

Zeitschrift: Traverse : Zeitschrift für Geschichte = Revue d'histoire
Herausgeber: [s.n.]
Band: 16 (2009)
Heft: 3

Artikel: Das Monster und die Schablone : zur Logistik von Daten um 1950
Autor: Gugerli, David
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-99819>

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: 20.04.2026

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

Das Monster und die Schablone

Zur Logistik von Daten um 1950

David Gugerli

Zwei Sätze genügten der New York Times, um den Einsatz des «acht Fuss grossen mathematischen Genies» zu melden, das seinen Dienst für das US Census Bureau am 14. Juni 1951 angetreten hatte. Dort sollte es die massenstatistischen Probleme der amerikanischen Volkszählung lösen. Die Rede ist vom frisch gebauten UNIVAC der Remington Rand Inc., von dem man sich erhoffte, er könne einen durchschnittlichen Bürger in einem Sekundenbruchteil hinsichtlich Geschlecht, Zivilstand, Bildung, Wohnort, Altersgruppe, Geburtsort, Beschäftigung, Einkommen und einem Dutzend weiterer Merkmale einteilen.¹ Der erste «Universal Automatic Computer» war ein Rechner von monströsem Format. Er enthielt nicht weniger als 5200 Röhren und 18'000 Dioden, hatte ein Gewicht von 13 Tonnen und glich – mit seinem Nettoflächenbedarf von gut 35 Quadratmetern – einer veritablen industriellen Produktionsanlage.²

Wo Monster auftreten, müssen Geschichten erzählt werden. Was die New York Times bloss verkündet hatte, wurde von Remington Rand in einem eigens für den UNIVAC produzierten Industriefilm ausführlich erklärt.³ Schon die Eröffnungssequenz des Films machte unmissverständlich klar, dass es bei der Disziplinierung des UNIVAC um etwas Grundsätzliches und Grossartiges ging, nämlich um den durch sorgfältige Planung ermöglichten Fortschritt der Menschheit von den Pyramiden des alten Ägypten bis zu den Wolkenkratzern des modernen Manhattan und darüber hinaus. Die Aussichten auf die Zukunft waren grossartig. Dank dem Einsatz des UNIVAC, diesem «miracle of electronic development», schienen die Zeiten des herkömmlichen, mit rechnenden Hilfskräften gefüllten Kontors für immer der Vergangenheit anzugehören⁴ – Bürokratien liessen sich endlich vom Zeitalter der Handarbeit direkt in die Epoche der industrialisierten Welt befördern. «Through the use of UNIVAC, tomorrow's office production will attain the high levels of speed and efficiency, which mark the industrial production facilities today», erläuterte Remington Rand.

Die Leitmotive des Films waren nicht nur die schiere Grösse und die erwartete Leistungsfähigkeit des Rechners. Die gesamte Inszenierung mit ihrem allwissenden Off-Kommentar orientierte sich am Vorbild fordistischer Fertigungsanlagen.



Abb. 1: Das sperrige Gedächtnis des UNIVAC I. (Computer History Museum, Mountain View, CA)

Alle UNIVAC-Komponenten – vom Kodierapparat über das Kartenlesegerät bis zum Lochkarten-Magnetband-Konverter, vom Arbeitsspeicher über den Prozessor bis zum Drucker – liessen sich, so die didaktische Deutungshilfe, in eine strenge Abfolge von Maschinen bringen, die das vorhandene Datenmaterial wie an einem Fließband Schritt für Schritt verarbeiteten. Bestand der Rechner auch aus vielen einzelnen Komponenten, so waren diese doch so gut aufeinander abgestimmt, dass sie als Ensemble eine kompakte Anlage zur Verarbeitung von Daten bildeten. Wie bei Verfahrenstechnikern üblich, liess sich die Anlage mit einem *process flow diagram* darstellen, das heisst als Abfolge in einem maschinellen Fertigungsprozess.⁵

Computer sollten universell angewendet werden können. Was bislang den Kernphysikern und den Ballistikern im Dienste des Pentagon vorbehalten war, sollte nun auch für staatliche Administrationen, für privatwirtschaftliche Unternehmen und für universitäre Forschungsinstitute zugänglich gemacht werden. Unabhängig von der Herkunft, dem Inhalt und der weiteren Verwendung der Daten mussten diese Produktionsstrassen alle denkbar möglichen Rohdaten im digitalisierten alphanumerischen Format sortieren, klassifizieren, aggregieren, berechnen und vergleichen können, um sie anschliessend in prozessierter Form auszudrucken oder zu archivieren. Es sollte also keine Rolle spielen, ob aktuelle Volkszählungsdaten auszuwerten waren, logistische Verfahren getestet oder

aufwendige wissenschaftliche Berechnungen vorgenommen werden mussten. Selbst Tausende von individuellen Lohnabrechnungen, so Remington Rand, konnten durch die schrittweise Verknüpfung von Stammdaten der Belegschaft eines Unternehmens mit den im aktuellen Monat geleisteten Arbeitszeiten zu einer gültigen Gehaltsliste verarbeitet werden. Diese wiederum liess sich auf einem Magnetband speichern, während die Checks der Arbeiter und Angestellten auf dem Endlospapier des High-Speed-Printers ausgegeben werden konnten, in einem Bruchteil der manuellen Verarbeitungszeit. Der UNIVAC erwies sich, so die überzeugende Botschaft des Werbefilms der Remington Rand, als eine universelle Datenverarbeitungsfabrik.⁶

Ganz offensichtlich ging es den Filmemachern darum, den bereits im Namen des Rechners programmatisch formulierten Anspruch auf vollständige Automatisierung zu betonen. Allerdings haben die Industriefilmer auffällig viele Szenen gedreht, bei denen eine manuelle Intervention der Operateure an Bandstationen, Speichergeräten, Druckern und Steuerkonsolen erfolgte. Die Inszenierungsstrategie torpedierte also das Automatisierungs- und Rationalisierungsanliegen. Die Darstellung einer relativ bedienungsintensiven Maschinenlandschaft hatte aber auch Vorteile: Gerade weil im Film der Remington Rand beachtlich viele Operateure auftraten, wurde dem Menschen implizit die Kontrolle über die monströse und mächtige Maschine zugewiesen. Der UNIVAC liess sich als eine komplexe aber überschaubare Anlage darstellen, die man, so der Film, trotz ihrer Präzedenzlosigkeit bei jedem einzelnen Verarbeitungsschritt beobachten und korrigieren konnte. Damit wurde der gewaltige Leistungssteigerungen verheissende Computer entmystifiziert und gezähmt. Mögliche Ängste vor einem Kontrollverlust gegenüber dem omnipotenten Monster liessen sich im Werbefilm (wie im Herstellerbericht und im Testreport) abbauen.⁷ Der universell einsetzbare Rechner wurde dank der demonstrierten Interventionsmöglichkeiten der menschlichen Akteure zu einer transparent funktionierenden, längst zivilisierten und domestizierten Anlage gemacht – selbst das riesige Herzstück, der äusserst komplexe Prozessor, konnte scheinbar mühelos auseinander genommen und Panel für Panel wieder zusammengesetzt werden.⁸

Die Überwachung der Maschine durch den intelligenten Menschen ist ein Standardnarrativ des Industriefilms.⁹ Der Auftritt einer grossen Zahl von Operateuren des UNIVAC hatte jedoch nicht nur diese traditionelle Selbstversicherungsfunktion. Vielmehr sollte ein Mitglied der Crew ganz besonders hervorgehoben werden – der Programmierer konnte nur dank der grossen Entourage auch als grosser *mastermind* inszeniert und von den gewöhnlichen Teammitgliedern unterschieden werden.

68 Ganz allein sass der Programmierer an seinem Pult, abseits der hoch technisierten



Abb. 2: *Konzentration abseits der Produktion: Programmieren mit basalen Kulturtechniken (Computer History Museum, Mountain View, CA)*

und von Operateuren bevölkerten Welt der Datenfabrik, und versuchte nachzudenken. Im imaginären Schnittpunkt der beiden Erzählstränge des Films, die sich aus der Zivilisationsgeschichte vom Alten Ägypten bis ins Moderne Amerika und aus dem Drama zwischen erdrückender Informationsflut der Gegenwart und dem universellen, zukunftsorientierten Lösungsversprechen namens UNIVAC ergaben, wurde im Remington-Rand-Film ein Mann platziert – «one of the most highly skilled members of the Univac operating team» –, der sich Zeit nehmen konnte und sich überlegen musste, was dem Computer zu befehlen sei, welche Instruktionen also von der Datatypistin aufs Magnetband und von dort in die Schaltkreise des Rechners geschickt werden sollten.

Der Programmierer wurde im Film als einzige Figur ausserhalb des Maschinenclusters vorgestellt; die Erfindung von Befehlen war ein ziemlich abstrakter Vorgang und der Dominator des rechnenden Monsters war auf keine Hightech, sondern auf basale Kulturtechniken angewiesen. Ausser einem Schreibtisch, Bleistift, Papier und seinen analytischen Fähigkeiten benötigte der Programmierer nichts, um seine Arbeit zu erledigen. Seine demonstrative Distanz zum Betrieb erlaubte ihm, wie die Baumeister der Pharaonen «in the dawn of our civilization» sorgfältig und effizient zu planen und komplexe Probleme zu lösen, indem er sie in Einzelschritte zerteilte: “Knowing what end results are wanted, he takes the problem and breaks it down into its basic operations.” Dafür bediente er sich

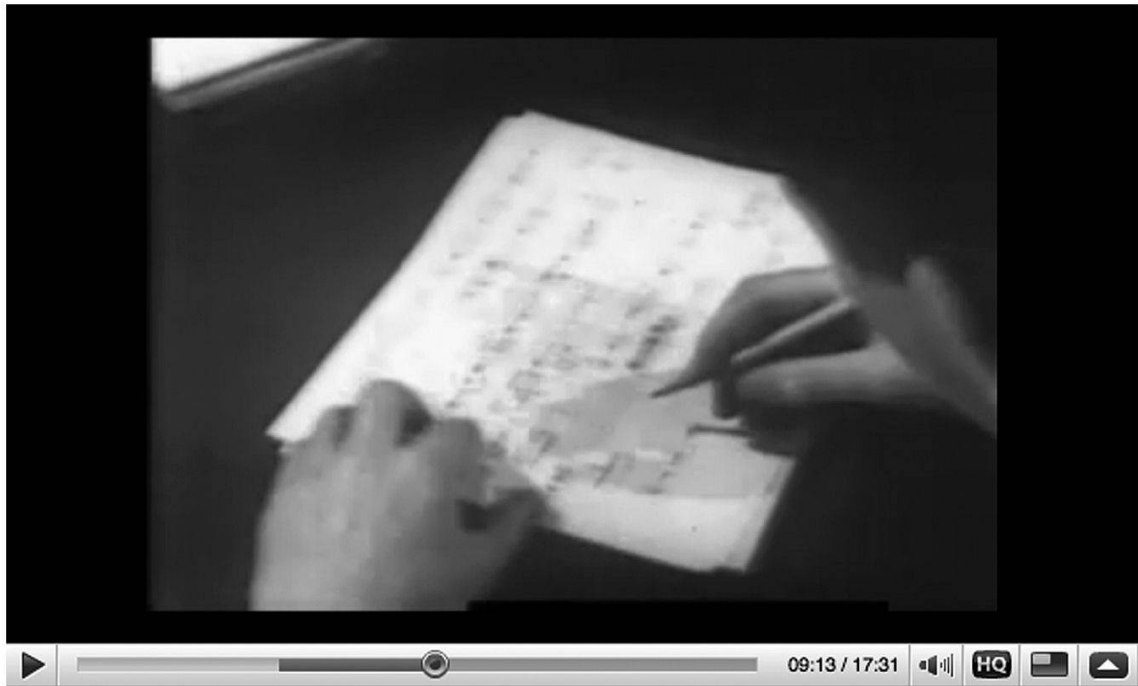


Abb. 3: *Präzision und Norm: Die Schablone im Einsatz.* (Computer History Museum, Mountain View, CA)

bei genauerem Hinsehen einer Technik, die längst erprobt war und mit der sich universalmaschinengerechte Portionen definieren und zu funktionstüchtigen Ketten verbinden liessen: dem von Frank Bunker Gilbreth in den 1920er-Jahren eingeführten Flussdiagramm. Der Programmierer wurde als Logistiker von Instruktionen dargestellt, der nicht nur «das Fliessband im Kopf» hatte,¹⁰ sondern auch wusste, wie anstehende Probleme in Operationen übersetzt werden konnten: “First he prepares a flowchart, using a special template which has cut-outs representing all the necessary arithmetic and logical symbols.”

Damit traten an einem im Industriefilm prominent dargestellten Ort zwei eher unscheinbare Instrumente auf: das Flussdiagramm und die Schablone. Beide waren 1951 bestens eingeführt und hatten bereits unter dem Regime jener Lochkartenmaschinen von IBM, welche der UNIVAC von Remington ablösen sollte, eine selbstverständliche Rolle gespielt. Zu «generalisierten Kommunikationsmedien»¹¹ sind Flowcharts in der Blütezeit des Scientific Management geworden. Ihre Karriere war dem unverbrüchlichen Glauben von Betriebswirten und Ingenieuren geschuldet, dass alle Prozesse auf einander ähnliche Strukturelemente zurückgeführt werden konnten und sich deshalb in standardisierter Form grafisch darstellen liessen. «Wenn man die verschiedenen Arten von Arbeitsabläufen untersucht, so findet man überall gewisse Tätigkeiten und Verfahren, die sich gleichen», hielten die IBM Nachrichten 1951 in einem Artikel über «Arbeits-

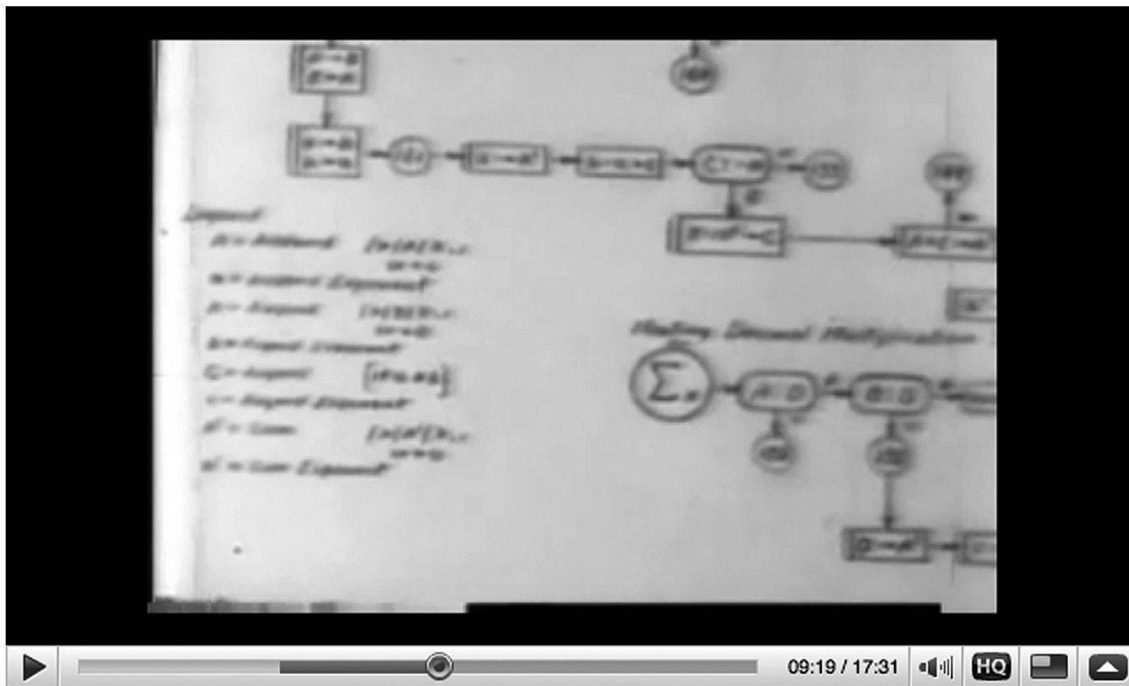


Abb. 4: *Das Resultat: «a well structured set of instructions for the computer».* (Computer History Museum, Mountain View, CA)

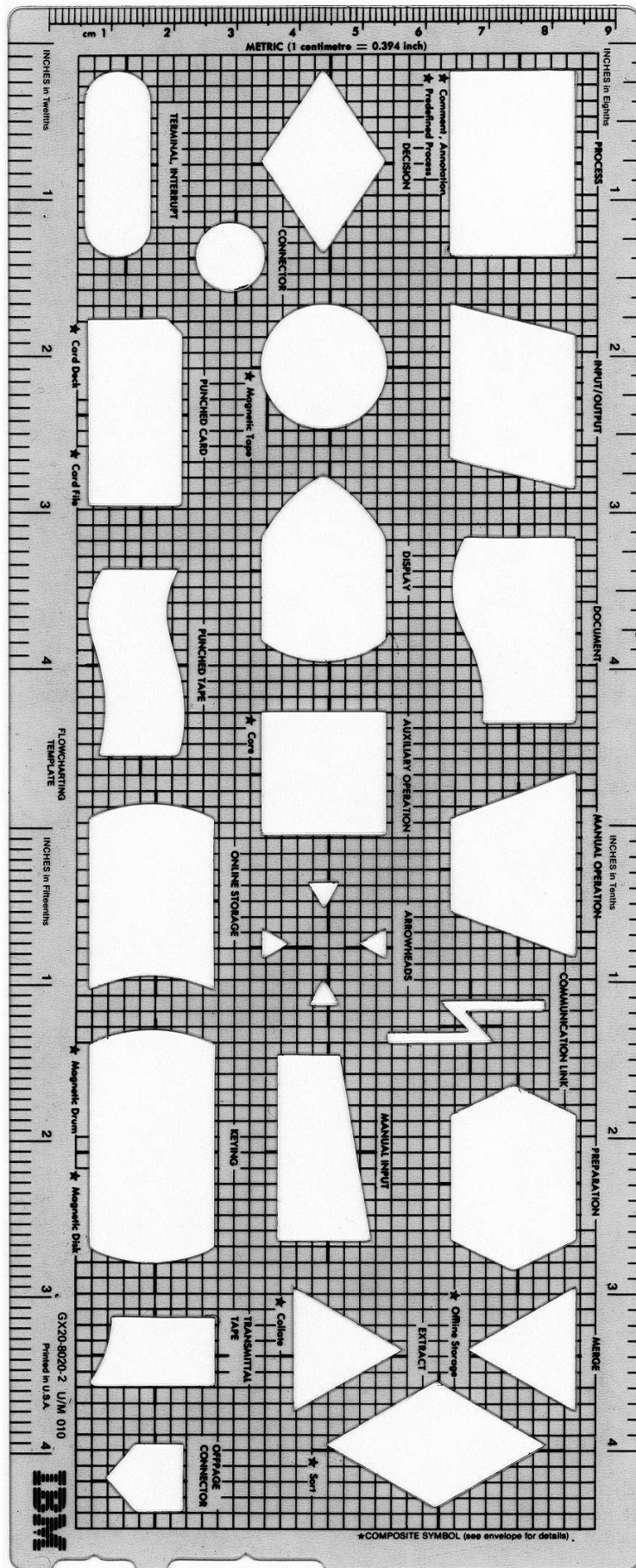
ablaufüberwachung und schaubildliche Darstellungen» fest. Für das konstruktive Denken sei es immer eine wertvolle Hilfe, wenn man sich ein Schaubild mache, das erlaube, sehr schnell die wichtigsten Punkte und ihre gegenseitigen Beziehungen zu erfassen. Arbeitsabläufe liessen sich also dadurch darstellen, analysieren und letztlich auch besprechen, dass man sie in Teilschritte zerlegte, welche sich in symbolisch standardisierter Form aufzeichnen liessen. «Bei der Herstellung eines Arbeitsablaufbildes klären sich erst die Gedanken und das Verständnis für die Sache wächst», hiess es bei IBM gewissermassen synchron zur cineastischen Epiphanie des UNIVAC. Zur «Erleichterung des Aufzeichnens der verschiedenen Standardsymbole» habe man eine Schablone entworfen, die bei IBM-Geschäftsstellen zu beziehen sei.¹²

Mit ihrer grossen Referenz auf Flowchart und Schablone befanden sich Firmen, die sich der universellen und automatisierten Verarbeitung informationeller Rohdaten widmeten, in guter Gesellschaft mit den zivilen und militärischen Logistikern, den Elektrotechnikern, den Verfahrenstechnikern und den betriebswirtschaftlichen Rationalisierungsspezialisten. Mit Schablonen erstellte Flowcharts waren ein universell einsetzbares Kommunikationsmittel, das über unzählige Grenzen spezialisierter Wissensbestände hinweg nicht nur das notwendige «Verständnis für die Sache» wachsen liess, sondern auch Verständigung unter den verschiedenen Akteuren ermöglichte.

Schablonen und Flowcharts banden die seit Mitte des 20. Jahrhunderts entstehenden elektronischen Datenverarbeitungsanlagen an eine Kommunikationsweise, die das automatisierte Prozessieren von Information als Fluss durch eine geordnete Sequenz von Anlagekomponenten abbildete. Während Prozessdiagramme den Materialfluss durch eine industrielle Fertigungsanlage darstellten, Organigramme den Auftrags- beziehungsweise Befehlsfluss durch eine industrielle oder militärische Organisation festhielten und elektrotechnische Schemata den Weg elektrischer Ströme innerhalb eines Apparates abbildeten, machten die Flussdiagramme der Programmierer von Rechenanlagen klar, wie und über welche Verarbeitungsstationen informationelle Rohstoffe, auch Daten genannt, laufen mussten, um schliesslich als fertig prozessierte Resultate ausgeliefert werden zu können.¹³ Doch nicht nur die informationelle Logistik der verschiedenen Programme, die mit den neuen Grossrechnern abgearbeitet werden konnten, auch die Rechner selbst liessen sich dank standardisierter Flowcharts beschreibend erklären – als industrielle Anlage, als Organigramm seiner Komponenten, als *Ordre de Bataille* für den Fluss von maschinenlesbaren Befehlen sowie als elektronisches Schaltschema von präzedenzloser Grösse. Die Tatsache, dass universelle Rechner wie der UNIVAC von Anfang an den Anspruch hatten, für die Bürokratien grosser Unternehmen zum Beispiel die monatliche Lohnabrechnung zu erledigen, machte eine sowohl betriebswirtschaftlich nützliche als auch eine rechneradäquate Analyse des Lohnsystems inklusive Stundenlöhne, Überstundenregelungen, Steuerabzüge und Gewerkschaftsbeiträge notwendig. Sie rückte also den Rechner gleich nochmals in die Nähe jener Experten, die sich im Anschluss an Frederick Taylors *scientific management*¹⁴ die Analyse betrieblicher Abläufe zur Aufgabe gemacht hatten und im Laufe des 20. Jahrhunderts gerade dadurch einen immer grösseren Einfluss auf die Führung und die Strukturierung von Unternehmen gewannen, dass sie sich auf die Visualisierung von Prozessen spezialisierten.¹⁵

Die Schablone und das Flussdiagramm traten also nicht nur im Industriefilm der Remington Rand Inc. an prominenter Stelle auf. Flowcharts, die mithilfe normierter Schablonen gezeichnet wurden, waren die Voraussetzung für die Zirkulation von Wissensbeständen, die seit 1951 mit dem Computer in engster Verbindung standen. Die Verwendung von Standardtechniken in der Herstellung von Flowcharts für datenverarbeitende Systeme und Prozeduren «greatly increases effectiveness of communication between the programmer analyst and the many groups with whom he deals», liess sich die IBM 1969 vernehmen, als sie ihr *IBM Flowcharting Template X20-8020* herausgab und sowohl die Allgemeingültigkeit der Schablone wie auch deren minimale firmenspezifische Abweichungen vom Entwurf in einer «Empfehlung für Flussdiagrammsymbole

Abb. 5: IBM Flowchart Template 1969.



für Informationsverarbeitung» der Internationalen Organisation für Standardisierung (ISO) ausführlich erläuterte.¹⁶

Lochkarten, Dokumente, Magnetbänder, Displays, aber auch vorbereitende Handlungen, Verarbeitungsprozesse, Input/Output-Operationen sowie Entscheide und Kommentare der Operateure oder der Programmierer erhielten in der Schablone je ein Symbol zugewiesen, die mit zahlreichen Pfeilformen verbunden werden konnten – kein Detail blieb vergessen, keine Kombinationsmöglichkeit unbenannt. “When the triangle is drawn so that a vertical flowline enters at the apex, it symbolizes extract. Rotating the triangle so that it rests on a point directed toward the page bottom converts it to the merge symbol.”¹⁷ Ein Mehr an Normierungsaufgaben liess sich diesem äusserst elaboriert durchlöcherten Stück Plastik mit über 30 Symbolen kaum aufbürden. Für Nachteile, die sich nicht nur aus dem begrenzten Platz für bedeutungsschwere Löcher ergaben, hatte die IBM auch noch einen praktischen Tipp bereit. So empfahl der Konzern gegen das bei der Verwendung von Tinte oder Tusche möglicherweise drohende Ausfliessen der gezeichneten Formen einen alten Bastlertrick: “To prevent blotting from an ink-flowing pen, small strips of masking tape can be attached to the solid areas on the reverse side of the template to raise it off the paper.”¹⁸

Solches Raffinement bei der Herstellung von Flowcharts gehörte jedoch nicht nur wegen der Verwendung unzeitgemässen Schreibwerkzeugs eigentlich bereits der Vergangenheit an. Das gleiche Dokument, das mit nicht zu übertreffender Ernsthaftigkeit die Normierung einer längst generalisierten Kommunikationsform endgültig vorantreiben sollte, musste nach gut 30 Seiten ausführlichster Definitionsarbeit zugunsten schablonenerzeugter Flussdiagramme vor der Konkurrenz aus dem eigenen Haus kapitulieren. Im Jahr jenes für die Computerentwicklung folgenschweren Entscheids der IBM, in Zukunft zwischen Software und Hardware kommerziell zu unterscheiden, wurde für das IBM System/360 ein Programm namens *Flowchart* angekündigt, das maschinengenerierte Flussdiagramme herstellen konnte: ohne Schablone.

Anmerkungen

- 1 «8-Foot «Genius» Dedicated. UNIVAC Will Go to Work on Census Bureau's Data», *The New York Times*, 15. 6. 1951.
- 2 George Gray, «UNIVAC I: The First Mass-Produced Computer», *Unisys History Newsletter 5* (2001). Zum Aufbau und zur Funktionsweise des Systems vgl. J. Presper Eckert et al., «The UNIVAC system», *Papers and Discussions Presented at the Dec. 10–12, 1951, Joint AIEE-IRE Computer Conference: Review of Electronic Digital Computers*, Philadelphia 1951.
- 3 Robert G. Waters (Regie), *Remington Rand Presents the Univac*, ca. 1951, Beitrag des Computer History Museums auf <http://www.youtube.com/watch?v=j2fURxbdIZs>. Über die grossen Schwierigkeiten, die Leistungen des Rechners verlässlich beurteilen zu können, berichten J. L. McPherson, S. N. Alexander, «Performance of the Census UNIVAC System», *Papers and Discussions* (wie Anm. 2).
- 4 Jennifer S. Light, «When Computers Were Women», *Technology and Culture. The International Quarterly of the Society for the History of Technology* 40 (1999), 455–483.
- 5 Vgl. den Bericht der Remington Rand in: Eckert et al. (wie Anm. 2).
- 6 Die Anwendungsbeispiele waren neben den Volkszählungsdaten von 1950 das Erstellen von Prämienrechnungen einer grossen Lebensversicherungsgesellschaft sowie fünf verschiedene Logistikprobleme. Vgl. Eckert et al. (wie Anm. 2), 12.
- 7 Eckert et al. (wie Anm. 2); McPherson/Alexander (wie Anm. 2).
- 8 Die Angst der Computerhersteller vor der Computerangst und Ohnmacht des Menschen wird noch ein knappes Vierteljahrhundert später Gegenstand einer von der Sperry Rand AG in Zürich organisierten Tagung sein. Sperry Rand AG (Zürich), Sperry UNIVAC, *Macht der Computer – Ohnmacht des Menschen? Herbsttagung 1985, Kongresshaus Zürich, 28. November 1985, [Zürich] 1985*.
- 9 Vinzenz Hediger, *Films that Work. Industrial Film and the Productivity of Media*, Amsterdam 2008.
- 10 Bettina Heintz, «Das Fließband im Kopf. Computer und Rationalisierung», in Sebastian Brändli (Hg.), *Schweiz im Wandel. Studien zur neueren Gesellschaftsgeschichte. Festschrift für Rudolf Braun*, Basel 1990, 117–147.
- 11 Niklas Luhmann, *Die Gesellschaft der Gesellschaft, 1. Teilband (Kapitel 1–3)*, Frankfurt a. M. 1997, Kap. 2, 190–412.
- 12 *IBM Nachrichten* 104 (1951), 12.
- 13 Zur Geschichte der technischen Zeichnung bis zur gedruckten Schaltung siehe Wolfgang Pircher, «Die Sprache des Ingenieurs», in David Gugerli et al. (Hg.), *Bilder der Natur – Sprachen der Technik*, Zürich 2005, 83–108.
- 14 Frederick Winslow Taylor, *The Principles of Scientific Management*, New York 1911; Daniel Nelson, *Frederick W. Taylor and the Rise of Scientific Management*, Madison (WI) 1980.
- 15 Herbert Mehrrens, «Schmidts Schaufel (9,5 kg). Frederick W. Taylors Techniken des «Scientific Management»», in Werner Sohn, Herbert Mehrrens (Hg.), *Normalität und Abweichung. Studien zur Theorie und Geschichte der Normalisierungsgesellschaft*, Opladen 1999, 85–106.
- 16 IBM, *Flowcharting Techniques*, White Plains 1969.
- 17 Ebd., 4.
- 18 Ebd., 47.

Résumé

Le monstre et le modèle. A propos de la logistique des données informatiques vers 1950

La logistique des données informatiques a sans aucun doute été profondément changée par les ordinateurs digitaux. Pour rendre compréhensible leur mode de fonctionnement et en faciliter l'utilisation, les ingénieurs, techniciens et bureaucrates durent inventer un mode de narration fiable et s'appuyer sur des idées familières. Un film industriel rend bien compte de ce processus. Ce film a été produit par *Remington Rand* lors de la livraison de son premier ordinateur UNIVAC au Bureau américain de recensement en 1951. Dans ce film, le calculateur est présenté comme une installation complexe mais facile d'accès, dont l'on peut, malgré toute sa nouveauté, observer et corriger chacune des étapes de travail. Ce processus permettait de démystifier et d'appivoiser l'ordinateur dans toute sa capacité de production. En plus des nombreux opérateurs, les modèles – ou patrons – et les ordinogrammes des programmeurs jouèrent un rôle important dans la domestication de ce monstrueux calculateur. L'UNIVAC fut ainsi relié à un mode de communication spécifique, qui consistait dans le traitement du processus automatique d'information selon une représentation graphique d'une séquence composée de différents éléments. Les ordinogrammes conçus par les programmeurs du calculateur ordonnent quand et par quelles opérations la matière informationnelle, soit les données informatiques, devait être mise en route pour finalement parvenir à un résultat abouti. Les ordinogrammes standardisés ne s'appliquèrent pas seulement à cette logistique informationnelle des différents programmes informatiques, mais aussi aux calculateurs eux-mêmes, contribuant ainsi à modifier leurs applications, dans le cadre de réalisations industrielles, dans l'organisation de différents composants, dans l'aménagement en flux des ordres destinés à des machines ou encore dans le traitement de schémas de circuits électroniques d'une taille inédite.

(Traduction: Frédéric Joye-Cagnard)