

Paper-ID: VGI\_195613



## Elektronische Rechenautomaten im Vermessungswesen

Karl Levasseur <sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen **44** (2), S. 57–59

1956

Bib<sub>T</sub>E<sub>X</sub>:

```
@ARTICLE{Levasseur_VGI_195613,  
Title = {Elektronische Rechenautomaten im Vermessungswesen},  
Author = {Levasseur, Karl},  
Journal = {{{\0}sterreichische Zeitschrift f{{\"u}r Vermessungswesen}},  
Pages = {57--59},  
Number = {2},  
Year = {1956},  
Volume = {44}  
}
```



## Referat

### Elektronische Rechenautomaten im Vermessungswesen

Bericht über den Vortrag von Dipl.-Ing. Josef Mitter im Österreichischen Verein für Vermessungswesen, Landesgruppe Tirol, und Verein der Ingenieure und Architekten in Tirol an der Universität Innsbruck am 16. Februar 1956.

Im ersten Teil wurden in gedrängter Form die Grundlagen und Entwicklung der programmgesteuerten Rechenautomaten behandelt, jener modernen elektrischen und elektronischen Rechengeräte, die selbständig aus den eingeführten Angaben und einer festen Schaltungs- oder Befehlsfolge, dem Rechenprogramm, auch verwickelte Rechenvorgänge vollautomatisch ausführen und die Ergebnisse mitteilen<sup>1)</sup>.

Drei Punkte kennzeichnen das Verfahren: Programmsteuerung, Speichervermögen für Festwerte und Zwischenergebnisse sowie hohe Arbeitsgeschwindigkeit.

Die Technik des Rechenvorganges beruht auf dem Schaltercharakter der elektrischen Elemente Relais oder Elektronenröhre: offen (nein, 0) oder geschlossen (ja, 1). Sie verlangt die Zurückführung aller Rechenvorgänge auf Additionen. Für die Zahlendarstellung bieten sich, aufgebaut auf den Symbolen 0 und 1, das Dual- oder — als Kompromiß — das Dezimaldualsystem auch aus maschinenökonomischen Gründen als die günstigen Zahlensysteme an. Zur Überführung der den Geräten dezimal eingegebenen Angaben in das Maschinenzahlensystem bzw. für die Rückverwandlung der Ergebnisse, für die elementaren Rechenoperationen und meist auch zur Berechnung von Winkel-funktionen dienen fest eingebaute Unterprogramme.

Die Maschinen bestehen im allgemeinen aus Eingabewerk für die Angaben, Leitwerk, Speichern, Rechenwerk und Ausgabewerk. Viele arbeiten mit Lochkarten. Eine günstige Entwicklung nimmt die Koppelung Fernschreibstreifen-Lochkarte, die die unmittelbare und selbständige Abnahme und Übertragung von Ausgangswerten vom Ort ihrer Ermittlung zum Rechengerät bzw. zum Kartenstanzer gestattet.

Der Rechnungsablauf wird vom Leitwerk durch Befehle gesteuert. Der Rechenvorgang dazu wird in der Programmierung in Schritte zerlegt, die die Maschine unmittelbar bewältigen kann. Jedes Problem ist vom Standpunkt der Maschine aus zu betrachten. Da die Programmierung und Schaltung schwierig und gegenüber der reinen Rechenzeit oft langwierig sind, wird der Einsatz der Maschine meist erst bei einer großen Anzahl gleichartiger Rechenvorgänge wirtschaftlich. Andererseits erlaubt die große Arbeitsgeschwindigkeit die Lösung von Problemen, die bisher am möglichen Zeit- und Arbeitsaufwand scheiterten.

Im begrenzten Rahmen sind die Rechenautomaten auch imstande, Entscheidungen über den weiteren Rechengang zu treffen. Durch Vergleich mit einer Genauigkeitsgrenze kann z. B. der erreichte Genauigkeitsgrad einer Reihenentwicklung oder Iteration geprüft und der Abbruch oder die Fortsetzung befohlen werden.

Eine Grenze für die Anwendung der Geräte bildet ihr Speichervermögen. Die Entwicklung der Speicher ist mit dem Ziel der Kapazitätserhöhung und Steigerung der Zugriffsgeschwindigkeit im Fluß. Die Methoden reichen von der Elektrostatik und Magnetostatik bis zum Ultraschallspeicher. Die Rechengeschwindigkeit ist weitgehend von dem Zeitaufwand abhängig, nach dem gespeicherte Werte zur Verfügung stehen.

<sup>1)</sup> Mitter, Josef: Moderne Rechentechnik (Bericht), ÖZIV. 43 (1955), Nr. 3, S. 90—92.

Der zweite Teil des Vortrages behandelte Erfahrungen mit Rechenautomaten im Vermessungswesen mit besonderer Berücksichtigung der Studien und praktischen Arbeiten des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen in Zusammenarbeit mit dem Mathematischen Labor der Technischen Hochschule in Wien (o. Professor Dr. Rudolf Inzinger).

Die geodätischen Arbeiten betreffen Großaufgaben und Massenrechnungen. Ein Beispiel für den erfolgreichen Einsatz in der Höheren Geodäsie ist die Gesamtausgleichung des Europäischen Dreiecksnetzes durch den U. S. Coast and Geodetic Survey im Anschluß an das Zentraleuropäische Netz. Für das Südwesteuropäische Netz wurden 2348 Normalgleichungen in rund 18 Monaten und für das Nordeuropäische Netz 2475 Normalgleichungen in etwa drei Monaten zweischichtig mit IBM-Lochkartenaggregaten und rund 2 Millionen Lochkarten aufgelöst<sup>2)</sup>.

Die Massenrechnungen der Niederen Geodäsie lassen nach dem Zeitpunkt ihres Auftretens, ihrer Stellung gegenüber dem Ablauf anderer Rechnungen und dem Arbeitsaufwand folgende Einteilung zu:

- 1) Rechnungen, die unabhängig sind, wie Flächenrechnungen aus Koordinaten, Höhenunterschiedberechnungen, Umformungen, Grenzpunktberechnungen;
- 2) Teilrechnungen, die im Verlaufe größerer Rechenvorgänge anfallen und wovon die nachfolgenden Teile abhängen wie Richtungswinkelberechnungen bei Punkteinschaltungen, wobei die Sammlung rechenwirtschaftlicher Massen die Arbeit behindert;
- 3) Rechnungen, die zwar unabhängig sind, bei denen aber — z. B. bei den Grenzpunktberechnungen — die Vorbereitungsarbeiten größer als die bisherigen Rechenarbeiten wären.

Die Beschränkung auf eine verhältnismäßig geringe Anzahl gleichbleibender Programme, die der zweiten und dritten Gruppe angehören, weist auf Spezialmaschinen hin wie auf den in München beim Flurbereinigungsamt gebauten Rechenautomaten SM 1 für Vermessung und Grundzusammenlegungen von Seifers<sup>3)</sup>.

Der Grundgedanke dieses Gerätes ist, ohne Vorbereitungsarbeiten wie Schaltungen oder Lochkartenherstellung mit festen Programmen einfach nach direkter Eintastung der Angaben und Aufruf des Programmes die wichtigsten Massenoperationen auszuführen und die Ergebnisse in Leuchtschrift zu zeigen. Der Automat arbeitet elektromechanisch. Relais und Selengleichrichter dienen als Speicher und Rechelemente, Fernsprechdrehwähler als Leitwerkselemente. Die 14 Programme umfassen neben reinen Rechnungen im Verlaufe von Grundzusammenlegungen die Grenzpunkt- und Polygonzugsberechnung, Flächenrechnung aus Koordinaten, Richtungswinkel, Vorwärtseinschnitte, Spiegelpunktberechnungen, Umformungen, Winkelumwandlungen usw. Die Winkelfunktionen werden aus Reihen auf  $10^{-6}$  berechnet. Die Maschine arbeitet im Dualsystem mit festem Komma und gibt sechs sichere Stellen. Die durchschnittliche Dauer der Grundrechnungsoperationen einschließlich Eingabe beträgt 3,5 bis 5 Sekunden, einer Sinus- und Kosinusberechnung etwa 37 Sekunden. Aus Vergleichsrechnungen ergab sich eine rund 50%ige Zeitersparnis gegenüber den herkömmlichen Verfahren.

<sup>2)</sup> Whitten, Charles A.: Adjustment of European Triangulation, Bull. géod. 24 (1952), S. 187—206.

<sup>3)</sup> Mitter, Josef: Der internationale Kurs für geodätische Streckenmessung in München 1953, ÖZfV. 42 (1954), Nr. 3, S. 86; Seifers, Heinrich: Rechenautomat SM 1 für Vermessung und Flurbereinigung, ZfV. 79 (1954), H. 9, S. 285—294, und Rechenautomaten für den geodätischen Behördendienst, VR 18 (1956), H. 1, S. 2—9.

Eben wird von der Firma Konrad Z u s e KG in Neukirchen (Hessen) — Zuse hat 1935 die erste Relaismaschine gebaut — mit dem Serienbau der verbesserten Type Z 11 der Maschine von Seifers mit Ergebnisschreibwerk und größerer Rechengeschwindigkeit begonnen. Sie soll in einer Stunde 100 Grenzpunkte berechnen. Der Preis wird rund 450.000 S betragen.

Das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen sammelt seit 1954 in Zusammenarbeit mit dem Mathematischen Labor der Technischen Hochschule in Wien an dem IBM-(International Business Machines)-Rechenstanzer Type 604/1, einem serienmäßig erzeugten und vermieteten e l e k t r o n i s c h e n Lochkartenaggregat, Erfahrungen. Als Hauptergebnis ist der Einsatz des Gerätes für die affine Transformation von Autographenkoordinaten in GK-Koordinaten zu bezeichnen. Seit kurzem bedient sich dazu die Photogrammetrische Abteilung der Lochstreifen als Übertragungsmittel. Die am Autographen ermittelten Maschinenkoordinaten werden von einem Schreibwerk festgehalten und anschließend — vorläufig noch von Hand aus — über einen Fernschreiber in Lochstreifen umgewandelt. Ein streifengesteuerter Kartenlocher erzeugt dann die für die elektronischen Rechnungen notwendigen Lochkarten. Ebenso erfolgt die Rückverwandlung der Ergebnisse in Klarschrift. Die Entwicklung sieht die unmittelbare Aufschreibung der Maschinenkoordinaten in Lochstreifen und die elektrische Übertragung in den Fernschreiber des Mathematischen Labors vor. Von Interesse erscheint, daß die Umformung einer Koordinate — für  $x$  und  $y$  ist je ein Kartendurchlauf notwendig — einschließlich Ein- und Ausgabe der Lochkarte rund 0,6 Sekunden dauert. Gegenüber der bisherigen Leistung eines Rechners ergibt sich daraus eine 400fache Steigerung, wobei keine Kontrolle erforderlich ist.

Die Verfahrenstechnik wurde an einem Zahlenbeispiel mit Lochkarten und Lichtbildern der Geräte gezeigt.

Weiter wurde die Verwendbarkeit der IBM-Maschine für die rechnerische Streifenausgleichung von Aerotriangulationen, Richtungswinkelberechnung, Flächenrechnung aus Koordinaten und für die Schnittmethode studiert. Grundsätzlich konnten diese Aufgaben gelöst werden. Es ergaben sich jedoch nicht immer so günstige Verhältnisse wie bei der Umformung, und die Lösungswege erwiesen sich nicht immer wirtschaftlich. Die Richtungswinkelberechnung mit ihren Nebenrechnungen brachte z. B. einen schwer lösbaren Zwang in den übrigen Rechnungsablauf, weil es auf Schwierigkeiten stößt, die Punkteinschaltungen, die voneinander abhängig sind, auf Tage im voraus zu planen.

Für die auf Millimeter notwendige Streckenrechnung und die Richtungswinkelgenauigkeit von  $0,1^{\circ}$  wären sieben Kartendurchgänge mit Zwischenablockungen notwendig, wozu, da die 80 Stellen der Lochkarten nicht ausreichen, ein mechanischer Kartengang (Doppelung) kommt. Dazu müßte eine Tangententafel auf Lochkarten mit einem Argumentintervall von  $0,01\%$  für 0 bis  $50\%$  und eine Interpolation zwischen  $\pm 0,005\%$  vorgesehen werden.

Erwähnenswert erscheint der im Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen bei der Abteilung Fortführung des Grundkatasters unternommene Versuch, die Lochkarte in einer Musterkatastralgemeinde als Fortführungselement zu erproben und ein Lochkartenkollektiv an die Stelle des Grundstückverzeichnis zu setzen. Für jedes Grundstück wird eine seine Daten enthaltende Lochkarte angelegt. Durch Zusatznumerierung — vor die bisherige Grundstücknummer kommt die Kennzahl des Bundeslandes, des Vermessungs- und Gerichtsbezirkes sowie der Katastralgemeinde — wird die Lochkarte im Bundesgebiet eindeutig zugeordnet, so daß alle Fortführungsfälle im Schriftopepat zentral behandelt werden können. Alle Zusammenstellungen und Auszüge könnten dann maschinell mittels Sortier- und Tabuliermaschinen hergestellt werden.

Dieser so vielseitige Überblick und aufschlußreiche Einblick zeigte die Möglichkeiten, die sich für die verschiedenen Zweige des Vermessungswesens im Hinblick auf den Einsatz moderner Rechenautomaten ergeben.

*Karl Levasseur*