelwertes hat. In der folgenden Tabelle

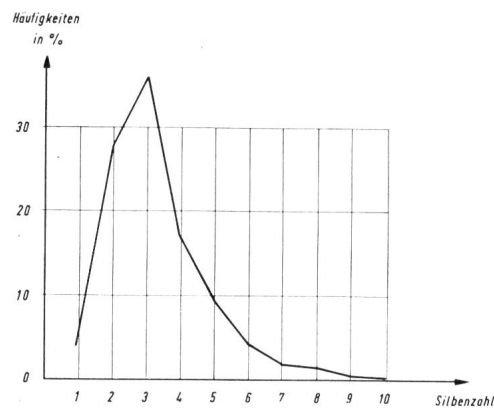


Fig. 4 Relative Häufigkeiten p_i der Ortsnamensilbenzahlen

sind die Grenzwerten der Kurve der Silbenzahlen zusammengestellt und mit den Grenzwerten einer Normalverteilung sowie einer beliebigen Verteilung, die noch der Camp-Meidell-Bedingung genügt, verglichen.

Grenzen	Normalverteilung	Kurve der relativen Häufigkeit p_i der Silbenzahlen je Namen, prozentualer Anteil liegt ausserhalb der angegebenen Grenzen	Weniger als die genannten Prozent bei einer beliebigen Verteilung, die noch der Camp-Meidell-Bedingung genügt
$\mu \pm 2\sigma$	4,56%	6,80%	< 11,1%
$\mu \pm 2,5\sigma$	1,24%	2,52%	< 7,1%
$\mu \pm 3\sigma$	0,27%	2,52%	< 4,9%
$\mu \pm 3,5\sigma$	0,05%	0,82%	< 3,6%
$\mu \pm 4\sigma$	0,006%	0,82%	< 2,8%
$\mu \pm 4,5\sigma$	0,0007%	0,16%	< 2,2%
$\mu \pm 5\sigma$	0,00006%	0,05%	< 1,8%

Daraus ist ersichtlich, dass unsere Kurve eine angenäherte Normalverteilung ist. Deren allgemeine Formel

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \text{ lautet,}$$

wobei μ = Mittelwert = 3,22
 σ = Streuung = 1,22.

Gleichzeitig ist aus dieser Untersuchung ersichtlich, dass sich die 3767 Ortsnamen aus 1768 verschiedenen Silben aufbauen. Unter Verwendung der durch $H = \sum_{i=1}^n p_i \cdot \log_2 p_i$ (bit/Symbol) definierten Formel für die Entropie, berechnet sich diese aus den Werten der Figur 4 zu $H = 2,33$ bit/Namen.

Fucks fand einen gesetzmässigen Zusammenhang (Figur 5) zwischen der mittleren Silbenzahl je Wort \bar{i} und der Entropie H für Sprachen der verschiedenen Sprachfamilien. Tragen wir die errechneten Werte \bar{i} und H der Ortsnamen in diese Kurve ein, so ist ersichtlich, dass dieser Wert im Streubereich der Kurve liegt.

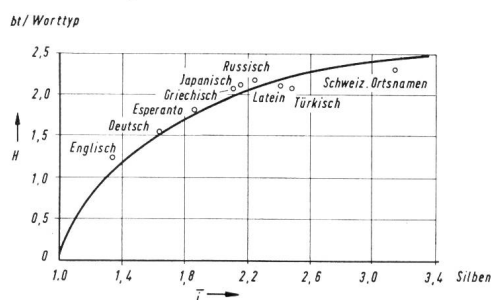


Fig. 5 Zusammenhang zwischen der mittleren Silbenzahl je Wort \bar{i} und der Entropie H (nach Fucks)

Das Gesetz von Fucks, wonach für die Bildung von Wörtern aus Silben zwischen der Häufigkeit p_i der i -silbigen Wörter und ihrer Silbenzahl als einziger frei verfügbarer Parameter die mittlere Silbenzahl \bar{i} auftritt, gilt auch für die schweizerischen Ortsnamen.

Die mathematische Formulierung dieses Gesetzes lautet:

$$p_i = \frac{e^{-(\bar{i}-1)} \cdot (\bar{i}-1)^{i-1}}{(i-1)!}$$

1.3 Aufbau nach Buchstaben

Diese Untersuchung wurde über die 6386 Ortsnamen im Ortsverzeichnis der schweizerischen Post durchgeführt. Von diesen Orten besitzen nur 3767 ein Postamt oder -bureau.

Tabelle IV ist eine Zusammenstellung der Häufigkeit der einzelnen Buchstaben an den einzelnen Stellen. Dabei ist zum Beispiel der Buchstabe r der Ortsbezeichnung Bern, der Buchstabe an dritter Stelle. Die Buchstabenhäufigkeiten an der 1. Stelle, den Stellen 1-4 und an allen Stellen werden nachfolgend noch eingehender behandelt.

Die Buchstabenhäufigkeiten an der 1. Stelle der Ortsnamen sind in Figur 6 dargestellt.

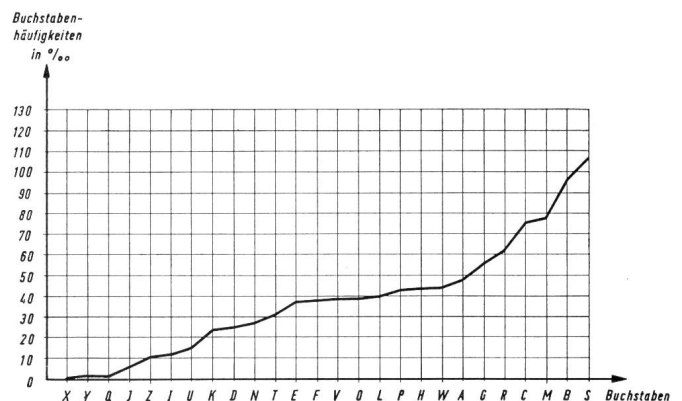


Fig. 6 Buchstabenhäufigkeit in der 1. Kolonne der 6386 Ortsnamen

Für diese Kurve wurde folgende Regressionsgleichung errechnet:

$$Y = 2,65 + 1,02x + 0,092x^2$$

Dabei bedeutet Y die Buchstabenhäufigkeit in Promille und x die Rangordnung der Buchstaben. Für diese Regressionsgleichung wurde ein Bestimmtheitsmass von 0,93 errechnet.

Die Buchstabenhäufigkeiten an den vier ersten Stellen der Ortsnamen zeigt Figur 7. Für diese Kurve

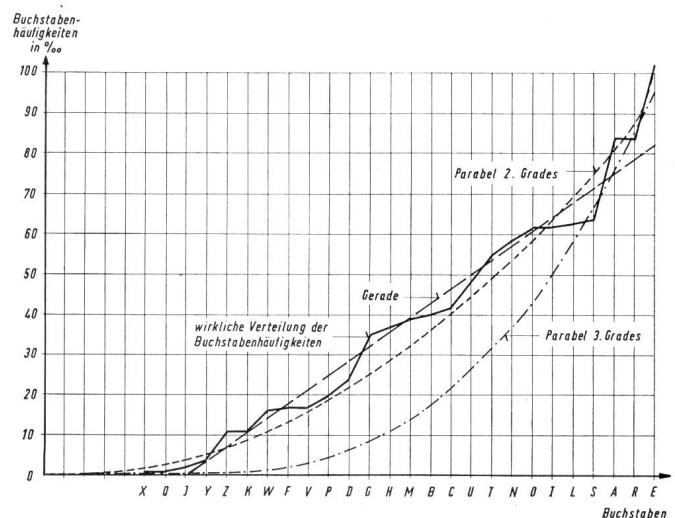


Fig. 7 Buchstabenhäufigkeit in der 4. Kolonne der 6386 Ortsnamen

**Zusammenstellung
der Häufigkeit der Buchstaben an den einzelnen Stellen der 6386 schweizerischen Ortsnamen**

Tabelle IV

Kolonne	A	B	C	D	E	F	G	H	J	I	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	Total
1	296	613	484	164	234	244	365	281	39	78	164	257	497	172	248	273	5	392	684	198	96	246	283	—	4	69	6386
2	1114	171	193	13	939	28	34	189	—	745	—	240	36	134	978	44	1	570	94	143	655	21	16	4	20	4	6386
3	417	100	191	120	705	79	232	266	1	288	18	639	249	706	168	75	6	748	357	430	373	100	10	13	31	61	6383
4	255	136	202	330	730	94	266	202	3	468	104	476	203	497	184	118	5	429	511	640	104	85	107	14	36	152	6351
5	521	195	128	126	1214	62	176	246	4	635	92	325	83	562	238	43	4	338	374	367	91	35	112	30	63	49	6113
6	387	194	153	101	725	56	222	184	3	406	82	401	51	869	265	28	2	450	388	298	177	39	86	17	52	78	5714
7	379	200	122	113	626	68	195	187	—	314	52	404	56	544	292	40	—	322	415	229	205	27	114	29	38	66	5037
8	330	165	142	107	601	57	170	145	2	290	31	305	64	433	235	31	1	270	280	192	154	26	64	23	36	56	4210
9	205	99	91	99	479	50	152	159	4	172	25	307	49	353	164	35	—	255	216	155	135	13	23	12	19	37	3308
10	168	88	65	98	367	43	137	105	3	127	15	182	38	277	104	29	3	194	157	112	82	11	37	6	9	27	2484
11	106	55	50	68	286	33	73	73	1	97	15	104	48	230	77	18	1	119	129	68	75	12	13	8	8	13	1780
12	81	47	29	35	172	17	54	46	1	84	10	101	29	172	61	13	—	89	95	64	47	7	10	2	7	7	1280
13	74	29	27	31	135	13	44	32	1	46	6	77	22	102	45	7	—	70	58	50	26	2	9	6	8	11	931
14	48	21	12	25	92	14	28	32	—	37	4	40	15	90	41	9	—	59	43	38	23	5	7	1	7	14	705
15	35	11	10	14	93	6	15	17	—	41	6	40	10	62	28	4	—	42	31	24	14	4	8	4	5	7	531
16	24	7	7	12	53	9	10	12	—	23	4	35	6	49	23	2	1	21	35	19	13	2	9	2	5	12	395
17	18	11	8	8	36	3	10	6	—	14	—	28	2	39	11	3	—	17	22	15	10	3	5	1	1	5	276
18	24	2	6	1	29	3	6	8	—	11	3	14	2	30	10	2	—	15	8	8	4	—	4	2	1	2	195
19	9	3	4	1	18	2	12	4	—	8	3	12	2	20	8	1	—	6	11	6	6	2	—	1	2	2	143
20	7	1	1	5	16	2	4	5	—	4	1	8	2	13	4	1	—	4	5	3	2	—	—	1	3	3	95
21	3	—	2	—	6	—	1	1	—	3	1	6	—	16	3	—	—	1	4	2	3	—	—	—	—	—	52
22	1	—	1	—	5	1	1	2	—	1	—	2	—	4	3	—	—	2	4	3	1	—	—	—	—	—	31
23	1	—	—	—	5	—	1	1	—	—	—	1	—	7	3	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	21
24	—	—	—	—	2	—	1	—	—	—	—	2	—	2	—	—	—	2	2	—	—	—	—	—	—	1	12
25	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	1	—	2	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	9
26	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Total	4503	2148	1928	1471	7571	884	2209	2203	62	3893	636	4007	1464	5385	3193	776	29	4415	3925	3066	2296	640	917	176	355	678	58 830

wurde folgende Regressionsgleichung errechnet:

$$Y = -2,01 + 1,81x + 0,07x^2$$

Das Bestimmtheitsmass B beträgt 0,976.

Die Buchstabenhäufigkeiten über alle Stellen der Ortsnamen ist in Figur 8 dargestellt. Diese Kurve hat die Regressionsgleichung

$$Y = 4,05 - 0,21x + 0,156x^2$$

und das Bestimmtheitsmass B = 0,959.

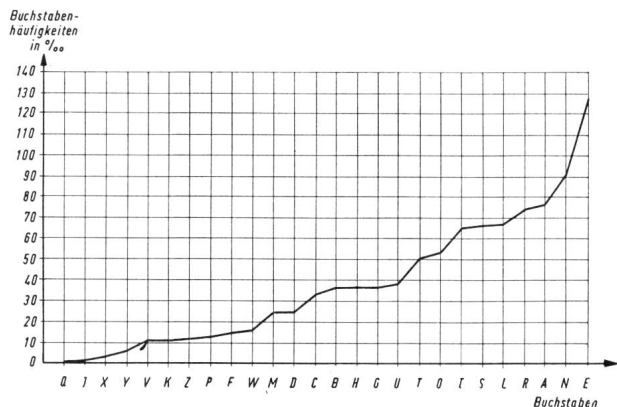


Fig. 8 Buchstabenhäufigkeit in den 6386 Ortsnamen

Diskussion der Kurven. Da in den Kurven der Figuren 6, 7 und 8 die Buchstabenhäufigkeiten nach zunehmender Grösse angeordnet wurden, sind in den verschiedenen Kurven die Reihenfolgen der Buchstaben verschieden. Für die verschiedenen Kurvenbilder der zunehmenden Häufigkeiten wurde immer der gleiche Kurventyp, nämlich eine Parabel, erhalten, worauf noch näher einzutreten sein wird.

1.4. Zwei- und Mehrdeutigkeiten bei einer parabolischen Verteilung aller Buchstaben

Aus Figur 3 ist ersichtlich, dass die wirkliche Verteilung der Buchstabenhäufigkeiten der vier ersten Kolonnen oder Stellen der 6386 Ortsnamen im grossen und ganzen zwischen einer Geraden und einer Parabel liegt. Die Annäherung durch die Parabel ist am besten, wenn der erste Buchstabe die Abszisse 5 hat und der letzte somit die Abszisse 30 besitzt. Die Summenbildung kann der Einfachheit halber gleichwohl von 0 bis 30 durchgeführt werden, da die Werte, die den Abszissen 1 bis und mit 4 entsprechen, nur sehr unbedeutend ins Gewicht fallen.

In einer Arbeit hat Dr. Levy das Auftreten der Zwei- und Mehrdeutigkeiten für verschiedene Verteilungen der Buchstabenhäufigkeiten untersucht. Er hat für den parabolischen Zusammenhang der Buchstabenhäufigkeiten folgende Formel für die Anzahl der Zwei- und Mehrdeutigkeiten berechnet:

$$N_{rk}^{(m)} = \frac{r^k}{k!} \left[\frac{30}{10^k (2k + 1)} \right]^m \quad (1)$$

r = Anzahl Ortsnamen
k = Grad der Mehrdeutigkeiten
m = Anzahl Codebuchstaben
(wobei wir die m ersten Buchstaben der Ortsbezeichnung verwenden)

Diese Formel ermöglicht, die folgenden drei wichtigen Aussagen zu machen:

- a) Die Zahl der Zwei- und Mehrdeutigkeiten ist der Anzahl Codebuchstaben indirekt proportional.
- b) Die Zahl der k-Deutigkeiten ist der Zahl k indirekt proportional.
- c) Die Zahl der Mehrdeutigkeiten ist der k-ten Potenz der Anzahl Buchstabenkombinationen direkt proportional.

Diskussion der obigen Formel über die Zwei- und Mehrdeutigkeiten. Zuerst muss die wirkliche Verteilung der einzelnen Buchstabenhäufigkeiten kurz erwähnt werden. Mit Hilfe der Streuungen wurde festgestellt, dass die wirkliche Verteilung der Buchstabenhäufigkeiten in den Kolonnen 1 bis und mit 4 (Fig. 5) von der Parabelgleichung $y = \frac{1}{9}x^2$ nur zufällig abweicht. Der gleiche Sachverhalt gilt für die wirkliche Verteilung der Buchstabenhäufigkeiten in der 1. Kolonne (Fig. 4). Für die gesamten Buchstabenhäufigkeiten in den 6386 Ortsnamen wurde nach dem Verfahren der mehrfachen Regression eine parabolische Regressionslinie errechnet, die ein Bestimmtheitsmass von B = 0,93 hat.

Obschon vielleicht die Buchstabenhäufigkeiten an den vier ersten Stellen bei den Positionen SARE durch eine Parabel dritter Ordnung etwas besser angenähert wäre, ergibt doch eine Parabel zweiten Grades für alle Positionen eine gute Annäherung.

In Wirklichkeit ist die Bildung der Ortsbezeichnungen nicht nur ein Zusammenfügen der Buchstaben, sondern von Silben, die eine Länge von zwei bis sieben Buchstaben haben. Dazu kommen geläufige Silben sehr häufig vor. Die hergeleiteten Formeln für die Berechnung der Zwei- und Mehrdeutigkeiten sind zu klein, da die Buchstabenanordnungen wegen der Silbenbindungen wesentliche Einschränkungen erfahren. Eine Ortsnamenbildung, die zum Beispiel mit den Buchstaben RLS anfängt ist undenkbar, obschon die Häufigkeit dieser Konsonanten in allen Ortsnamen an vierter, fünfter und sechster Stelle stehen (vergleiche Figur 6). Diesem Umstand kann durch den folgenden Faktor Rechnung getragen werden: $2^{[1+3(m-3)]}$. Dieser Faktor wurde so gefunden, indem die Zwei- und Mehrdeutigkeiten für mehrere praktische Fälle gezählt wurden. Diese Werte wurden graphisch aufgetragen. Durch den Faktor $2^{[1+3(m-3)]}$ konnte diese graphische Kurve am besten durch eine Formel erfasst werden. Damit müssen wir die Formel multiplizieren, um daraus die wirkliche Zahl der Zwei- und Mehrdeutigkeiten zu erhalten. Für den parabolischen Fall ergibt sich somit:

$$N_{rk}^{(m)} = 2^{[1+3(m-3)]} \cdot \frac{r^k}{k!} \left[\frac{30}{10^k (2k + 1)} \right]^m \quad (2)$$

$N_{rk}^{(m)}$ = Zahl der Zwei- und Mehrdeutigkeiten
r = Anzahl Ortsnamen

- k = Grad der Mehrdeutigkeit
- m = Anzahl Codebuchstaben (wobei wir die m ersten Buchstaben der Ortsbezeichnung verwenden)

Damit sind wir in der Lage, die Zahl der Zwei- und Mehrdeutigkeiten für jeden Fall rechnerisch rasch zu bestimmen. Bei einem Vierbuchstabencode, bei dem man die vier ersten Buchstaben der Ortsbezeichnung verwendet, ergeben sich 1390 Zwei-, 44 Drei- und 2 Vierdeutigkeiten. Verwenden wir die fünf ersten Buchstaben einer Ortsbezeichnung, haben wir noch 900 Zwei- und 29 Dreideutigkeiten. Bei den sechs ersten Buchstaben noch 333 Zwei- und 10 Dreideutigkeiten. Zum Vergleich wurde festgestellt, dass die Zahl der Zweideutigkeiten bei einem Code, bei dem man die drei ersten Buchstaben der Ortsbezeichnung verwendet, mindestens 2100 beträgt.

2. Minimalisierung des Ortsnamenaufwandes für eine maschinelle Sortierung

Wir greifen eine beliebige Folge von Ortsnamen, das heisst zusammenhängender Symbolaggregate verschiedener Länge, wie sie zum Beispiel bei einer Brief- oder Paketsortierung anfallen, heraus. Die Gesamtzahl V der Ortsnamen dieser Folge nennt man Textumfang, die Folge dagegen Text. Die durch die Zahl der Zeichen (Buchstaben, Bindestriche usw.) auszudrückende Länge des k-ten Textnamens wird mit $n^{(k)}$ und die Kosten dieses Namens mit $Q^{(k)}$ angegeben. Mit Vorteil macht man die Kosten $Q^{(k)}$ dem Informationsgehalt eines Namens proportional. Dadurch wird für den Empfänger die Überraschung, die ihm das Eintreffen gerade dieses Namens bedeutet, gewertet.

$Q^{(k)}$ misst also die Originalität der in dem bestimmten Namen stehenden Botschaft. Da man jeden Namen mit beliebig hohen Kosten Q belasten kann, gibt es keine obere Grenze für die Textkosten. Wenn die Namenshäufigkeit P_λ vorgegeben ist, gibt es aber eine untere Grenze für die Textkosten. Mit der Informationstheorie wurde herausgefunden, dass die Zahl der verfügbaren Wörter exponentiell mit den Kosten wächst. Es gibt 2^Q verschiedene Wörter mit den Kosten Q.

Bei dieser Methode, Wörter aus Binärziffern ungleicher Methode aufzubauen, wäre es unwirtschaftlich, häufig vorkommende Wörter mit höheren Kosten zu belasten als seltener vorkommende. Bei der Kostenzuteilung muss man sich zusätzlich auf psychologische Befunde stützen, wonach die Zeit, die man zum Lesen eines Wortes braucht, dem Logarithmus des Kehrwertes der betreffenden Worthäufigkeit proportional ist. Daher scheint es geeignet, die Kosten Q_λ eines Namens B_λ umgekehrt proportional zu seiner absoluten oder relativen Häufigkeit P_λ beziehungsweise p_λ zu wählen:

$$Q_\lambda \sim \frac{1}{P_\lambda} \text{ oder } Q_\lambda \sim \frac{1}{p_\lambda}$$

Um die optimale Zuordnung der Kosten zu den Häufigkeiten zu finden, wollen wir die gesamten Textkosten M für den fest vorgegebenen Textumfang $V = \sum_{\lambda=1}^Z P_\lambda$ zu einem Minimum machen. Um das zu verwirklichen, ordnen wir die Namensarten B_λ nach ihrem Rang r an, was gleichbedeutend mit abnehmender Häufigkeit ist. Niedrigem Rang entspricht eine hohe Häufigkeit und umgekehrt. Dieser Sachverhalt führt auf folgende Zuordnung von Rang r und geringstmöglichen Wortkosten Q:

r	1...2	3...6	7...14	15...30	31...62	usw.
Q	1	2	3	4	5	usw.

Die geringstmöglichen Wortkosten erhalten wir für die Ränge 1 und 2, die nächsthöheren für die Ränge 3 bis 6. Für die Ränge 7 bis 14 müssen wieder höhere Wortkosten zugeordnet werden, usw.

Durch die Formel $Q_r = \left(\log_2 \frac{r+2}{2} \right)$ wird dieser Sachverhalt mathematisch formuliert. Die dem Rang r zugewiesenen Wortkosten können durch keine andere Zuordnung unterboten werden. Der so eingeführte Rang $r = 2^{Q_r+1} - 2$ ist identisch mit dem bis zu diesem Punkt günstigenfalls vorliegenden Wortvorrat Z_r ($r \leq Z_r$).

Die Textkosten $M = \sum_{r=1}^Z p_r Q_r = \sum_{r=1}^Z p_r \left(\log_2 \frac{r+2}{2} \right)$ sind die geringsten, die mit den gegebenen Worthäufigkeiten verträglich sind. Werden die absoluten Häufigkeiten P_r durch die relativen Häufigkeiten p_r und den Textumfang V ersetzt, so wird für die Textkosten der Wert

$$M = V \sum_{r=1}^Z p_r Q_r = V \sum_{r=1}^Z p_r \left(\log_2 \frac{r+2}{2} \right)$$

erhalten. Ein Mass für die Wirtschaftlichkeit in der Benützung des Wortvorrates sind die mittleren Wortkosten:

$$\bar{Q} = \frac{M}{V} = \sum_{r=1}^Z p_r Q_r = \sum_{r=1}^Z p_r \left(\log_2 \frac{r+2}{2} \right)$$

Als Anwendung der theoretischen Ausführungen wurde die Menge der schweizerischen Ortsnamen nach der Rangfolge ihrer Häufigkeit bei den Brief- und Paketsortierungen angeordnet. Die Regressionsrechnung ergab folgenden Zusammenhang zwischen der Häufigkeit und der Rangfolge: $p_i = \frac{1}{(0,233 r - 1,897)}$. Das Bestimmtheitsmass wurde zu 0,79 errechnet.

3. Codierung der Ortsnamen

3.1. Ideale Codierung

Unter Codierung versteht man ein Verfahren, die Elemente eines Inventars in dasselbe oder in ein anderes Inventar zu transformieren. In unserem Falle

sind die Ortsbezeichnungen die Elemente. Die «ideale» Codierung ist erreicht, wenn es gelingt, die relative Entropie $h = H/H_{\text{cod}}$ gleich 1 zu machen. Die Bedingung hierfür lautet $H_{\text{cod}} = H$. Die beste Codierung wird erhalten, wenn man die gegebene Entropie mit minimalem Aufwand wiedergibt. Eine ideale Codierung (das heisst minimale Redundanz) lässt sich nur durchführen, wenn die Symbolhäufigkeiten p_i ganzzahlige Potenzen von $\frac{1}{2}$ sind. Das trifft aber für die Ortsnamen nicht zu, wie aus der Formel über den Zusammenhang zwischen der Häufigkeit und der Rangfolge ersichtlich ist. In diesem Fall wird die beste Annäherung an die ideale Codierung folgendermassen erreicht: Nachdem man die Menge der Symbole nach der Rangfolge ihrer Häufigkeit angeordnet hat, teilt man diese Menge in zwei, möglichst gleich-grosse Teilmengen. Während die erste Teilmenge mit dem Binärsymbol 0 versehen wird, erhält die zweite das Binärsymbol 1. Man fährt mit den so erhaltenen Teilmengen in der gleichen Weise fort, bis keine weitere Unterteilung mehr möglich ist, indem man den ersten Teil durch Anfügen einer 1 kennzeichnet. Die für ein Symbol erforderlichen Binärstellen sind dann gleich der Zahl der zu seiner Isolierung erforderlichen Zweiteilungen oder Dichotomien.

Würde man nach diesem Verfahren die Ortsnamen codieren, wären zum Beispiel für die Ortsbezeichnung *Zürich* 3 Binärstellen, *Basel* 4, *Bern* und *Genève* je 5 Binärstellen usw. erforderlich, wenn jeder Name als Symbol betrachtet würde. Die Zahl der Binärstellen der Ortsbezeichnungen mit seltener Häufigkeit beträgt ein Vielfaches der den Namen bildenden Buchstaben.

3.2. Binärcodierung der schweizerischen Ortsnamen

Wie aus dem vorausgehenden Kapitel ersichtlich ist, lässt sich eine ideale Codierung (das heisst minimale Redundanz) für die Ortsnamen nicht verwirklichen. Es wird daher ein Weg gesucht, um eine gute Annäherung an die ideale Codierung zu erhalten. Dies ist nur möglich, wenn wir eine Binärcodierung der schweizerischen Ortsnamen durchführen. Wir werden eine Namen-für-Namen-Codierung durchführen, da diese informationstheoretisch besser, das heisst weniger aufwendig, als eine Buchstaben-für-Buchstaben-Codierung ist.

Wir führten diese Codierung für die 3767 Ortsnamen im Verzeichnis «Versand der nicht eiligen Zeitungen» durch. Für diese 3767 Namen benötigten wir mindestens einen 12-bit-Code, weil $2^{12} = 4096 > 3767 > 2048 = 2^{11}$.

Die Redundanz wurde für diesen 12-bit-Code zu 0,259 bit/Binärelement berechnet.

Die meisten Codewörter dieses 12-bit-Codes haben die *Hamming*-Distanz $d = 1$. Bei dieser Distanz unterscheiden sich zwei gleichlange Codewörter nur in einem Element. Ist dieses Element falsch, erhalten wir ein anderes Codewort.

Für uns ist es wichtig, dass erkannt wird, ob ein Element falsch ist. Es ist aber nicht notwendig, dass

eine automatische Korrektur vorgenommen wird. In diesem Fall muss die *Hamming*-Distanz d zwischen zwei Codewörtern 2 sein, wenn wir einen und $d = 3$ sein, wenn wir zwei Fehler erkennen wollen. Wir haben es hier also mit einem Code (*Single-Error-Detecting-Code*) zu tun.

In unserem Fall dürfte es genügen, wenn die *Hamming*-Distanz $d = 2$ wird. Wir können so einen Fehler erkennen. Das lässt sich praktisch verwirklichen, wenn wir in unserem 12-bit-Code einen 13. bit als Prüfstelle beifügen. Diese Prüfstelle wird so ausgewählt, dass beispielsweise die Quersumme gerade ist.

Binärcode-Vorschlag für die Schweiz. Der Einsatz von Briefverteilmaschinen wird zur Folge haben, dass sich das Sortiersystem der Zukunft auf Knotenämter aufbauen wird. Diese Knotenämter werden sich in den grossen Städten und in den wichtigen Verkehrsknotenpunkten befinden. Das Einzugs- beziehungsweise Verteilgebiet eines Knotenamtes definieren wir als *Knotenbezirk*.

Bei diesem Binärcode-Vorschlag geht es darum, aus dem Binärcode sofort zu erkennen, zu welchem Knotenbezirk der abgelesene Ortsnamen gehört. Bewegt sich die Zahl der Knotenämter zwischen 16 und 32, so könnte durch einen 5-bit-Code jedes Knotenamt erfasst werden. Dazu käme ein weiterer bit als Prüfstelle oder Check-bit. An diese 6 Binärstellen anschliessend würden hierauf die 10 Binärstellen (9 für den Code, 1 Prüfstelle für die Poststelle des Knotenbezirks) folgen. Für diesen Code hätten wir somit 16 Binärstellen.

Die Redundanz würde sich für diesen Binärcode zu 0,445 bit/Binärelement berechnen.

3.3. Verkleinerung der Redundanz der schweizerischen Ortsnamen als Vorbereitung für die Binärcodierung.

Der Informationsinhalt G der schweizerischen Ortsnamen beträgt 42,77 bit/Namen. Je grösser der Informationsinhalt ist, desto teurer wird der Zuordner.

In *Figur 9* sind die Kosten für die Zuordner in Funktion des Informationsinhaltes G für die 3767 Ortsnamen graphisch dargestellt.

Daraus ist ersichtlich, dass die Zuordner für die Binärcodierung am günstigsten sind. Für die Post wäre es daher vorteilhaft, wenn auf jedem Brief die Codierung vom Absender angebracht würde. Das ist heute aber nur möglich, wenn dieser Absender über Adrema-Platten verfügt.

Für die Post wäre es wünschenswert, wenn der Postkunde die Redundanz der Ortsnamen verringern könnte.

Diese Verkleinerung der Redundanz hätte nach einfachen Regeln zu erfolgen, damit ein Nachschlagewerk überflüssig wird. Die Zahl der Regeln sowie der Ausnahmen müssten klein sein. Dafür gibt es heute zwei Wege:

a) die Verwendung des heutigen Telephonnummernsystems und

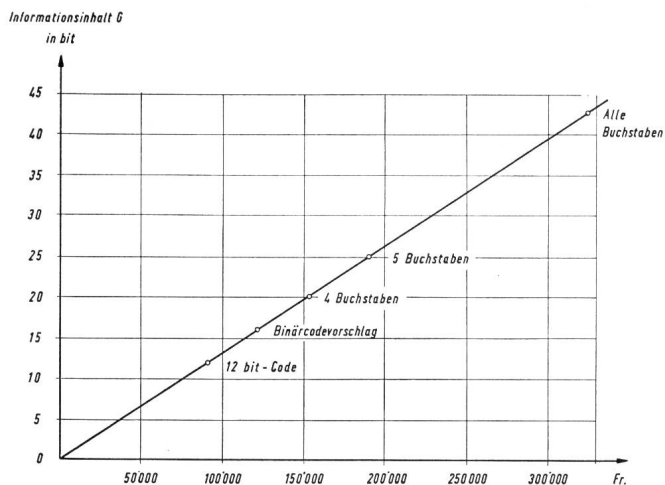


Fig. 9 Zuordnerkosten für 3767 Ortsnamen

b) die Verwendung von wenigen charakteristischen Buchstaben aus den Ortsbezeichnungen.

Eine Antwort auf die Frage, welcher Weg vorzuziehen sei, gibt uns die Informationstheorie. Die relative Entropie macht es möglich, Kollektive von verschiedenem Symbolvorrat miteinander zu vergleichen.

Dieser Vergleich wurde auf der anfallenden Briefpost in den 51 Hauptämtern der Schweiz aufgebaut. Die Ortsnamen dieser Hauptämter lassen sich durch die Fernkennzahl ohne Null oder aber auch durch einen oder zwei Buchstaben (etwa Z für Zürich) leicht codifizieren. Für diese beiden Varianten wurde die relative Informationsentropie, und daraus die relative Redundanz berechnet. Für den Code mit Fernkennzahl ist die relative Informationsentropie 0,6413 bit/Binärelement. Für den Buchstabencode beträgt die relative Informationsentropie 0,4571 bit/Binärelement und die relative Redundanz 0,5428 bit/Binärelement.

Die Verständlichkeit bei der Variante mit den Buchstaben ist besser. Da für eine Mitarbeit des die Post benützenden Publikums die Verständlichkeit eine grosse Rolle spielt, sollte die Buchstabenvariante für die Verkleinerung der Redundanz verwendet werden.

Die Telephonnummernvariante hätte zudem noch folgende Nachteile: Dieses System würde für den Postbenützer die Kenntnisse der Fernkennziffern erfordern. Machen aber nicht alle Postbenützer mit, so wird dieses System für die Post sehr kostspielig, da für die meisten Ortsbezeichnungen die entsprechende Kombination für eine Umwandlung in die Binärcodierung in einem Verzeichnis nachzuschlagen wäre. Ein Beamter, Gehilfe oder eine Gehilfin kann unmöglich für alle 3767 Ortsbezeichnungen eine vier- bis fünfstellige Zahlenkombination, die zum Ortsnamen oft gar keine Beziehung hat, auswendig wissen. Da die Telephonnummern mit den Strassennamen in keinem Zusammenhang stehen und noch nicht alle Haushaltungen ein Telefon besitzen, sind die

Telephonnummern für eine Verkleinerung der Redundanz der Strassennamen unbrauchbar.

Verkleinerung der Redundanz der Ortsbezeichnungen durch die Verwendung von charakteristischen Buchstaben. Ein Vorschlag könnte folgendermassen lauten:

In der Regel werden die vier ersten Buchstaben des Ortsnamens verwendet, wobei folgende Ausnahmen gelten:

a) Die zwanzig grössten Schweizerstädte werden durch zwei charakteristische Zeichen (z.B. ZH für Zürich) dargestellt.

b) Die Buchstabengruppe «Ober» wird durch O, «Nieder» und «Unter» durch N und «Sch» durch S dargestellt.

Beispiele: Niederbipp hat die Buchstaben «nbip»
 Untereggen «negg»
 Oberhasli «ohas»
 Schweizerhalle «swei»

c) Besteht eine Ortsbezeichnung zur eindeutigen Bestimmung aus zwei Namen (Artikel und Adverbe gelten dabei nicht als Namen), so sind die zwei ersten Buchstaben jedes Namens zu verwenden.

Beispiele: Langnau im Emmental «laem»
 Villars-sur-Ollon «viol»

d) Bei Ortsnamen, die mit San, Saint oder Sankt beginnen, nimmt man als ersten Buchstaben S, hierauf die ersten drei Buchstaben des folgenden Namens.

Beispiele: Sankt Moritz «smor»
 Saint-Blaise «sbla»
 San Bernardino «sber»

e) Bei Ortsbezeichnungen, die zur eindeutigen Bestimmung drei Namen umfassen (wobei Artikel und Adverbe nicht als Namen gelten), verwendet man die zwei ersten Buchstaben des ersten und je den ersten Buchstaben des zweiten und dritten Namens.

Beispiel: Castel San Pietro «casp»

f) Bei den Ortsbezeichnungen, zu deren eindeutiger Bestimmung noch die Kantonsbezeichnung verwendet wird, benötigt man die ersten zwei Buchstaben des Ortsnamens und die zwei charakteristischen Buchstaben der Kantonsbezeichnung.

Beispiele: Laupen ZH «lazzh»
 Laupen BE «labe»

g) Die Buchstaben ä, ö, ü werden als ae, oe und ue geschrieben.

h) Bei Ortschaften, die kein Postbureau aufweisen, wird bei der richtigen Adressbezeichnung zuerst der Ortsname angegeben und darunter die korrekte Ortsangabe für das nächste Dorf mit Postbureau oder -amt.

Beispiele: Herr K. Meier
 Ottenhausen
 Aathal-Seegräben

oder Herr H. Müller
 Etwil
 Hettenschwil bei Mandach

Bei 247 Ortsbezeichnungen wäre eine zusätzliche Kantonsbezeichnung, und bei 572 Ortsnamen eine zusätzliche Ortsbezeichnung beizufügen, damit es keine Zwei- und Mehrdeutigkeiten gäbe.

Für diese Verkleinerung der Redundanz durch die Verwendung von charakteristischen Buchstaben gäbe es noch unzählige Möglichkeiten.

Man könnte etwa nur die Buchstaben an erster, dritter, vierter und fünfter Stelle verwenden oder nur die vier ersten Konsonanten einer Ortsbezeichnung.

Es wurde auch die Möglichkeit untersucht, den letzten oder die zwei letzten Buchstaben der Ortsbezeichnung zu verwenden. Diese Möglichkeit erscheint aber ungünstig, da eine Untersuchung über die Ortsbezeichnung folgendes Resultat ergab:

117⁰/₀₀ enden auf «en», 54⁰/₀₀ auf «wil», 29⁰/₀₀ auf «berg», 25⁰/₀₀ auf «bach», 23⁰/₀₀ auf «les», 19⁰/₀₀ auf «dorf», 19⁰/₀₀ auf «la», 18⁰/₀₀ auf «es», 18⁰/₀₀ auf «ens», 17⁰/₀₀ auf «le», 17⁰/₀₀ auf «kon», 13⁰/₀₀ auf «ch», 8⁰/₀₀ auf «thal», usw.

Verkleinerung der Redundanz der Strassennamen durch die Verwendung von charakteristischen Buchstaben. Zürich ist mit seinen rund 1800 Strassen die grösste Schweizerstadt. Verwendet man die drei

ersten Buchstaben des Strassennamens, hätte man für die Zürcher Strassen 785 Zweideutigkeiten und 53 Dreideutigkeiten, bei einer Variante mit vier Buchstaben dagegen noch 375 Zweideutigkeiten und 7 Dreideutigkeiten. Diese Werte wurden mit der Formel 2 des vorstehenden Kapitels 1.4. berechnet. Für die andern Schweizerstädte, die alle bedeutend kleiner als Zürich sind, ist naturgemäss auch die Zahl der Zwei- und Mehrdeutigkeiten bedeutend kleiner. In *Tabelle V* sind die Strassennamen der Stadt Genf, die mit A und B beginnen, zusammengestellt. Die *kursiv* gedruckten Buchstaben sind leicht aus den Strassennamen zu wählen.

Für die praktische Verbreitung dieser Verkleinerung der Redundanz wäre es ohne weiteres möglich, im Telephonbuch zu Beginn eines jeden Städteteils ein Strassenverzeichnis zu veröffentlichen, wie dies heute bereits in Zürich der Fall ist, wobei die entsprechenden Buchstaben jedes Strassennamens **fett** zu drucken wären. Oder es wäre auch ohne allzu-grosse Mehrkosten möglich, im Telephonbuch bei jedem Telephonabonnenten die in Frage kommenden Buchstaben der Strassenbezeichnung zusätzlich **fett** zu drucken.

Code mit drei Buchstaben der Strassennamen von Genf, die mit A und B beginnen

Tabelle V

(Die *kursiven* Buchstaben sind die *Codebuchstaben*)

<i>Acacias</i> (avenue des)	<i>Bellerive</i> (chemin de)
<i>Académie</i> (rue de l')	<i>Bellervive</i> (quai de)
<i>Agassiz</i> (avenue)	<i>Belle-Rose</i> (passage de)
<i>Ale</i> (rue de l')	<i>Belles-Roches</i> (avenue des)
<i>Allières</i> (chemin des)	<i>Belles-Sources</i> (chemin de)
<i>Allinges</i> (chemin des)	<i>Bellevue</i> (chemin de)
<i>Alpes</i> (avenue des)	<i>Benjamin Constant</i> (avenue)
<i>Amis</i> (rue des)	<i>Bergières</i> (avenue)
<i>Ancienne Douane</i> (rue)	<i>Berne</i> (route de)
<i>Aurore</i> (rue de l')	<i>Bessières</i> (pont)
<i>Avant-Poste</i> (avenue de l')	<i>Béthusy</i> (avenue de)
<i>Avelines</i> (chemin des)	<i>Billens</i> (escaliers de)
<i>Arole</i> (passage de l')	<i>Bochardon</i> (chemin de)
<i>Bains</i> (chemin des)	<i>Bocion François</i> (passage)
<i>Barberine</i> (chemin de)	<i>Bois Gentil</i> (chemin du)
<i>Barre</i> (rue de la)	<i>Bois de Vaux</i> (chemin du)
<i>Batelière</i> (chemin de la)	<i>Boissonnet</i> (chemin de)
<i>Beaulieu</i> (avenue de [Place])	<i>Boisy</i> (chemin de)
<i>Beaulieu petit</i> (rue du)	<i>Bon Aboi</i> (chemin de)
<i>Beaumont</i> (avenue de)	<i>Bonne Espérance</i> (chemin de)
<i>Beauregard</i> (avenue)	<i>Borde</i> (rue de la)
<i>Beau-Rivage</i> (chemin de)	<i>Borde</i> (sentier de la)
<i>Beau-Séjour</i> (rue)	<i>Boston</i> (chemin de)
<i>Beau-Site</i> (chemin)	<i>Bouleaux</i> (chemin des)
<i>Bégonias</i> (chemin des)	<i>Bourg</i> (rue de)
<i>Bel-Air</i> (escaliers de)	<i>Bourg</i> (ruelle de)
<i>Bel-Air</i> (routes de)	<i>Bourget</i> (parc)
<i>Belgique</i> (place de)	<i>Boillancourt</i> (chemin de)
<i>Belle-Fontaine</i> (rue)	<i>Brugères</i> (chemin des)
	<i>Bugnon</i> (rue du)

3.4. Leistungsmässige Erfassung einer Binärcodierung

Da es günstig erscheint, die Binärcodierung aus 4 charakteristischen Buchstaben der Ortsbezeichnung zu erhalten, ist es naheliegend, dass der Aufdruck des Codes mit einer Maschine erfolgt, die eine Schreibmaschinentastatur aufweist. Der Codierer oder die Codiererin muss also das Schreibmaschinenschreiben beherrschen. Die durchschnittliche Schreibleistung, bei der die Nebenzeiten berücksichtigt sind, beträgt 6000 Anschläge in der Stunde, das heisst ein Anschlag erfordert 0,6 s. Filmaufnahmen in der Sihlpost Zürich haben ergeben, dass für das Lesen der Adresse im Durchschnitt eine Zeit von 0,43 s. benötigt wird. Der Einfachheit halber sei angenommen, dass das Lesen gleichviel Zeit erfordert wie ein Tastendruck auf der Schreibmaschine. Haben wir eine einfache automatische Vorführeinrichtung für die Briefe, benötigen wir die Zeitspanne eines weiteren Tastendruckes, bis der nächste Brief lesegerecht erscheint. So ergibt sich für die Anbringung des Binärcodes aus 5 Buchstaben 4,2 s., was einer Stundenleistung von 860 Briefen entspricht. Für den Binärcode aus 4 Buchstaben benötigen wir 3,6 s., was eine Stundenleistung von 1000 Briefen ergibt. In *Figur 10* sind die Codierleistungen in Funktion der Anzahl Buchstaben eingetragen.

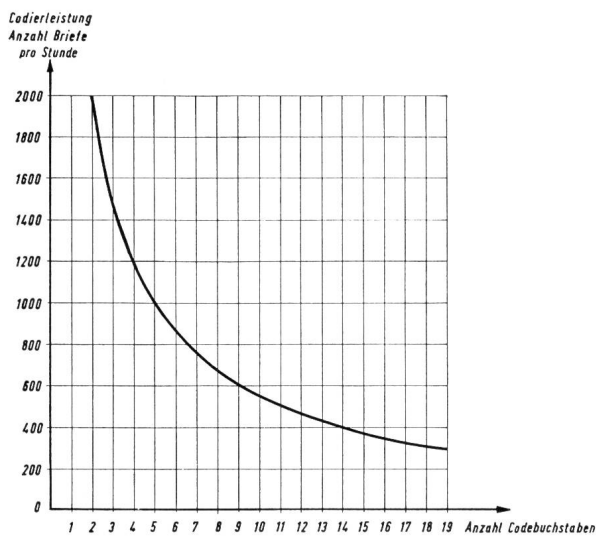


Fig. 10 Codierleistung und Anzahl Codebuchstaben

Die Gesamtaufgabe der schweizerischen Briefpost betrug im Jahre 1959 laut statistischem Jahrbuch 1440 Millionen Briefe. Für eine Binärcodierung aus fünf Buchstaben wären zur Codifizierung dieser Briefpostmenge 5550 Arbeitsstunden/Tag aufzuwenden, für eine Binärcodierung aus vier Buchstaben 4800 Stunden/Tag.

Zum Vergleich wurden die erforderlichen Arbeitsstunden für die reine Sortierarbeit errechnet, die zur Verarbeitung dieser Gesamtaufgabe notwendig sind und automatisiert werden könnten. Mit den durchgeführten statistischen Erhebungen über die Briefsortierung des Kapitels I, sind wir in der Lage, die Prozentsätze der Gesamtaufgabe für die einzelnen Sortiervorgänge zu bestimmen und daraus die erforderlichen

Arbeitsaufwände zu errechnen. (Die angegebenen Leistungen sind zum Teil etwas hoch gewählt, um dem Vorwurf zu begegnen, man wolle ein günstiges Ergebnis für die Codifizierung und damit die Automation der Briefsortierung erzwingen.)

Sortiervorgang	Leistung in der Stunde Briefe	Arbeitsaufwand im Tag	Kosten Fr.
Grobsortierung in den Städten	4000	375 h	935
Sortierung grosse Orte in den Städten	2500	200 h	500
Vorsortierung in den Städten	2100	475 h	2 375
Feinsortierung in den Städten	1700	585 h	2 925
Vorsortierung in den Ämtern und Bureaux	2000	1750 h	5 250
Sortierungen im Bahnpostwagen	2500	1300 h	6 500
Vorsortierung für die Briefzustellung in den Städten,	1000	2000 h	10 000
Feinsortierung für die Briefzustellung in den Städten	900	2220 h	8 880
Feinsortierung für die Briefzustellung in den kleineren Städten	900	675 h	1 925
Total		9580 h	39 290

Die erhaltenen 9580 Stunden darf man nicht durch 8 Stunden (Tagesleistung einer Person) dividieren und hierauf behaupten, man benötige 1200 Arbeitskräfte. Die Sortierarbeit wird oft nur stundenweise oder als Randarbeit durchgeführt, weil eine ganze Arbeitskraft an einem bestimmten Ort nur einen bestimmten Anfall an Briefen hat. Die übrige Arbeitszeit wird mit andern Arbeiten ausgefüllt. Das gleiche gilt für die 4800 Arbeitsstunden zur Anbringung eines Binärcodes aus 4 Buchstaben. Berücksichtigt man, dass ein gewisser Prozentsatz aller Grossaufgeber die Briefe selber codifiziert (z.B. mit Adrema-Platten), so sinken diese 4800 Arbeitsstunden für das posteigene Codierpersonal auf etwa 2000 bis 3000 Arbeitsstunden. Durch Codifikation und somit Automation der Briefsortierung sind gegenüber dem heutigen Briefsortiersystem bestimmte Einsparungen möglich.

4. Die Codifizierung in ausländischer Perspektive

Eine Umfrage des Weltpostvereins im Rahmen der Commission Consultative des Etudes Postales hat hinsichtlich der beabsichtigten Codesysteme für die Briefpost folgende Varianten ergeben:

Deutschland:	4 Zahlen
USA	4 Buchstaben, 1. Buchstabe bleibt, hierauf werden die Vokale weggelassen
Belgien:	Provisorische Lösung: 3 Zahlen Definitive Lösung: Buchstaben
Frankreich:	2 Buchstaben und 3 Zahlen

Grossbritannien: Die 3 ersten und 2 letzten Buchstaben der Ortsbezeichnung oder 3 willkürliche Buchstaben und Zahlen

Niederlande: Provisorische Lösung: 3 Zahlen
Definitive Lösung: Buchstaben

Sowjetunion: Die 3 ersten Konsonanten, daraus Binärcodierung.

Diese wenigen Beispiele zeigen, dass jedes Land seinen eigenen Code einzuführen beabsichtigt. Obwohl die Schweiz ein Land mit viel Fremdenverkehr und ausländischen Arbeitern ist, beträgt die aufgegebenen Auslandbriefpost nicht mehr als 10% der Gesamtaufgabe (Angaben aus dem statistischen Jahrbuch 1959 sowie den statistischen Erhebungen in mehreren Postämtern, Kapitel I). Für die Verarbeitung dieser Briefpost gäbe es folgende zwei Möglichkeiten:

a) Die Auslandpost wird in bestimmte Städte geleitet und dort nach Ländern sortiert. In diesen Knotenstädten arbeiten in den Briefversandämtern Spezialisten, die mit der in andern Staaten üblichen Codifizierung vertraut sind und die entsprechenden Zeichen anbringen, so dass man im Bestimmungsland nur noch die maschinelle Sortierung benötigt.

b) Die Auslandbriefpost wird in sogenannte Knotenstädte geleitet und dort nach Ländern sortiert. Hier auf übernimmt das Bestimmungsland mit gewöhnlichem Personal die Codifizierung für weitere maschinelle Sortierungen.

5. Mitarbeit des Postbenutzerpublikums bei der Codifizierung

Hinsichtlich der Briefbeförderungstaxen beständen für die Anregung des Publikums zur Mitarbeit bei einer Codifizierung zwei Möglichkeiten:

a) Die Briefe, die durch den Postbenutzer codifiziert werden, sind zur gleichen Taxe wie heute zu befördern, während die Taxen aller übrigen Briefe zu erhöhen wären.

b) Die Taxen aller richtig codifizierten Briefe wären zu ermässigen und die übrigen Briefbeförderungstaxen gleich wie heute zu belassen.

III. Sortiermaschinen

1. Anwendung der morphologischen Methode auf die Formattrennanlagen

Definition. In einer solchen Anlage werden die Grosse Sendungen, Grossformat- und Kurzbriefe voneinander getrennt. Um diese Aufgabe zu erfüllen, hat diese Anlage ein Aufnahmeorgan, ein Dosierungsorgan, mehrere Trennorgane und ein Sammelorgan.

Bestimmung der charakteristischen Parameter der Formattrennanlage. Bei dieser Anlage sind folgende Parameter vorhanden:

- (A) das Aufnahmeorgan
- (B) das Dosierungsorgan

(C) das Ausscheidungsorgan für Päckchen

(D) das Ausscheidungsorgan für Grossformatbriefe

(E) das Ausscheidungsorgan für zu steife Sendungen

(F) das Sammelorgan.

Die Matrix «Aufnahmeorgan» A (A_1, A_2, \dots, A_n) enthält folgende Elemente:

A_1 = Einschüttmulde

A_2 = Förderband

A_3 = Rutsche

A_4 = Behälter

Die Matrix «Dosierungsorgan» B (B_1, B_2, \dots, B_n) enthält folgende Elemente:

B_1 = Mensch

B_2 = Mulde

B_3 = Schwingsiebe

B_4 = Sackentleerungsanlage

B_5 = Dosierschwingband

Die Matrix «Ausscheidungsorgan für Päckchen» C (C_1, C_2, \dots, C_n) enthält folgende Elemente:

C_1 = rotierende Trommel mit Schlitzen

C_2 = Abweisbänder

C_3 = Bänder und mechanische Abweisung

Die Matrix «Ausscheidungsorgan für Grossformatbriefe» D (D_1, D_2, \dots, D_n) enthält folgende Elemente:

D_1 = Winkelbänder

D_2 = Gegeneinanderlaufende Rollen und Schwerkraft der Normalformat-Briefe.

Die Matrix «Ausscheidungsorgan für zu steife Sendungen» E (E_1, E_2, \dots, E_n) enthält folgende Elemente:

E_1 = Winkelbänder

E_2 = Rollenpaare, eine Rolle angetrieben, die andere läuft unter Federkraft mit.

Die Matrix «Sammelorgan» F (F_1, F_2, \dots, F_n) enthält folgende Elemente:

F_1 = Behälter

F_2 = Stapler

F_3 = Behälter und Stapler

F_4 = Förderbänder

F_5 = Förderbänder und Behälter

F_6 = Förderbänder und Stapler

Aufstellung des «morphologischen Kastens». Dieser besteht aus dem Schema der Matrizen:

A_1	A_2	A_3	A_4		
B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	
C_1	C_2	C_3			
D_1	D_2				
E_1	E_2				
F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_6

In jeder Matrix wird um ein einziges Element ein Kreis gezogen, und diese Kreise werden miteinander verbunden. Jede solche Kette von Kreisen stellt eine mögliche Formattrennanlage dar. Im obigen Schema gibt es deshalb $N = 4 \cdot 5 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 6 = 1440$ mögliche Anlagen.

Verwirklichte Anlagen

Maschinentyp	Elemente	Leistung
Anlage des GPO, Grossbritannien	A ₂ , B ₁ , C ₁ , D ₂ , E ₂ , F ₃	60 000 Sendungen/h
Anlage der Fa Standard Elektrik Lorenz	A ₁ , B ₃ , C ₂ , D ₁ , E ₁ , F ₃	28 000 Sendungen/h
Anlage der Fa Telefunken GmbH	A ₁ , B ₅ , C ₂ , D ₁ , E ₁ , F ₃	25 000 Sendungen/h

Durchleuchtung der verschiedenen Elemente im Blick auf eine leistungsfähige Anlage. Eine solche Anlage muss eine gute Leistung haben und soll automatisch arbeiten. Um diese beiden Forderungen zu erfüllen, eignen sich, mit Ausnahme des Elementes «B₁ = Mensch» alle Elemente. In der englischen Anlage, in der das Element B₁ vorkommt, lässt sich dieses leicht durch eine automatische Sackentleerungsanlage oder ein ähnliches Element ersetzen.

2. Anwendung der morphologischen Methode auf die Aufstell- und Stempelanlagen

Definition. Eine solche Anlage hat ein oder mehrere Organe für die Aufnahme der aufzustellenden Briefe. Das nachfolgende Organ vereinzelt die Briefe, bevor das Ableseorgan feststellt, wo sich die Briefmarke befindet. Das Organ für die Fachwahl setzt die abgelesenen Orte für die Briefmarken in die entsprechenden Befehle für die Fachwahl oder die Drehung der Briefe um. Ein oder mehrere Organe übernehmen den Transport der Briefe innerhalb der Anlage, damit sie vom Aufnahmeorgan in das Fachorgan gelangen können. Vor dem Facheintritt erfolgt praktisch in allen Fällen die Stempelung.

Bestimmung der charakteristischen Parameter der Aufstell- und Stempelanlagen. Bei diesen Anlagen haben wir folgende Parameter:

- (A) das Aufnahmeorgan
- (B) das Organ für die Vereinzelung der Briefe
- (C) das Ableseorgan
- (D) das Organ für die Fachwahl oder die Drehung der Briefe
- (E) das Organ für den Brieftransport
- (F) das Fachorgan mit vorangehender Stempelung

Die Matrix «Aufnahmeorgan» A (A₁, A₂ ..., A_n) enthält folgende Elemente:

- A₁ = Stapler
- A₂ = Behälter
- A₃ = Förderband
- A₄ = Abzugswagen

Die Matrix «Organ für die Vereinzelung der Briefe» B (B₁, B₂, ..., B_n) enthält folgende Elemente:

- B₁ = mechanisch
- B₂ = pneumatisch
- B₃ = von Hand

Die Matrix «Ableseorgan» C (C₁, C₂, ..., C_n) enthält folgende Elemente:

- C₁ = Auge
- C₂ = Photozelle
- C₃ = Magnetkopf
- C₄ = Kontaktelement

Die Matrix «Organ für die Fachwahl oder Drehung der Briefe» D (D₁, D₂, ..., D_n) enthält folgende Elemente:

- D₁ = Zuordner mit Torschaltungen
- D₂ = Relaiszuordner
- D₃ = Lichtschablonenzuordner
- D₄ = Photographischer Zuordner
- D₅ = Fädchenzuordner
- D₆ = Statischer Zuordner mit nichtlinearen Schaltelementen
- D₇ = Sitz der Briefmarke, unmittelbar nach der Ablesung entsprechende Weichenstellung oder Drehung.

Die Matrix «Organ für den Brieftransport» E (E₁, E₂, ..., E_n) enthält folgende Elemente:

- E₁ = Förderbänder
- E₂ = Rollenfördersystem
- E₃ = Kette ohne Ende mit Behälter
- E₄ = Kombination von Rollenförder- und Förderbändersystem

Die Matrix «Fachorgan mit vorangehender Stempelung» F (F₁, F₂, ..., F_n) enthält folgende Elemente:

- F₁ = ein Stapler
- F₂ = mehrere Stapler, aber nur eine Stempelanlage
- F₃ = mehrere Stapler, Stempelanlagen = Staplerzahl
- F₄ = ein Behälter
- F₅ = mehrere Behälter, aber nur eine Stempelanlage
- F₆ = mehrere Behälter, Stempelanlagen = Behälterzahl

Aufstellung des «morphologischen Kastens». Dieser besteht aus dem Schema der Matrizen:

A ₁	A ₂	A ₃	A ₄				
B ₁	B ₂	B ₃					
C ₁	C ₂	C ₃	C ₄				
D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	
E ₁	E ₂	E ₃	E ₄				
F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆		

In jeder Matrix wird um ein einziges Element ein Kreis gezogen, und diese Kreise werden miteinander verbunden. Jede solche Kette von Kreisen stellt eine mögliche Aufstell- und Stempelanlage dar. Im obigen Schema gibt es deshalb N = 4.3.4.7.4.6 = 8064 mögliche Anlagen.

Verwirklichte Anlagen

Maschinentyp	Elemente	Leistung
Anlage des GPO Grossbritannien	$A_1, B_1, C_2, D_1, E_4, F_2$	18 000 Sendungen/h
Anlage der Fa Standard Elektrik Lorenz	$A_4, B_2, C_2, D_7, E_4, F_2$	25 000 Sendungen/h
Anlage der Fa Pitney Bowes	$A_1, B_1, C_2, D_7, E_2, F_2$	30 000 Sendungen/h
Anlage der Fa Telefunken	$A_1, B_2, C_2, D_7, E_4, F_1$	22 000 Sendungen/h

Durchleuchtung der verschiedenen Elemente im Blick auf eine leistungsfähige Anlage. Eine Aufstell- und Stempelanlage sollte in der Stunde mindestens 20 000 Briefe verarbeiten können. Diese Forderung lässt folgende Elemente im «morphologischen Kasten» bevorzugt erscheinen.

Matrix A «Aufnahmeorgan»: $A_1 =$ Stapler, $A_4 =$ Abzugswagen

Matrix B «Organ für die Vereinzelung der Briefe»: $B_1 =$ mechanisch, $B_2 =$ pneumatisch

Matrix C «Ableseorgan»: $C_2 =$ Photozelle

Matrix D «Fachwahl oder Drehung der Briefe»: $D_7 =$ Sitz der Briefmarke bewirkt unmittelbar nach der Ableseung entsprechende Weichenstellung oder Drehung

Matrix E «Organ für den Brieftransport»: $E_2 =$ Rollenfördersystem, $E_4 =$ Kombination von Rollenförder-Förderbändersystem

Matrix F «Fachorgan mit vorangehender Stempelung»: $F_1 =$ ein Stapler, $F_2 =$ mehrere Stapler, aber nur eine Stempelanlage.

Mit diesen bevorzugten Elementen sind 16 Anlagen möglich. 3 davon sind verwirklicht, während die vierte, die Anlage des britischen GPO wegen des aufwendigen Organs für die «Fachwahl oder Drehung der Briefe» weniger geeignet ist.

3. Anwendung der morphologischen Methode auf die Briefverteilmaschinen

Definition. Eine solche Maschine hat ein Aufnahmeorgan, welchem die Briefe so übergeben werden, dass sich die abzulesenden Orts- oder Strassenbezeichnungen auf allen Briefen am gleichen Ort befinden. Das Vereinzelungsorgan übernimmt anschliessend den Transport der Briefe zum Ableseorgan. Die abgelesenen Orts- oder Strassenbezeichnungen gelangen dann in das Fachwahlorgan, das bewirkt, dass der Brief durch das Brieftransportorgan in das richtige Bestimmungsfach transportiert wird.

Bestimmung der charakteristischen Parameter der Briefverteilmaschine. Bei dieser Maschine haben wir folgende Parameter:

- (A) das Aufnahmeorgan
- (B) das Organ für die Vereinzelung der Briefe
- (C) das Ableseorgan
- (D) das Organ für die Fachwahl
- (E) das Organ für den Brieftransport
- (F) das Fachorgan

Die Matrix «Aufnahmeorgan» A (A_1, A_2, \dots, A_n) enthält folgende Elemente:

- $A_1 =$ ein Stapler
- $A_2 =$ mehrere Stapler
- $A_3 =$ ein Behälter
- $A_4 =$ mehrere Behälter
- $A_5 =$ ein Förderband
- $A_6 =$ Abzugswagen

Die Matrix «Organ für die Vereinzelung der Briefe» B (B_1, B_2, \dots, B_n) enthält folgende Elemente:

- $B_1 =$ mechanisch
- $B_2 =$ pneumatisch
- $B_3 =$ von Hand

Die Matrix «Ableseorgan» C (C_1, C_2, \dots, C_n) enthält folgende Elemente:

- $C_1 =$ Auge
- $C_2 =$ Photozelle
- $C_3 =$ Magnetkopf
- $C_4 =$ Kontaktelement

Die Matrix «Organ für die Fachwahl» D (D_1, D_2, \dots, D_n) enthält folgende Elemente:

- $D_1 =$ Zuordner mit Torschaltungen
- $D_2 =$ Relaiszuordner
- $D_3 =$ Lichtschablonenzuordner
- $D_4 =$ Photographischer Zuordner
- $D_5 =$ «Fädchen»-Zuordner
- $D_6 =$ Magnetbandzuordner
- $D_7 =$ Magnettrommelzuordner
- $D_8 =$ Zuordner mit Magnetplatten
- $D_9 =$ Statischer Zuordner mit nichtlinearen Schaltelementen
- $D_{10} =$ Röhrenmatrix
- $D_{11} =$ Durch Stifte an den Transportbehältern
- $D_{12} =$ Einwurf des Briefes in entsprechenden Schlitz
- $D_{13} =$ Direkt durch Tastendruck

Die Matrix «Organ für den Brieftransport» E (E_1, E_2, \dots, E_n) enthält folgende Elemente:

- $E_1 =$ Förderbänder
- $E_2 =$ Rollenfördersystem
- $E_3 =$ Kombination von Rollenförder- und Förderbändersystem
- $E_4 =$ Behälter
- $E_5 =$ Förderbänder und Schwerkraft

Die Matrix «Fachorgan» F (F_1, F_2, \dots, F_n) enthält folgende Elemente:

- $F_1 =$ Stapler in einer horizontalen Reihe
- $F_2 =$ Stapler in Etagen horizontal

- F₃ = Fachbehälter in einer horizontalen Reihe
- F₄ = Fachbehälter in Etagen horizontal
- F₅ = Fachbehälter auf einer Trommel in Etagen
- F₆ = Förderbänder
- F₇ = Fächer und Stapler

Aufstellung des «morphologischen Kastens». Dieser besteht aus dem Schema der Matrizen:

- A₁ A₂ A₃ A₄ A₅ A₆
- B₁ B₂ B₃
- C₁ C₂ C₃ C₄
- D₁ D₂ D₃ D₄ D₅ D₆ D₇ D₈ D₉ D₁₀ D₁₁ D₁₂ D₁₃
- E₁ E₂ E₃ E₄ E₅
- F₁ F₂ F₃ F₄ F₅ F₆ F₇

In jeder Matrix wird um ein einziges Element ein Kreis gezogen, und diese Kreise werden miteinander verbunden. Jede solche Kette von Kreisen stellt eine mögliche Briefverteilmaschine dar. Im obigen Schema gibt es deshalb $N = 6 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 13 \cdot 5 \cdot 7 = 32760$ mögliche Briefverteilmaschinen.

Diskussion über die verschiedenen Briefverteilmaschinen

Durchleuchtung der verschiedenen Elemente im Blick auf eine leistungsfähige Maschine. Damit eine solche Maschine wirtschaftlich ist, sollte sie 20 000 Briefe in der Stunde verarbeiten können. Bei dieser Leistung beschränkt sich die Arbeit des Menschen auf die Leerung der Fächer und die Revision der Maschine. Um diese Forderungen zu erfüllen, eignen sich im «morphologischen Kasten» folgende Elemente:

- Matrix A «Aufnahmeorgan»: A₁ = ein Stapler, A₂ = mehrere Stapler, A₆ = Abzugswagen
- Matrix B «Organ für die Vereinzelung der Briefe»: B₁ = mechanisch, B₂ = pneumatisch
- Matrix C «Ableseorgan»: C₂ = Photozelle
- Matrix D «Organ für die Fachwahl»: D₁ = Zuordner mit Torschaltungen, D₇ = Magnettrommelzuordner, D₈ = Statischer Zuordner mit nichtlinearen Schaltelementen, D₁₀ = Röhrenmatrix

- Matrix E «Organ für den Brieftransport»: E₂ = Rollenfördersystem, E₃ = Kombination von Rollenförder- und Förderbändersystem, E₄ = Behälter

Matrix F «Fachorgan»: alle Elemente eignen sich

Mit diesen bevorzugten Elementen ist der Bau von 504 Maschinen möglich. Davon sind zwei verwirklicht worden, nämlich die Maschine der Firma Telefunken und die Maschine der Standard in Zusammenarbeit mit der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH), Zürich. In der Maschine der Firma Siemens und Halske könnte der auf verschiedene Briefdicken störanfällige Magnetkopf leicht durch eine Photozelle ersetzt werden (vgl. Tabelle unten).

4. Anwendung der morphologischen Methode auf die Paketverteilmaschinen

Definition. Eine solche Maschine hat ein Aufnahmeorgan. Ein Vereinzelungsorgan übernimmt hierauf den Transport der Pakete zum Ableseorgan. Die abgelesenen Orts- oder Strassenbezeichnungen gelangen dann in das Fachwahlorgan, welches bewirkt, dass das Paket durch das Pakettransportorgan in das richtige Bestimmungsfach transportiert wird. Eine solche Maschine führt nach der Ablesung die Paketverteilung in das Fachorgan ohne menschliches Zutun aus.

Bestimmung der charakteristischen Parameter der Paketverteilmaschine. Bei dieser Maschine haben wir folgende Parameter:

- (A) das Aufnahmeorgan
- (B) das Organ für die Vereinzelung der Pakete
- (C) das Ableseorgan
- (D) das Organ für die Fachwahl
- (E) das Organ für den Pakettransport
- (F) das Fachorgan

Verwirklichte Briefverteilmaschinen

Maschinentyp	Elemente	maximale Leistung	maximale Zahl der Eingabplätze
Thrissel, Grossbritannien	A ₁ B ₂ C ₁ D ₁₀ E ₂ F ₄	6 000 Briefe/h	1
Transorma, Niederlande	A ₁ B ₂ C ₁ D ₁₁ E ₄ F ₄	15 000 Briefe/h	5
Bell, Brüssel	A ₂ B ₂ C ₁ D ₂ E ₄ F ₄	25 000 Briefe/h	6
Siemens & Halske, Deutschland	A ₁ B ₂ C ₃ D ₁ E ₄ F ₅	20 000 Briefe/h	1
Telefunken, Deutschland	A ₁ B ₂ C ₂ D ₇ E ₃ F ₄	20 000 Briefe/h	1
Kanada (Projekt)	A ₁ B ₂ C ₂ D ₁ E ₁ F ₄	36 000 Briefe/h	1
Rabinow-Burroughs, Amerika	A ₁ B ₂ C ₁ D ₁₁ E ₄ F ₆	216 000 Briefe/h	60
Standard und Eidgenössische Technische Hochschule Zürich	A ₁ B ₂ C ₂ D ₁ E ₄ F ₄	20 000 Briefe/h	2
Dortmund, Deutschland	A ₁ B ₃ C ₁ D ₁₂ E ₁ F ₁	40 000 Briefe/h	20
Sowjetunion	A ₁ B ₁ C ₁ D ₁₃ E ₂ F ₃	4 000 Briefe/h	1
Australien	A ₄ B ₃ C ₁ D ₁₂ E ₁ F ₃	35 000 Briefe/h	14
Bulgarien	A ₁ B ₂ C ₁ D ₂ E ₃ F ₄	3 000 Briefe/h	1
Brandt, Frankreich	A ₂ B ₂ C ₁ D ₁₁ E ₄ F ₄	15 000 Briefe/h	5
Japan	A ₁ B ₁ C ₁ D ₁₃ E ₅ F ₄	3 000 Briefe/h	1

Die Matrix «Aufnahmeorgan» A (A_1, A_2, \dots, A_a) enthält folgende Elemente:

- A_1 = Förderband
- A_2 = Rutsche
- A_3 = Behälter
- A_4 = Rollenförderer
- A_5 = Karren
- A_6 = Förderbänder und Rampe
- A_7 = Rampe

Die Matrix «Organ für die Vereinzelung der Pakete» B (B_1, B_2, \dots, B_b) enthält folgende Elemente:

- B_1 = von Hand
- B_2 = mechanisch
- B_3 = von Hand und durch Schwerkraft
- B_4 = mechanisch und durch Schwerkraft

Die Matrix «Ableseorgan» C (C_1, C_2, \dots, C_c) enthält folgende Elemente:

- C_1 = Auge
- C_2 = Photozelle
- C_3 = Magnetkopf
- C_4 = Kontaktelement

Die Matrix «Organ für die Fachwahl» D (D_1, D_2, \dots, D_d) enthält folgende Elemente:

- D_1 = Zuordner mit Torschaltungen
- D_2 = Relaiszuordner
- D_3 = Lichtschablonenzuordner
- D_4 = Photographischer Zuordner
- D_5 = «Fädchen»-Zuordner
- D_6 = Magnetbandzuordner
- D_7 = Magnettrommelzuordner
- D_8 = Statischer Zuordner mit nichtlinearen Schaltelementen
- D_9 = Durch Einwurf von Hand auf entsprechendes Fachtransportband
- D_{10} = Durch mechanische Ablenkung auf entsprechendes Fachtransportband
- D_{11} = Durch Einwurf in entsprechende Öffnung
- D_{12} = Durch Einwurf auf entsprechende Rutsche

Die Matrix «Organ für den Pakettransport» E (E_1, E_2, \dots, E_e) enthält folgende Elemente:

- E_1 = Förderband
- E_2 = Rutsche
- E_3 = Behälter
- E_4 = Rollenförderer

Die Matrix «Fachorgan» F (F_1, F_2, \dots, F_f) enthält folgende Elemente:

- F_1 = Umladewagen
- F_2 = Einsatzrollwagen
- F_3 = Sammelstapler
- F_4 = Sammelförderband
- F_5 = Behälter
- F_6 = Rollenförderer
- F_7 = Tische
- F_8 = Rutsche

Aufstellung des «morphologischen Kastens». Dieser besteht aus dem Schema der Matrizen:

- $A_1 A_2 A_3 A_4 A_5 A_6 A_7$
- $B_1 B_2 B_3 B_4$
- $C_1 C_2 C_3 C_4$
- $D_1 D_2 D_3 D_4 D_5 D_6 D_7 D_8 D_9 D_{10} D_{11} D_{12}$
- $E_1 E_2 E_3 E_4$
- $F_1 F_2 F_3 F_4 F_5 F_6 F_7 F_8$

In jeder Matrix wird um ein einziges Element ein Kreis gezogen, und diese Kreise werden miteinander verbunden. Jede solche Kette von Kreisen stellt eine mögliche Paketverteilmaschine dar. Im obigen Schema gibt es deshalb $N = 7 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 12 \cdot 4 \cdot 8 = 43\,008$ mögliche Paketverteilmaschinen.

Diskussion über die verschiedenen Paketverteilmaschinen

Verwirklichte Maschinen

Maschinentyp	Elemente	Maximale Leistung je Sortierer
Typ 1, Grossbritannien	$A_6 B_1 C_1 D_2 E_3 F_3$	1000 Pakete/h
Typ Webb, Grossbritannien	$A_1 B_1 C_1 D_2 E_3 F_4$	1250 Pakete/h
Typ Greller, USA	$A_1 B_1 C_1 D_{10} E_1 F_6$	600 Pakete/h
Russland	$A_1 B_1 C_1 D_2 E_1 F_7$	1000 Pakete/h
Typ 1, Australien	$A_1 B_1 C_1 D_{10} E_1 F_2$	960 Pakete/h
Typ 2, Australien	$A_3 B_1 C_1 D_{11} E_1 F_8$	1200 Pakete/h
Typ 1, Schweden	$A_1 B_1 C_1 D_{10} E_1 F_7$	350 Pakete/h
Typ 2, Schweden	$A_5 B_1 C_1 D_{11} E_1 F_8$	800 Pakete/h
Typ 3, USA	$A_7 B_1 C_1 D_{11} E_2 F_7$	850 Pakete/h
Typ 2, Grossbritannien	$A_5 B_1 C_1 D_{11} E_1 F_8$	900 Pakete/h
Japan	$A_7 B_1 C_1 D_{11} E_1 F_8$	1500 Pakete/h

Durchleuchtung der verschiedenen Elemente im Blick auf eine leistungsfähige Maschine. Eine solche Paket-sortiermaschine muss in der Lage sein, die grosse Transportarbeit mechanisch, und das eigentliche Sortieren automatisch zu erledigen.

Um diese Forderungen zu erfüllen, eignen sich im «morphologischen Kasten» besonders folgende Elemente:

Matrix A «Aufnahmeorgan»: A_1 = Förderband, A_2 = Rutsche, A_4 = Rollenförderer

Matrix B «Organ für die Vereinzelung der Pakete»: B_2 = mechanisch. Wegen der verschiedenen Paketformate könnte hier auch noch das Element B_1 = von Hand, verwendet werden

Matrix C «Ableseorgan»: C_2 = Photozelle

Matrix D «Organ für die Fachwahl»: D_1 = Zuordner mit Torschaltungen, D_2 = Relaiszuordner, D_3 = Lichtschablonenzuordner, D_4 = Photographischer Zuordner, D_5 = «Fädchen»-Zuordner, D_7 = Magnettrommelzuordner, D_8 = Statischer Zuordner mit nichtlinearen Schaltelementen

Matrix E «Organ für den Pakettransport»: E_3 = Behälter

Matrix F «Fachorgan»: F_2 = Einsatzrollwagen und F_4 = Sammelförderband.

Mit diesen bevorzugten Elementen ist der Bau von 84 Maschinen möglich. Davon ist bis jetzt noch keine verwirklicht worden. Berücksichtigt man, dass von den anfallenden Paketen rund 80% ein quaderförmiges Volumen (siehe Kapitel I) haben, wäre eine Konstruktion einer Maschine mit den Elementen $A_1, B_1, C_2, D_8, E_3, F_2$ sicher erfolversprechend.

Verzichtet man auf die Forderung der Automatisierung der geistigen Sortierarbeit, so ist besonders der Typ 1 aus Grossbritannien und der Typ Webb aus den USA als gelungen zu erwähnen.

5. Verteilmaschinen für den Checkdienst

Definition. Eine solche Maschine hat ein Aufnahmeorgan, dem die Scheine oder Karten so übergeben werden, dass sich die abzulesenden Daten überall am gleichen Ort befinden. Das Vereinzelnorgan übernimmt hierauf den Transport der Scheine oder Karten zum Ableseorgan. Die abgelesenen Daten gelangen hierauf in das Fachwahl- oder Einordnungsorgan. Dieses bewirkt, dass der Schein oder die Karte durch das Transportorgan in das richtige Bestimmungsfach transportiert oder im Sammelorgan in der richtigen Reihenfolge eingeordnet wird.

Bestimmung der charakteristischen Parameter für den Checkdienst. Wir haben folgende Parameter:

- (A) das Aufnahmeorgan
- (B) das Organ für die Vereinzelnung der Scheine oder Karten
- (C) das Ableseorgan
- (D) das Fachwahl- oder Einordnungsorgan
- (E) das Transportorgan
- (F) das Fach- oder Sammelorgan

Die Matrix «Aufnahmeorgan» A (A_1, A_2, \dots, A_a) enthält folgende Elemente:

- A_1 = Stapler
- A_2 = Taschen
- A_3 = Förderband

Die Matrix «Organ für die Vereinzelnung der Scheine oder Karten» B (B_1, B_2, \dots, B_b) enthält folgende Elemente:

- B_1 = mechanisch
- B_2 = pneumatisch
- B_3 = von Hand
- B_4 = Jedes Formular in Tasche

Die Matrix «Ableseorgan» C (C_1, C_2, \dots, C_c) enthält folgende Elemente:

- C_1 = Auge
- C_2 = Photozelle
- C_3 = Magnetkopf
- C_4 = Kontaktelement
- C_5 = Abfühlbürsten
- C_6 = Stiftkasten als Abfühleinheit

Die Matrix «Fachwahl- oder Einordnungsorgan» D (D_1, D_2, \dots, D_d) enthält folgende Elemente:

- D_1 = Zuordner mit Torschaltungen
- D_2 = Relaiszuordner
- D_3 = Lichtschablonenzuordner
- D_4 = Photographischer Zuordner
- D_5 = «Fädchen»-Zuordner
- D_6 = Magnetbandzuordner
- D_7 = Magnettrommelzuordner
- D_8 = Zuordner mit Magnetplatten
- D_9 = Statischer Zuordner mit nichtlinearen Schaltelementen
- D_{10} = Röhrenmatrix
- D_{11} = Durch Stifte an den Transportbehältern
- D_{12} = Magnetband an Tasche
- D_{13} = Stiftkasten steuert Leitstangen

Die Matrix «Transportorgan» E (E_1, E_2, \dots, E_e) enthält folgende Elemente:

- E_1 = Förderbänder
- E_2 = Taschen
- E_3 = gegeneinanderlaufende Rollen
- E_4 = gegeneinanderlaufende Scheiben

Die Matrix «Fach- oder Sammelorgan» F (F_1, F_2, \dots, F_f) enthält folgende Elemente:

- F_1 = Stapler in einer horizontalen Reihe
- F_2 = Stapler in Etagen horizontal
- F_3 = Fachbehälter in einer horizontalen Reihe
- F_4 = Fachbehälter in Etagen horizontal
- F_5 = Fachbehälter auf einer Trommel in Etagen
- F_6 = Spezialbehälter für die Aufnahme der Taschen

Aufstellung des «morphologischen Kastens». Dieser besteht aus dem Schema der Matrizen:

$A_1 A_2 A_3$
 $B_1 B_2 B_3 B_4$
 $C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6$
 $D_1 D_2 D_3 D_4 D_5 D_6 D_7 D_8 D_9 D_{10} D_{11} D_{12} D_{13}$
 $E_1 E_2 E_3 E_4$
 $F_1 F_2 F_3 F_4 F_5 F_6$

In jeder Matrix wird um ein einziges Element ein Kreis gezogen, und diese Kreise werden miteinander verbunden. Jede solche Kette von Kreisen stellt eine mögliche Verteilmaschine dar. Im obigen Schema gibt es deshalb $N = 3 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 13 \cdot 4 \cdot 6 = 22464$ mögliche Verteilmaschinen.

Diskussion über die verschiedenen Verteilmaschinen für den Checkdienst

Verwirklichte Maschinen

Maschinentyp	Elemente	maximale Leistung
Typ 83, IBM	$A_1 B_1 C_2 D_1 E_3 F_3$	60 000 Karten/h
Bull	$A_1 B_1 C_5 D_2 E_3 F_3$	42 000 Karten/h
Remington Rand	$A_1 B_1 C_2 D_9 E_3 F_3$	48 000 Karten/h
Samas	$A_1 B_1 C_6 D_{13} E_3 F_3$	40 000 Karten/h
PTT, Schweiz	$A_1 B_2 C_5 D_{10} E_4 F_3$	15 000 Belege/h
Bell Telephone	$A_2 B_1 C_3 D_{12} E_2 F_6$	3 000 Belege/h

Kapitel I

- Graf U. und Henning H.J. Formeln und Tabellen der mathematischen Statistik. Springer-Verlag, Berlin, 1958.
- Finanzabteilung PTT. Statistik über den Paketverkehr PTT. Bericht Nr. 9250, Bern.
- Generaldirektion PTT. Statistische Jahrbücher 1958 und 1959, Bern.
- Kellerer H. Theorie und Technik des Stichprobenverfahrens. Einzelschriften der Deutschen Statistischen Gesellschaft, München, 1953.
- Linder A. Planen und Auswerten von Versuchen. Birkhäuser-Verlag, Basel, 1953.
- Linder A. Statistische Methoden. Birkhäuser-Verlag, Basel, 1957.

Kapitel II

- Buchner P. Algebra Leitfaden, IV. Teil. Orell Füssli-Verlag, Zürich, 1944.
- Fischer H. Information und Kommunikation. Industrielle Organisation 1959, Heft 5.
- Fontanellaz G. Wesen und Probleme der Datenübertragung. Techn. Mitt. PTT, (39) 1961, Nr. 4.
- Fucks W. On mathematical Analysis of Style. Biometrika (1953) Nr. 39, S. 122-129.
- Graf U. und Henning H.J. siehe Kapitel I
- Levy M. und Barszczewski A. Coding Problems related to the electronic Mail Handling System. Post Office Department Canada, Ottawa 1957.
- Linder A. Statistische Methoden, s. Kapitel I.
- Wiener R. Mensch und Menschmaschine. Metzner Verlag, Frankfurt a. M., 1952.
- Meyer-Eppler W. Grundlagen und Anwendungen der Informationstheorie. Springer-Verlag, Berlin, 1959.
- Sluckin W. Models and Psychology. Science News 47, Penguin books, Harmondsworth (Middlesex), 1958.
- Stohler H. Algebra Leitfaden, III. Teil. Orell Füssli-Verlag, Zürich, 1938.

Kapitel III

- Union Postale Universelle (UPU) Rapport général, A 3, UPU CCEP, Bern, 1961.
- Zwicky P. Morphologische Astronomie. Physikalische Blätter, 1949, Nr. 5.

Durchleuchtung der verschiedenen Elemente im Blick auf eine leistungsfähige Maschine. Bei einer solchen Maschine spielt in erster Linie die Leistung die grösste Rolle. Um eine solche zu erzielen, eignen sich besonders folgende Elemente des «morphologischen Kastens»:

Matrix A «Aufnahmeorgan»: $A_1 =$ Stapler

Matrix B «Organ für die Vereinzelung»: $B_1 =$ mechanisch, $B_2 =$ pneumatisch

Matrix C «Ableseorgan»: $C_2 =$ Photozelle, $C_3 =$ Magnetkopf, $C_4 =$ Abfühlbürsten

Matrix D «Fachwahl- oder Einordnungsorgan»: $D_1 =$ Zuordner mit Torschaltungen, $D_9 =$ Statischer Zuordner mit nichtlinearen Schaltelementen

Matrix E «Transportorgan»: $E_3 =$ gegeneinanderlaufende Rollen

Matrix F «Fach- oder Sammelorgan»: $F_3 =$ Fachbehälter in einer horizontalen Reihe.

Mit diesen bevorzugten Elementen ist der Bau von 12 Maschinen möglich. Davon sind drei verwirklicht worden, nämlich die Maschinen der Firmen Bull, IBM und Remington Rand.

IV. Schlussbetrachtung

Die Automatisierung der verschiedenen Sortiervorgänge bei der Post drängt sich immer gebieterischer auf. Mit ihr kann entweder der zusehends grösser werdenden Personalknappheit begegnet, oder ein bestimmter Mehrverkehr ohne Personalvermehrung bewältigt werden.

Berichtigung

In Nr. 4/1963 (S. 147) unserer Zeitschrift ist die zum Beitrag

«Les dispositifs accessoires d'installations d'abonnés»

gehörende Dezimalklassifikation irrtümlich mit 654.15 angegeben worden. Sie muss

richtig 615.15

lauten. Wir bitten um Kenntnisnahme und Entschuldigung.

Die Red.