

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 75 (1957)
Heft: 36

Artikel: Einsatz der Rechenautomaten in der Elektrotechnik
Autor: Shah, R.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-63412>

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: 17.02.2026

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

Tabelle 3. Lukmanierleitung; Arbeitsstundenaufwand für die Erstellung verschiedener Lawinenschutzkeile in Naturstein-Mauerwerk

		total Mauerwerk m ³	Hinter- füllung m ³	Totaler Arbeitsaufwand in h	Aufwand pro m ³ in h
Mast 263	Keil 6 m hoch, Flügel je 25 m lang	762	—	13 607	18 ¹⁾
Mast 264	Keil 6-8 m hoch, Flügel 29 und 25 m lang	908	—	22 000	24,2
Mast 258	Leitmauer 55 m lang, max. 5,8 m hoch, mit Hinterfüllung	688	1430	21 500	25,0
Mast 314	Keil, Höhe bis 7,5 m, Flügel 47 und 43 m lang	1275	1340	26 860	18,80
Mast 317	Doppelkeil max. 6,40 m hoch, 3 Flügel, 30,36 und 11 m lang	749	930	16 800	20

¹⁾ Mauerwerk ohne Hinterfüllung

Tabelle 4. Lukmanierleitung; Arbeitsstundenaufwand für die Erstellung von Lawinenschutzkeilen in Eisenbeton

Ort	Beton m ³	Schalung m ²	Rund- Eisen kg	Totaler Arbeits- aufwand in h	Aufwand auf 1 m ³ Beton in h
<i>Aquacalda</i> , von der Luk- manierstrasse aus auf 2 km langem Jeepweg er- reichbar	Keil bis 7 m hoch, Flügel 20 und 18,5 m lang	168,5	630	11 335	7550
<i>Acla</i> von der Lukmanier- strasse aus mit Stichseil- bahn erreichbar	Keil bis 5,50 m hoch, Flügel 14,5 und 12,50 m lang	157	398	4 360	6170
<i>St. Maria</i> , von der Lukma- nierstrasse aus mit Stich- seilbahn erreichbar	Vier vor die Sockel gesetzte Betonpyramiden bis 5,50 m	89	159	1 660	3172
<i>Val Milä</i> , wie 317 mit Jeep- weg und Stichseilbahn er- reichbar	Zwei vorgesetzte Betonpy- ramiden, 4,50 m hoch	28,20	60,50	643	2470

werden, desto wichtiger sind Beobachtung und Erforschung der Lawinenzüge. Sie bilden die Grundlage für die Projektierung von Lawinenschutzanlagen.

Adresse des Verfassers: Dr. J. Killer, Römerstrasse 38, Baden.

Literaturverzeichnis

- [1] Dr. Max Oechslin: Lawinengeschwindigkeit und Lawinenluftdruck, «Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen» 1938.
- [2] Dr. Max Oechslin: Die Geissberg-Lauenen zu Gurtnellen-Berg, «DU», August 1951.
- [3] Dr. Max Oechslin: Das Spiel der Lawinen, «Alpen», März 1955. Der Kampf gegen die Lawinen, «Alpen», März 1955.
- [4] E. Rohrer: Luftbewegung bei Staublawinen, «Alpen», März 1955. Wesen und Wirkung der Staublawine, «Alpen», März 1955.
- [5] A. G. Goff und J. F. Otten: Experimentelle Bestimmung der Einschlagkraft von Lawinen, «Mitteilungen der Akademie für Wissenschaften der USSR, geographische und geophysische Serie», Nr. 3, 1939, Moskau.
- [6] Dr. M. de Quervain: Dynamik von Lawinen. Wissenschaftliche Tagung, Oktober 1952 in Davos.
- [7] Dr. A. Voellmy: Ueber die Zerstörungskraft von Lawinen, SBZ 1955, Nr. 12, 15, 17, 19.
- [8] Dr. L. Prandtl: Führer durch die Strömungslehre. Berlin 1942, Julius Springer Verlag.
- [9] R. Haefeli und M. de Quervain: Gedanken und Anregungen zur Benennung und Einteilung von Lawinen, «Alpen», März-April 1955.

Einsatz der Rechenautomaten in der Elektrotechnik

DK 681.14:621.3

Am 19. Juni 1957 veranstaltete der Schweizerische Elektrotechnische Verein (SEV) eine Diskussionsversammlung über dieses Thema. Der Präsident des SEV, Direktor H. Pupperkofer, begrüßte die über 300 anwesenden Fachleute aus Kreisen der Elektrizitätswerke, Industrie und Hochschule. Er unterstrich die Bedeutung der Rechenautomaten aller Art, welche in den letzten Jahren eine so rasche Entwicklung durchgemacht haben und die für viele Betriebe ein wichtiges Hilfsmittel geworden sind.

Als Tagungsleiter und erster Vortragender gab Professor Ed. Gerecke, Vorstand des Institutes für allgemeine Elektrotechnik der ETH, eine allgemeine Uebersicht über die modernen elektrischen und elektronischen Rechenmethoden. Jede der vier Grundformen — elektrisches Modell, Simulator, Analogie-Rechengerät, digitales Rechengerät — weist ihre besonderen

Einsatzmöglichkeiten auf; diese sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Er zeigte die Anwendung am Beispiel einer Gleicherichterlokomotive. Hierzu eignet sich das Analogie-Rechengerät. Er ahmt die im Originalproblem vorkommenden physikalischen Vorgänge auf elektrischem Wege nach.

Sodann gab Prof. Dr. E. Stiefel, Vorstand des Institutes für angewandte Mathematik an der ETH, in seinem Vortrag über «Einsatz der Rechenautomaten in der Technik» einen guten Überblick über die gemeinsamen Grundlagen der Rechenautomaten und insbesondere über diejenigen der Ermeth (elektronische Rechenmaschine an der ETH). Er betonte die Vielfalt der Anwendungsmöglichkeiten, die etwa nach folgenden mathematischen Gesichtspunkten eingeteilt werden können:

a) Auswertung expliziter Formeln (Tabellierung). Beispiele: Trigonometrische Funktionen, Besselsche Funktionen usw. Solche engmaschige Tabellen, die den Einfluss von Dimensionierungs- und andern Parametern schnell überblicken lassen, geben dem Ingenieur eine sichere Grundlage seiner Dispositionen. Die Ermeth arbeitet seit 1950 häufig an solchen Tabellen, wobei infolge der Einfachheit der mathematischen Struktur der Auftraggeber diese gewöhnlich selbst programmieren kann.

b) Gleichungsauflösung. Beispiele: Lineare Gleichungssysteme mit 100 und mehr Unbekannten; Lösung von Gleichungen höheren Grades (in Schwingungsproblemen, Berechnung elektrischer Filter usw.).

c) Gewöhnliche Differentialgleichungen. Beispiel: Rückgekoppelte Systeme (Regelungstechnik, Stabilitätsuntersuchungen, Einschwingprobleme).

d) Kritische Drehzahlen und Frequenzen. Beispiel: Berechnung der Frequenzen schwingungsfähiger Systeme (Träger im Hochbau, rotierende Wellen im Maschinenbau, elektrische Schwingungen in der Nachrichtentechnik) — d. h. die Bestimmung von Eigenwerten.

e) Partielle Differentialgleichungen. Beispiel: Physikalische Vorgänge, die sich in einem ebenen oder räumlichen Ge-

Tabelle 2. Rechenkosten für lineare Gleichungssysteme

Gleichungssystem	Rechenkosten Fr.
10 Gleichungen mit 10 Unbekannten	10
20 Gleichungen mit 20 Unbekannten	50
40 Gleichungen mit 40 Unbekannten	200

biet abspielen (elektrische und magnetische Felder in Maschinen, Diffusionsvorgänge wie Wärmeleitung und Neutronentransport in der Reaktortechnik, Elastizitätsprobleme).

f) Allgemeine Probleme. Beispiele: Erzeugung von Zufallszahlen und Zufallswegen (z. B. Zufallsweg eines Elektrons — d. h. Strömungsprobleme mikrophysikalisch betrachtet im Gegensatz zur makrophysikalischen Lösung mittels Differentialgleichungen).

Als nächster Referent sprach Professor Dr. H. Rutishauser, Institut für angewandte Mathematik an der ETH, über «Die Vorbereitung von technischen Problemen für das automatische Rechnen». Er präzisierte die Aufgaben eines Rechenzentrums wie dasjenige des Institutes für angewandte Mathematik an der ETH: das Rechenzentrum befasst sich nur mit der mathematischen Seite der Lösung, die mathematische Formulierung muss der Auftraggeber selbst durchführen. In einfachen Fällen, wo die mathematische Formulierung zu einer expliziten Funktion führt, kann der Auftraggeber das Programm der einzelnen Befehle an die Rechenmaschine selbst herstellen. Dieses Programmieren braucht keine besonderen Fähigkeiten, nur eine entsprechende Instruktion über die Grundlagen.

Die Lösung von impliziten Funktionen erfordert die Aufstellung einer Lösungsmethode. Sie stellt höhere Anforderungen und kann meist vom Auftraggeber selbst nicht gemacht werden. Um häufig vorkommende Rechenprogramme für elementare Funktionen (z. B. x , e^x , $\log x$, $\sin x$, $\arctan x$) ein für alle Mal festzulegen, wird eine Programmabibliothek aufgestellt, welche diese einfachen Programme enthält. Wenn der Auftraggeber das Rechenprogramm für sein mathematisches Problem selbst aufstellen kann, dann kann er vom Rechenzentrum in der gleichen Woche bedient werden, weil die eigentliche Rechenzeit an der Maschine gegenüber der Programmierungszeit klein ist. Tabelle II gibt Anhaltspunkte über die Rechenkosten innerhalb eines grossen Programmes. Sie baut sich auf einen Ansatz von 100 Fr./h Rechenzeit auf der Maschine auf. Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass eine Verdopplung der Anzahl Unbekannten in einem linearen Gleichungssystem zu einer Verfünffachung der Rechenzeit und somit zu einer entsprechenden Vermehrung der Rechenkosten führt.

Privat-Dozent Dr. A. P. Speiser, Direktor des IBM-Forschungslaboratoriums, Zürich, gab einen interessanten Einblick in den Aufbau der Grossrechenmaschine Typ 704 der IBM (International Business Machines). Diese ist die grösste und schnellste z. Zt. kommerziell hergestellte und vertriebene elektronische Rechenmaschine. Das erste Exemplar auf dem europäischen Kontinent wurde im Mai 1957 in Paris eingeweiht, während sich in England schon seit Januar 1957 eine solche Maschine im Betrieb befindet. Wie jede Rechenmaschine, besteht die IBM 704 aus Rechenwerk, Leitwerk, Speicherwerk, Eingabe und Ausgabe. Konstruktionsmäßig sind die meisten dieser Einheiten in getrennten Gehäusen untergebracht. Sie arbeitet im Dual-System, und die Zahlen können nach Wahl festes oder gleitendes Komma aufweisen. Im Falle des gleitenden Kommas wird folgende Darstellung verwendet: $a \cdot 2^b$,

worin a die Mantisse und b den Exponenten bedeuten. Die Mantisse hat 27 Dualstellen sowie ein Vorzeichen; der Exponent kann zwischen -128 und +127 variieren. Die Maschine sorgt die Uebersetzung zwischen Dual- und Dezimalsystem automatisch. Sie weist eine ausserordentlich hohe Rechengeschwindigkeit auf: der ganze Ablauf ist in Grundperioden unterteilt, welche eine Dauer von 12 μ s haben. Die kürzesten Operationen beanspruchen zwei Perioden (24 μ s); Multiplikationen beanspruchen 20 Perioden (240 μ s). — Vergleicht man die Arbeitsleistung der IBM 704 mit derjenigen eines wissenschaftlichen Rechengehilfen, der eine Tischrechenmaschine zur Verfügung hat, so ergibt sich, dass die IBM 704 weniger als zwei Minuten benötigt für das gleiche Rechenvolumen, das ein solcher Rechner in einem ganzen Arbeitsjahr bewältigt.

Anschliessend gab Dipl. Phys. H. Jucker, Contraves AG., Zürich, in seinem Vortrag über «Ein schweizerisches Analogie-Rechengehilfe» eine Beschreibung der Integrator-Anlage seiner Firma. Diese Anlage wurde entwickelt, um gegebene Differentialgleichungen mit gegebenen Anfangsbedingungen zu lösen. Das Gerät verwendet bekannte Rechenelemente, die zu einem elektrisch-mechanischen Modell aufgebaut sind. Es werden dann die interessierenden Grössen in diesem Modell gemessen und direkt als Funktion der Zeit oder einer anderen variablen Rechengrösse aufgezeichnet. Das Resultat wird in Form von Kurven erhalten, was für die meisten technischen Probleme äusserst praktisch ist.

Das Hauptelement der Integrieranlage ist der Integrator. Dieser ist ein Geschwindigkeitsservosystem und besteht im wesentlichen aus einem Servo-Motor-Generator und einem Servo-Verstärker. Der Generator gibt eine Spannung ab, die proportional zur Winkelgeschwindigkeit db/dt der Antriebswelle ist. Diese Spannung wird verglichen mit der Eingangsspannung u des Integrators, die Differenzspannung in einem Servo-Verstärker verstärkt und auf den Motor gegeben. Dieser beschleunigt oder bremst den Generator, bis die Differenzspannung zu Null wird, so dass die Eingangsspannung gleich der Generatorspannung wird. Es gilt somit:

$$\frac{db}{dt} = \frac{1}{T} u$$

und, da b das Integral der Winkelgeschwindigkeit db/dt bezüglich der Zeit ist,

$$b = \int_{t_0}^t \frac{db}{dt} dt = \frac{1}{T} \int_{t_0}^t u(t) \cdot dt$$

Anhand des Beispiels einer harmonischen Schwingung zeigte der Vortragende, wie eine Differentialgleichung mit der Integrieranlage gelöst wird.

In den anschliessenden Diskussionen berichteten Dr. W. Frey, AG. Brown, Boveri & Cie. und Dipl. Ing. Th. Laible, Maschinenfabrik Oerlikon, über Erfahrungen der Grossindustrie mit dem Einsatz von elektrischen und elektronischen Rechenmethoden. Andere Diskussionsredner (Prof. H. Weber, ETH; Dr. A. Patry, Albiswerk Zürich AG.) nahmen zu den in den Diskussionen vorgebrachten Fragen Stellung.

R. Shah

Tabelle 1. Uebersicht über gebräuchliche Rechenmethoden

Art der Gleichung	Anzahl Unbekannte bzw. Variable	Elektr. Modell	Simulatoren	Elektr. Analogie-Rechengeät	Elektr. Digitale Rechengeäte
Algebraische Gleichungen	1 bis n Unbekannte	Netzmodell für stationäre Zustände		ja	ja
gewöhnliche Differential-Gleichungen	1 bis n Unbekannte	ja z. B. Mikromaschinen (EDF)	ja z. B. DAM/BTH Flugsimulator (Kloten)	Integrator-Anlage: z. B. Contraves, SEA, DJINN, Philbrick, Donner	ja z. B. IBM, Univac, usw.
partielle Differential-Gleichungen	2 Variable x, y 3 Variable x, y, z 4 Variable x, y, z, t n Variable	ja z. B. Elektrolytischer Trog		ja z. B. Netzwerke zur Lösung von Potentialverteilungs- und Wärmestromproblemen	ja z. B. Gitter-Methode
Ausgang: Verwendbar: Preis des Gerätes:		messend speziell klein	Kurve speziell klein	Kurve allgemein mittel	Tabelle allgemein gross