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
Aquacalda, von der Lukmanierstrasse aus auf 2 km langem Jeepweg erreichbar	Keil bis 7 m hoch, Flügel 20 und 18,5 m lang	168,5	630	11 335	7550	45
Acla von der Lukmanierstrasse aus mit Stichseilbahn erreichbar	Keil bis 5,50 m hoch, Flügel 14,5 und 12,50 m lang	157	398	4 360	6170	39,40
St. Maria, von der Lukmanierstrasse aus mit Stichseilbahn erreichbar	Vier vor die Sockel gesetzte Betonpyramiden bis 5,50 m	89	159	1 660	3172	35,70
Val Milà, wie 317 mit Jeepweg und Stichseilbahn erreichbar	Zwei vorgesetzte Betonpyramiden, 4,50 m hoch	28,20	60,50	643	2470	87

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. Puppikofer,* 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 Gleichrichterlokomotive. 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 Ueberblick 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, arc tg x) ein für alle Mal festzulegen, wird eine Programmbibliothek 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 Verdoppelung 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 besorgt 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 μs haben. Die kürzesten Operationen beanspruchen zwei Perioden (24 μs); Multiplikationen beanspruchen 20 Perioden (240 μs). — 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-Rechengerät» eine Beschreibung der Integrier-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:

$$\frac{\mathrm{d}b}{\mathrm{d}t} = \frac{1}{T} u$$

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

$$b = \int_{t_0}^{t} \frac{\mathrm{d}b}{\mathrm{d}t}\,\mathrm{d}t = \frac{1}{T}\int_{t_0}^{t} u\,(t)\cdot \mathrm{d}t$$

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-Rechengerät	Elektr. Digitale Rechengeräte
Algebraische Gleichungen	1 bis n Unbekannte	Netzmodell für stationäre Zustände		ja	ja
gewöhnliche Differential-Gleichungen	1 bis n Unbekannte	ja z. B. Mikro-maschinen (EDF)	ja z. B. DAM/BTH Flugsimulator (Kloten)	Integrier-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:		messend	Kurve	Kurve	Tabelle
Verwendbar:		speziell	speziell	allgemein	allgemein
Preis des Gerätes:		klein	klein	mittel	gross