

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie = Revue technique suisse des mensurations, du génie rural et de la photogrammétrie

**Herausgeber:** Schweizerischer Verein für Vermessungswesen und Kulturtechnik = Société suisse de la mensuration et du génie rural

**Band:** 52 (1954)

**Heft:** 10

**Artikel:** Maschinen und Methoden zum programmgesteuerten Rechnen

**Autor:** Maehly, Hans J.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-210973>

### **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:** 30.01.2026

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

lyse auf Wirtschaftlichkeit unterzogen. Dabei ergab sich, daß bei den bestehenden betrieblichen Verhältnissen keine der vorhandenen Lösungen des Problems voll zu befriedigen vermochte, namentlich in preislicher Hinsicht nicht. So erhielt der Verfasser den Auftrag, ein Verfahren auszuarbeiten, das folgenden Anforderungen entsprechen sollte:

1. Die einzelnen Buchstaben sollen wie im Buchdrucksatz zu Wörtern lückenlos aneinandergereiht werden können, ohne daß unharmonische Buchstabenabstände in Erscheinung treten und die Buchstaben nachträglich noch mit Haarstrichen (Liaisons) verbunden werden müssen.
2. Die Setzleistung muß gegenüber dem bisherigen Verfahren bedeutend erhöht werden.
3. Das neue Schriftsatzinventar muß so haltbar sein, daß die gleichen Zeichen immer wieder abgelegt und neu gesetzt werden können. Sein Umfang soll so berechnet werden, daß die Schrift zweier voller Kartenblätter gesetzt werden kann, um Arbeitsunterbrüche durch die photographische Aufnahme zu vermeiden.
4. Der Schnitt der einzelnen Buchstaben, Ziffern und Satzzeichen ist so zu gestalten, daß nach der Aufnahme der Schrift möglichst wenig Retuschen erforderlich sind.
5. Für die Übertragung des Schriftsatzes auf die Druckplatte ist der direkteste und damit wirtschaftlichste Weg zu suchen. Eine Vereinfachung des Placierens der Schrift ist dazu notwendig. Weiter soll eine Qualitätssteigerung in der Placierung erreicht werden.
6. Für die Gesamtheit der notwendigen neuen Operationen darf gegenüber bisher gestochenen oder geätzten Schriften (Photogravure auf Kupfer) höchstens ein Abfall der Qualität von 10 % erfolgen.

(Fortsetzung folgt)

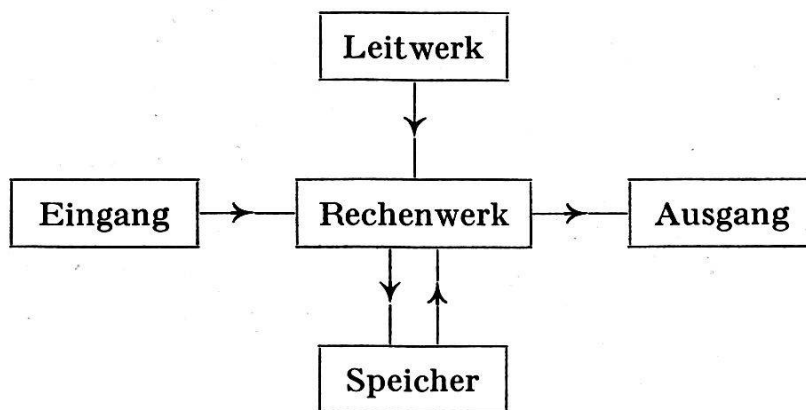
## **Maschinen und Methoden zum programmgesteuerten Rechnen**

*Von Dr. Hans J. Maehly (ETH Zürich)*

Wenn jemand zur Durchführung einer umfangreichen Zahlenrechnung, z. B. zur Auflösung von zehn linearen Gleichungen mit zehn Unbekannten, zum erstenmal eine elektrische Rechenmaschine verwenden kann, dann wird er erleichtert, ja begeistert sein nicht nur von der Beschleunigung der Arbeit, sondern auch von der Abnahme der Rechenfehler und nicht zuletzt davon, daß ihm die Maschine eine Arbeit abnimmt, die wir als langweilig und geisttötend empfinden, nämlich die Ausführung einer sehr großen Zahl sehr einfacher Gedankenfolgen nach feststehenden Grundsätzen – in diesem Falle vor allem nach den Regeln des Einmal-eins –, eine Arbeit also, für welche der Homo sapiens eigentlich schlecht geeignet ist: denn einerseits ist es ihm unmöglich, die Sicherheit und Ge-

schwindigkeit der Rechenmaschine zu erreichen, andererseits aber – und das scheint mir der entscheidende Punkt – ist das menschliche Gehirn zu viel Höherem befähigt, da es über schöpferische Kräfte verfügt, welche keine Maschine je haben wird.

Kehren wir nun zu unserem Rechner zurück, der vor einigen Tagen noch so glücklich mit seiner neuen elektrischen Rechenmaschine war, so sehen wir ihn heute, wo er schon das sechste Gleichungssystem zu lösen hat, wieder fast so unglücklich und gelangweilt an seiner Arbeit sitzen wie vorher, obwohl inzwischen infolge der Übung im Maschinenrechnen Geschwindigkeit und Sicherheit größer geworden sind. Denn „ein jeder Wunsch, wenn er erfüllt, kriegt augenblicklich Junge“ – und was sich der Mann jetzt wünscht, das wäre eine Maschine, in welche er nur noch die Koeffizienten und die konstanten Glieder einzutippen braucht und die dann, nachdem er ihr einmal „mitgeteilt“ hat, wie ein Gleichungssystem gelöst wird, nach einiger Zeit die Resultate liefert, ohne daß man sich um die vielen Zwischenresultate zu kümmern braucht. Der prinzipielle Aufbau einer solchen *programmgesteuerten Rechenmaschine* ist in Fig. 1 dargestellt.



Figur 1

Der „Eingang“ entspricht der Tastatur einer gewöhnlichen Rechenmaschine, der „Ausgang“ ist z. B. eine elektrische Schreibmaschine, welche die Endresultate schreibt. Im „Speicher“ werden Zwischenresultate zur späteren Verwendung aufbewahrt, das Leitwerk endlich bestimmt – nach einem vom Rechner vorbereiteten Plan – den Ablauf der Rechenoperationen.

Es ist eigentlich erstaunlich, daß solche programmgesteuerte Rechenmaschinen nicht schon zu Beginn unseres Jahrhunderts gebaut wurden, denn an den wichtigsten technischen Hilfsmitteln zum Bau von Relaismaschinen hätte es schon damals so wenig gefehlt wie an umfangreichen numerischen Aufgaben (z. B. Berechnung von Tabellen). Und doch sind die ersten Maschinen dieser Art erst während des Zweiten Weltkriegs beidseits der Front entstanden. Meines Wissens war die erste programmgesteuerte Maschine die Relaismaschine, die vom deutschen In-

genieur K. Zuse mit wenigen Hilfskräften gebaut wurde. Sie fiel bald einem Bombardement zum Opfer, wurde aber wieder aufgebaut und steht heute im Institut für angewandte Mathematik der ETH in Zürich. Unabhängig von Zuse hatte inzwischen Prof. Aiken in den USA mit viel größeren Mitteln seine Mark I und Mark II gebaut und bald folgten zahlreiche andere Universitäten und Firmen in aller Welt. Heute sind schon etwa 100 programmgesteuerte Maschinen im Betrieb, wovon zirka 80 % in den USA, und ungefähr ebenso viele befinden sich im Bau oder doch im Projektstadium.

Bisher stand die Entwicklung vor allem im Zeichen der *Rechengeschwindigkeit*, die gegenüber den ersten Maschinen auf das 10000fache gesteigert wurde. In dieser Richtung scheint gegenwärtig kein großer Fortschritt mehr möglich, wohl aber in Richtung einer weiteren Automatisierung, nämlich einer automatischen Programmfertigung, worauf wir später nochmals zurückkommen werden. Vorher aber soll einiges über die Konstruktion der Maschinen gesagt sein.

Wir kehren also zurück zu unserer Figur 1 und wollen kurz schildern, wie die fünf Hauptteile der Maschine technisch realisiert werden können. Wir beginnen mit dem Zentrum der Maschine, dem Rechenwerk, und schreiten dann nach „außen“ fort.

Das *Rechenwerk* einer gewöhnlichen mechanischen Rechenmaschine besteht im wesentlichen aus Wellen mit Zahnrädern, deren 10 Ruhestellungen je einer der 10 Ziffern 0 bis 9 entsprechen. Es ist zwar möglich, auch eine programmgesteuerte Rechenmaschine auf diesem Prinzip aufzubauen (Mark I), doch stößt die Übertragung der Drehmomente zwischen den Zahnrädchen bei einer so komplizierten Maschine auf erhebliche Schwierigkeiten, und die Rechengeschwindigkeit ist sehr begrenzt. Viel leichter läßt sich eine Maschine mit *Relais* bauen – sie gleicht dann einer automatischen Telephonzentrale –, welche allerdings nicht 10, sondern nur 2 verschiedene Stellungen besitzt: offen oder geschlossen. Eine Reihe von Maschinen arbeiten daher im *Dualsystem* (Zahlbasis 2 statt 10), das nur die Ziffern 0 und 1 kennt. Das wäre für den Benützer allerdings sehr unbequem, wenn diese Maschinen nicht eingetastete Dezimalzahlen automatisch in Dualzahlen übersetzen und umgekehrt die Resultate wieder in Dezimalform zurückverwandeln würden, was dann allerdings die Maschine erheblich kompliziert und auch einige Kontrollen sehr erschwert. Aiken ließ daher nicht die ganze Zahl, sondern jede einzelne Ziffer dual verschlüsseln, oder, genauer gesagt, jede der Ziffern 0 bis 9 durch gewisse Stellungen von 4 Relais (3 reichen ja leider nicht ganz) darstellen, was sich nun fast allgemein durchgesetzt hat. Wir wollen daher auf das Dualsystem nicht näher eingehen. Der nächste Schritt bestand dann in der Ersetzung der Relais durch *Elektronenröhren* unter Benutzung der für das Radar entwickelten Schaltungstechnik, wodurch die Geschwindigkeit mit einem Schlage auf das 100- bis 1000fache stieg. Heute beträgt die Multiplikationszeit für elektronische Rechenwerke etwa  $\frac{1}{10}$  bzw. 10 msec, je nachdem ob die einzelnen Ziffern simultan oder nacheinander behandelt werden (*Parallel- oder Seriierenrechenwerk*). (Fortsetzung folgt)