

# ZUSE FORUM

Informationen für die Freunde *W. Händel*  
der ZUSE KG  
Berichte aus dem ZUSE-Benutzerkreis  
Diskussionen über Probleme  
der elektronischen Datenverarbeitung

**10 - 1965**





# Das erste Jahr der Partnerschaft

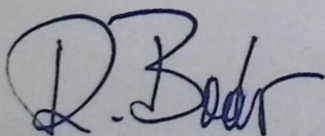
zwischen der ZUSE KG und der BROWN, BOVERI & Cie. AG liegt hinter uns. Eine Vielzahl vornehmlich organisatorischer Aufgaben war zu bewältigen. Behutsam wurden die Probleme der Koordination angefaßt und gelöst, um das Unternehmen unter weitestgehender Wahrung seiner Eigenständigkeit organisch in die Gemeinschaft der BBC-Familie zu führen.

Der Verwaltungsneubau wurde bezogen, weitere große Bauabschnitte wurden begonnen. Im Verein mit den in Kürze der Öffentlichkeit vorzustellenden Neukonstruktionen sind damit die Voraussetzungen für eine weitere dynamische Zukunft unseres Unternehmens geschaffen.

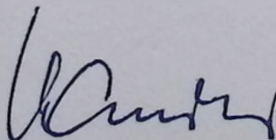
Damit knüpft das Haus ZUSE würdig an die Entwicklung an, die kürzlich mit den hohen persönlichen Auszeichnungen seines Gründers eine so überaus ehrenvolle Anerkennung fand. Wir dürfen daher mit Recht der Überzeugung sein, für die steigenden Anforderungen der kommenden Jahre in jeder Hinsicht gerüstet zu sein, um uns auch weiterhin das Vertrauen unserer Kunden und Freunde zu sichern.

In diesem Sinne hoffen wir auf eine weitere, für beide Seiten erfolgreiche Zusammenarbeit und verbinden hiermit die besten Wünsche für das Jahr 1966.

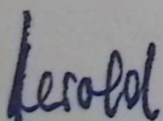
Geschäftsleitung der ZUSE KG



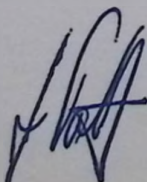
Dr. R. Bodo



Dr. H. Maurer



Dr. H.-H. Herold



A. Pott

# ZUSE FORUM

Informationen für die Freunde und Kunden der ZUSE KG

Berichte aus dem ZUSE-Benutzerkreis

Diskussionen über Probleme der elektronischen Datenverarbeitung

	Seite
Das erste Jahr der Partnerschaft	2. Umschlagseite
Bundespräsident Heinrich Lübke überreichte Dr.- Ing. E. h. Konrad Zuse den Werner-von-Siemens-Ring	2
Dipl.- Ing. Peter Huth: Neue Anwendungsgebiete der elektronischen Datenverarbeitung – Integrierte Datenverarbeitung im Vermessungswesen	4
Dr.- Ing. H. H. Schrader: Eine elektronisch gesteuerte Meßwerterfassungsanlage mit Lochstreifen Ausgabe	12
Dipl.-Ing. Klaus Warendorf: Approximation von Spannungs-Dehnungsmessungen	18
Gerhard Uhde: Hersfeld vor hundert Jahren	20
Berthold Schültrumpf: Elektronische Datenverarbeitung bei der Kassenärztlichen Vereinigung Schleswig-Holstein	24
Wolfgang Wilde: Das Datenerfassungs- und Organisationssystem ZUSE Z 321	29
Dipl.- Ing. I. Brand und Dipl.- Ing. J. Vencovsky: System der symbolischen Programmierung für die ZUSE Z 25	34
Die ZUSE-Neubauten machen Fortschritte	36

Herausgegeben von der ZUSE KG · Bad Hersfeld

Januar 1966

Heft 10

4. Jahrgang



**Redaktion: Presseabteilung ZUSE KG**

**Gestaltung: Werbeabteilung ZUSE KG**

**Fotos: Edward S. Allan Ass. Inc., Las Vegas (Nevada)**

**Arno Bingel, Bad Hersfeld (3)**

**dpa (2)**

**Paul Hartkopf, Düsseldorf**

**Alfred Hopf, Bad Hersfeld (3)**

**Tom Kroeze, Rotterdam**

**Wilhelm Rebhuhn, Bad Segeberg (4)**

**Dr.- Ing. H. H. Schrader, Berlin (2)**

**Volker Wurster, Sage (Oldb.)**

**Werkfoto Fennel & Co., Kassel**

**Werkfoto ZUSE KG, Bad Hersfeld (3)**

**Zeichnungen: Wilhelm Kniesel, Bad Hersfeld**

**Druck: Hoehlsche Buchdruckerel, Bad Hersfeld**

**Klischees: Gebr. Versloot, Kassel**



**Zum Titelbild:**

**Werner-von-Siemens-Ring für Dr.-Ing. E. h. Konrad Zuse.**

**Bundespräsident Heinrich Lübke überreicht dem deutschen Pionier  
der Datenverarbeitungstechnik die hohe Auszeichnung.**







# Bundespräsident Heinrich Lübke überreichte Dr. Ing. E. h. Konrad Zuse den Werner-von-Siemens-Ring

»Sie sind Nobiles im Bereich der Wissenschaften«, rief Bundespräsident Heinrich Lübke den mit dem Werner-von-Siemens-Ring geehrten Wissenschaftlern zu, nachdem er vorher die Auszeichnung mit dem Ring der römischen Adelligen verglichen hatte. Ausgezeichnet wurden an diesem denkwürdigen 13. Dezember 1965 in der Villa Hammerschmidt Prof. Dr.-Ing. Fritz Leonhardt, Prof. Dr. phil. Dr.-Ing. E. h. Walter Schottky und Dr.-Ing. E. h. Konrad Zuse. Dr. Zuse erhielt diese Ehrung in Anerkennung seiner grundlegenden Idee zu einer programmgesteuerten Rechenanlage und ihrer ersten Verwirklichung. Die Stiftung Werner-von-Siemens-Ring ist 1916 zum 100. Geburtstag von Werner

von Siemens von technisch-wissenschaftlichen Vereinen, dem Deutschen Museum zu München und von der Technischen Hochschule Charlottenburg errichtet worden. Sie hat die Aufgabe, Persönlichkeiten auszuzeichnen, die durch ihre Leistungen die technischen Wissenschaften gefördert oder durch ihre Forschungen der Technik neue Gebiete erschlossen haben. Die Auszeichnung besteht aus einem goldenen Ring mit eingelegtem Lorbeerkranz, dessen Blätter aus Smaragden und dessen Früchte aus Rubinen gebildet sind. Zu dem Ring gehört eine Kassette mit dem Bildnis von Werner von Siemens und der Widmung; die Kassette wird jeweils individuell von einem Künstler gestaltet.

Seit 1916 haben erst 13 bedeutende Ingenieure und Naturwissenschaftler diese hohe Auszeichnung erhalten, die gelegentlich auch »Nobelpreis der Technik« genannt wird.

Bereits einige Tage vorher, am 1. Dezember 1965, hatte Dr. Konrad Zuse mit der Verleihung der Harry Goode Memorial Award in Las Vegas (Nevada) eine der bedeutendsten amerikanischen Auszeichnungen für wissenschaftliche Leistungen erhalten. Diese nach dem verdienten amerikanischen Wissenschaftler und Ingenieur Harry H. Goode benannte Ehrung wurde erstmals 1964 verliehen, und zwar an den Schöpfer des ersten amerikanischen Computers MARK I (1944) Prof. Howard H. Aiken.







Dr.-Ing. E. h. Konrad Zuse begann im Jahre 1936 mit der Entwicklung programmgesteuerter Rechner und vollendete im Jahre 1941 mit der ZUSE Z 3 die erste vollfunktionsfähige programmgesteuerte Rechenanlage der Welt. Für seine besonderen Verdienste um die Datenverarbeitungstechnik war ihm bereits am 28. 5. 1957 von der Technischen Universität Berlin der Titel eines Dr.-Ing. E. h. verliehen worden.



Zu den Fotos

Seite 1:  
Das neue Verwaltungsgebäude der ZUSE KG

Seite 2:  
In Las Vegas (Nevada) erhielt Dr.-Ing. Konrad Zuse mit dem „Harry Goode Memorial Award“ eine hohe amerikanische Auszeichnung für hervorragende Leistungen auf dem Gebiet der Datenverarbeitung, mit der außer ihm bisher nur die Amerikaner Howard H. Aiken und George R. Stibitz geehrt wurden. Links im Bild Dr. Robert W. Rector, General chairman der Joint Fall Computer Conference; rechts Dr. Edwin Harder, Board of governors of the American Federation of Informations Processing Societies (AFIPS).

Oben:  
Bundespräsident Heinrich Lübke mit den neuen Siemens-Ring-Trägern Dr.-Ing. E. h. Konrad Zuse (links), Prof. Dr.-Ing. Fritz Leonhardt und Prof. Dr.-Ing. E. h. Walter Schottky (rechts).

Mitte:  
Der künstlerisch gestaltete Deckel der Siemens-Ring-Kassette (Außenansicht).

Unten:  
Innenansicht der Kassette mit dem Ring.





# Neue Anwendungsgebiete der elektronischen Datenverarbeitung

## Integrierte Datenverarbeitung im Vermessungswesen

Peter Huth, Bonn

Die Aufgabe des Vermessungswesens, kurz umrissen, ist das Abbilden eines Teils der Erdoberfläche mit ihren topographischen Einzelheiten und Eigentums Grenzen in einer Karte oder einem Plan. Der Arbeitsablauf hierfür läßt sich klar gliedern in die Teile »Messung«, »Berechnung« und »Kartierung«. Für jeden dieser Arbeitsprozesse haben sich seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts feste Arbeitsschemata herausgebildet, die auf der Basis gleichbleibender und immer wiederkehrender Arbeitselemente nicht nur den Arbeitsablauf beschleunigen, sondern auch die praktische Arbeit von zeitraubenden Überlegungen befreien. Diese läßt sich dann auch in ihrem größten Umfang von weniger hoch ausgebildeten Hilfskräften durchführen, während der Geometer, von diesen Arbeiten befreit, sich den seinen Fähigkeiten entsprechend höher qualifizierten Arbeiten widmen kann.

So erfolgen Messung und Kartierung nach festen Regeln, und für die Berechnungen wurde eine Standardisierung auf nur eine geringe Anzahl von Aufgabentypen eingeführt, die ein bequemes Rechnen in hierfür entwickelten Formularen erlaubt. Diese Formulare machen jedes Nachdenken über den weiteren Rechengang unnötig, jeder Rechenschritt ist vorgezeichnet, und es werden keine Anforderungen an höhere mathematische Fähigkeiten des Ausübenden gestellt. Liegt nun der Gedanke nicht nahe, hierfür statt des Menschen einen Automaten einzusetzen? — Ausgeführt wurde dieser Gedanke in ganzer Konsequenz erstmalig von dem Geometer *Heinrich Seifers*, der in München den Rechenautomaten SM 1 konstruierte. Die SM 1 war in der Lage, bestimmte vermessungstechnische Programme selbständig und vollständig durchzurechnen. Dieser Automat wurde von *Konrad Zuse* dann in Verbindung mit seinen bisherigen Entwicklungen und Erkenntnissen zur Z 11 vervollkommnet, die als Rechenanlage in Relais-technik über festverdrahtete Programme verfügte und zunächst nur für den Einsatz in Aufgabengebieten bestimmt war, in denen eine beschränkte Anzahl gleichbleibender Programme zu lösen war, wie zum Beispiel in der Optik, im Ver-

sicherungswesen und schließlich im Vermessungswesen. Diese Anlage war die erste ihrer Art überhaupt, die im Vermessungswesen praktisch eingesetzt und innerhalb kurzer Zeit in großer Stückzahl gebaut wurde. Mit fortschreitender Entwicklung der Rechenanlagentechnik wurde bald das Prinzip festverdrahteter Programme durch die freie Speicherprogrammierung ersetzt. Damit ist ein flexibleres Arbeiten mit der Rechenanlage möglich, da man nun nicht mehr an einen begrenzten Vorrat verschiedener Programme gebunden ist. Heute gibt es kaum noch Vermessungsdienststellen oder Vermessungsbureaus, die umfangreichere Rechenarbeiten noch manuell durchführen, sondern sie bedienen sich in irgendeiner Form einer elektronischen Rechenanlage — sei es, daß sie selbst über eine solche verfügen, sei es, daß sie die Dienste eines Rechenzentrums in Anspruch nehmen.

Es wird heute eine Vielfalt unterschiedlicher Rechenanlagen in der Welt für vermessungstechnische Berechnungen eingesetzt, in Deutschland haben sich jedoch, anschließend an die ersten Entwicklungen, fast ausschließlich Rechenanlagen der Zuse KG, Bad Hersfeld, behauptet. Die relativ hohen Anschaffungskosten einer Rechenanlage verlangen für eine rentable Ausnutzung verschiedene Voraussetzungen: Die menschlichen Eingriffe in den Programmablauf der Rechenanlagen dürfen nur so selten wie möglich erfolgen, um unproduktive Stillstandszeiten der Anlage zu vermeiden. Derartige Eingriffe können zum Beispiel erforderlich werden, wenn durch fehlerhafte Eingabedaten der Rechenablauf unterbrochen und eine zeitraubende Fehlersuche angestellt werden muß. Um überhaupt zu verhindern, daß durch Fehler in den Eingabedaten unerkannt falsche Resultate entstehen, müssen die Eingangswerte Kontrollmöglichkeiten mitführen, daß schon von der Rechenanlage durch programmierte Glaubwürdigkeitskontrollen etwaige — und nie ganz zu vermeidende — Fehler angezeigt werden.

Eine weitere Voraussetzung ist die organische Eingliederung der Rechenanlage in den Aufgabenkreis. Es genügt nicht, die

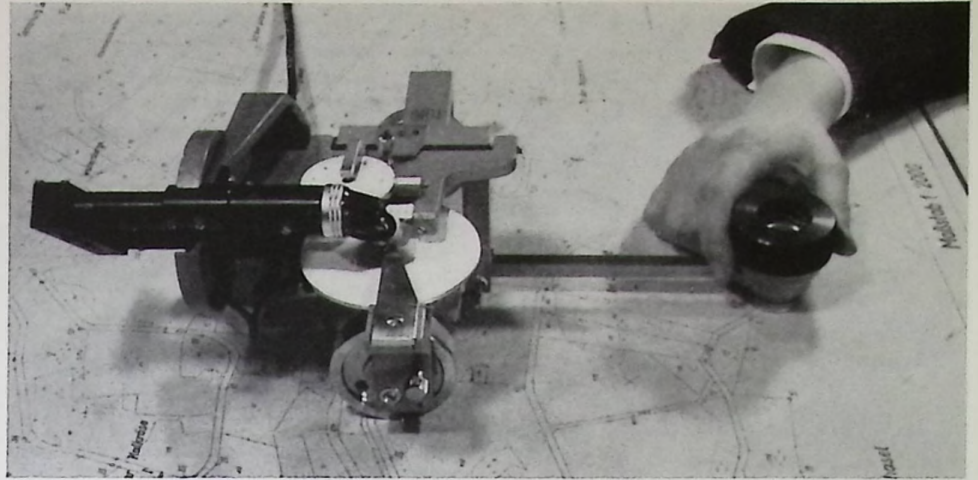
Anlage den rein rechen-technischen Teil der Aufgaben erledigen zu lassen, sondern auch die zweckmäßigste Aufbereitung der Eingabedaten für die Rechenanlage und die sinnvollste Form und Weiterverwendung der von der Rechenanlage produzierten Ergebnisse durchführen zu lassen, oder, anders ausgedrückt — es ist erforderlich, daß der Schritt von der Rechenanlage zur Datenverarbeitungsanlage getan wird.

### Das automatisierte Messen

In der Anwendung im Vermessungswesen hat die Erfüllung dieser Voraussetzungen und Forderungen eine interessante Entwicklung neuartiger Geräte und Instrumente angeregt, um in möglichst vollkommener Weise die integrierte Datenverarbeitung zu erzielen. Die Überlegungen hierzu begannen bei den Messungen, deren Ergebnisse die Eingabedaten für die Rechenanlage bilden.

Jede Messung ist durch die naturgegebene Unzulänglichkeit des messenden Menschen mit Fehlern behaftet, deren Häufigkeit von seiner Zuverlässigkeit und jeweiligen Konzentration abhängt. Je mehr es gelingt, eine Messung vom Menschen unabhängig zu machen, um so geringer wird ihre Fehlerhaftigkeit. So erhebt sich die ganz natürliche Forderung nach automatischen Meßinstrumenten, die möglichst nicht nur die Messung selbständig durchführen, sondern auch die Ergebnisse in einer der Rechenanlage direkt verständlichen Weise, das heißt auf Lochstreifen, Lochkarten oder Magnetband, darstellen. Der erste, der diese Forderungen klar formulierte und die Anregungen und Initiative zur Entwicklung der verschiedensten Geräte gab, ist der Wiesbadener Geometer *Dr. Dr. Eduard Lang* gewesen. Das erste Ziel war eine *automatisierte Flächenmessung*. Für die Aufgaben der Flurbereinigung ist es erforderlich, daß die oft mehrere tausend zählenden Parzellen eines Umlegungsverfahrens flächenmäßig bestimmt werden. Diese Flächenermittlung aus Karten erfolgt traditionell zumeist mit Hilfe von Planimetern, kleinen mecha-





Bei dem elektronischen Planimeter ZUSE Z 80 wird zwar die zu messende Fläche noch in gewohnter Weise mit der Meßmarke von Hand umfahren, doch wird die umfahrene Fläche elektronisch erfaßt und automatisch in einen Lochstreifenwert umgesetzt.

nischen Instrumenten, bei denen manuell eine Marke der Grenzsignatur entlang geführt wird. Auf einer Meßrolle am Instrument wird nach einer vollständigen Umfahung einer Parzelle der Flächenwert abgelesen. Bei diesem Verfahren können nun verschiedene Fehler verursacht werden. Zunächst kann die Umfahung der Fläche ungenau erfolgen, dann kann der Nonius der Meßrolle ungenau oder auch falsch abgelesen werden. Die abgelesenen Werte werden anschließend mit weiteren Angaben über Parzellenummer, Nutzungsart und Bonität aufgelistet, wobei nun Schreibfehler begangen werden können. Schließlich werden diese Listen in Lochstreifen oder Lochkarten übertragen, wobei Lochungsfehler verursacht werden können. Um einwandfreie Ergebnisse zu erhalten, ist es notwendig, umfangreiche Kontrollmöglichkeiten vorzusehen. Die Messungen werden mehrfach durchgeführt, durch Rechenkontrollen gesichert, und die Ablochung auf Lochstreifen oder Lochkarten wird im sogenannten Prüflochverfahren zweimal ausgeführt, um Widersprüche zu entdecken. Dies führt praktisch zu doppeltem Arbeitsaufwand, und dennoch haftet den so erzielten Eingabedaten noch immer eine Spur der Ungewißheit an.

#### **Das elektronische Planimeter**

Mit der Entwicklung der automatisierten Planimeter wurde ein großer Teil dieser Fehlermöglichkeiten ausgeschaltet: auf der den Nonius tragenden Meßachse ist ein Impulsgeber angebracht, der eine dem Flächeninhalt entsprechende Zahl von Impulsen an einen elektronischen Zähler gibt. Ist eine Fläche fertig umfahren, wird automatisch über eine Steuereinrichtung der Zählerinhalt von einer Fernschreibmaschine auf einen Lochstreifen gestanzt. Mit der Steuereinrichtung steht ferner eine Programmtasten- und Zehnertastatur in Verbindung, mit der der Operateur das Stanzen von Ordnungsnummern, Nutzungsart und Wert der betreffenden Parzelle auf den Lochstreifen bewirkt, wobei durch die Programmtasten bestimmte Kennzeichen in den Lochstreifen gestanzt werden, die

den automatischen Programmablauf für die weitere Datenverarbeitung in der Rechenanlage, also die Wertberechnung, das Sortieren nach Fluren und Eigentümern usw., steuern.

Bei diesem Verfahren ist nun allerdings immer noch die Fläche manuell zu umfahren und verschiedene Werte sind manuell einzutasten, so daß auch hier wieder Kontrollen durchzuführen sind. Gegenüber dem traditionellen Verfahren ist aber schon eine wesentliche Steigerung in der Geschwindigkeit und der Sicherheit des Arbeitsablaufes erreicht. Planimeter dieser Art werden heute schon in der Schweiz, in Deutschland, Frankreich, England, Schweden, Finnland und in den Niederlanden in immer größerem Umfang eingesetzt. Es ist natürlich mit den heutigen technischen Gegebenheiten möglich, auch den eigentlichen Meßvorgang automatisch durchzuführen, etwa in der Art, daß statt der Meßmarke Photozellen einen Steuermechanismus so beeinflussen, daß Photozellen automatisch an der Flächenkontur entlanggeführt werden. Eine andere Lösung dieser Aufgabe wurde mit einem Prototyp bereits realisiert; hierbei wird ein Lichtstrahlenpaar auf die Fläche gerichtet, reflektiert und von Photozellen aufgefangen. Die Strahlen laufen zunächst auseinander, bis sie jeweils auf eine Begrenzungslinie treffen, und tasten dann automatisch die gesamte Fläche ab, wobei die Länge des von den Lichtstrahlen zurückgelegten Weges ein Maß für den Flächeninhalt darstellt. Die Kosten für derartige *vollautomatische Aparaturen* sind heute aber noch zu hoch, um einen wirtschaftlichen Einsatz ermöglichen zu können. Aber es ist nur eine Frage der Zeit, wann das Verhältnis von Leistungsfähigkeit zum Preis ihre Verwendung im Vermessungswesen sinnvoll werden läßt.

#### **Die automatisierte Feldmessung**

Die Flächenmessung stellt nur ein sehr spezielles Problem aus dem großen Komplex »Messen« der Dreiteilung des geodätischen Arbeitsablaufes dar. Wesentlich mehr Raum und Bedeutung nimmt die



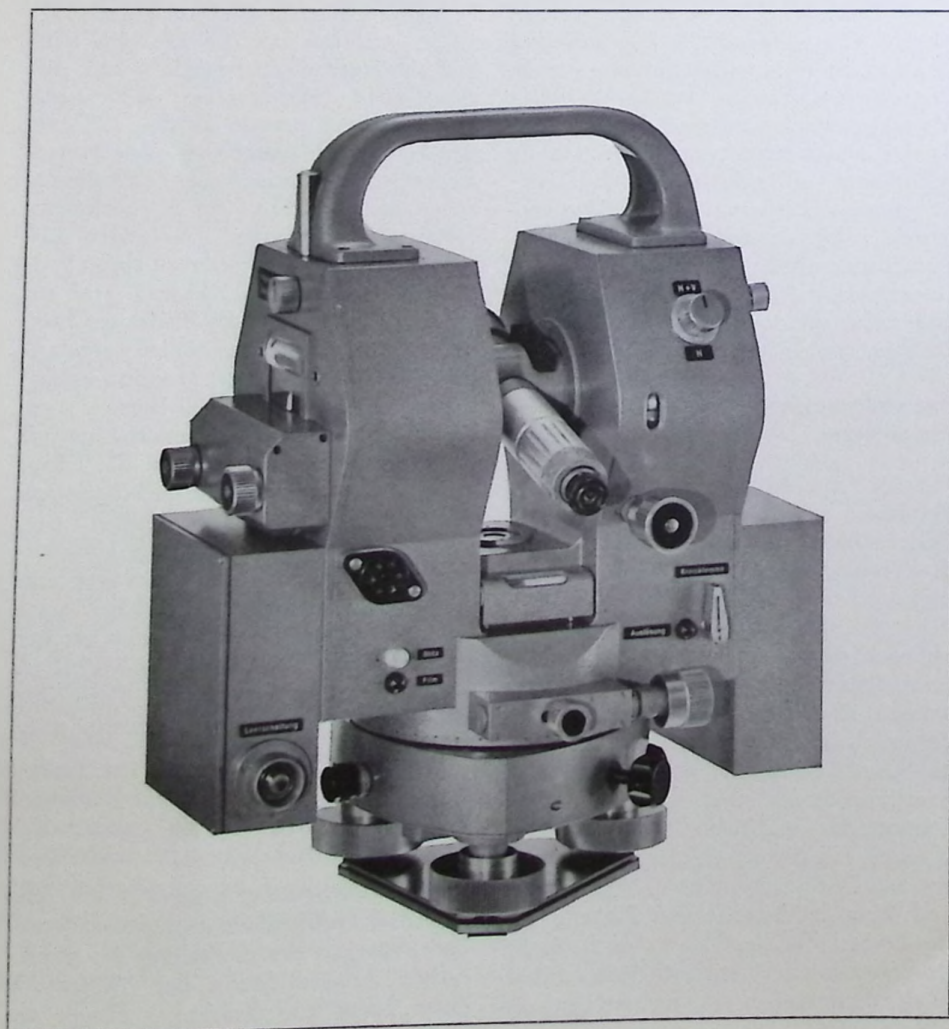
eigentliche Feldmessung ein, und jeder Laie verbindet den Begriff »Geometer« sofort mit der Figur eines Mannes, der in der freien Natur mit seinen Instrumenten hantiert und für den die rot-weiße Meßlatte das Symbol seines Berufsstandes zu sein scheint. — Die Feldmessung stellt nicht nur den umfangreichsten, sondern auch den kompliziertesten Teil der Arbeiten des Geometers dar. Auf diesem Gebiet haben daher die Bestrebungen zu einer möglichst weitgehenden Automation der Meßverfahren sehr früh begonnen und zu einer immer weiteren Vervollkommnung der Instrumente in ihrem mechanischen und optischen Aufbau geführt, die dann ihrerseits wieder Möglichkeiten für neue arbeitssparende Meßmethoden boten. Grundelemente des Messens sind Strecke und Winkel. Während die Winkelmessung, ausgeführt mit Theodoliten, ein stationäres Arbeiten erlaubt und unabhängig von schwierigen Geländebedingungen ist, so ist die traditionelle Streckenmessung mit Meßband oder Meßlatte oft — vor allem in unwegsamem Gelände — ein recht mühseliges Verfahren. So lag der Gedanke sehr nahe, die Streckenmessung durch geeignete Anwendung geometrischer Beziehungen so durch die Winkelmessung zu ersetzen, daß die zu messende Strecke nicht mehr begangen zu werden braucht. Grundgedanke der verschiedenen Verfahren für eine »optische Streckenmessung«,

die sich im Laufe der Zeit entwickelten, ist die Messung eines Winkels von einem Endpunkt der zu bestimmenden Strecke zu den Endmarken eines am anderen Endpunkt der Strecke aufgestellten Maßstabes. Aus diesem — dem sogenannten paralaktischen — Winkel und dem Abstand der Meßmarken des Maßstabes läßt sich nach einfachen geometrischen Formeln die Länge der Strecke berechnen. Es wurden schließlich Instrumente entwickelt und Verfahren erdacht, die sogar diese Berechnung überflüssig machen und es erlauben, die Entfernung direkt am Instrument ablesen zu können. Der Name dieses Verfahrens »Tachymetrieren« bedeutet, aus dem Griechischen übersetzt, »Schnellmessen«; aber seit die elektronischen Rechenanlagen neue Maßstäbe für den Begriff Schnelligkeit gesetzt haben, ist selbst das »Tachymetrieren« zu langsam geworden — weniger durch das Verfahren der Messung selber als durch die nachfolgenden Arbeiten und durch das nun wieder auftauchende Problem, die Richtigkeit der Meßergebnisse kontrollieren zu müssen. Die Meßergebnisse werden vom Beobachter am Instrument durch Ablesen von Teilkreisen, Skalen und durch das Schätzen von Teilstrichintervallen ermittelt. Hierbei sind ihm trotz größter Gewissenhaftigkeit mannigfache Möglichkeiten zum Begehen kleiner und großer Fehler gegeben. Die abgelesenen Daten werden von

einem Protokollanten in dem sogenannten »Feldbuch« notiert, wobei ihm Schreibfehler unterlaufen können. Erfahrungsgemäß kann man mit einer Anzahl von 2 bis 5 Prozent fehlerhafter Werte im Zahlenmaterial rechnen, das nun erst noch in Lochstreifen oder Lochkarten übertragen werden muß. Es sind also auch hier wieder Prüfmöglichkeiten durch Doppel- oder Kontrollmessungen vorzusehen und Kontrollen des Feldbuchaufschriebes und der abgelochten Daten vorzunehmen, was wieder eine beträchtliche Steigerung des Arbeitsaufwandes bedeutet.

Die technischen Möglichkeiten im Instrumentenbau sind so fortgeschritten — sollte es nicht möglich sein, einen Theodolit zu konstruieren, der jede Ablesung von Zahlen überflüssig macht und die Ergebnisse auf einem geeigneten Datenträger so darstellt, daß sie direkt von der elektronischen Rechenanlage gelesen werden können? Mit einem derartigen Instrument würden sich die Feldarbeiten erheblich rationalisieren und beschleunigen lassen. Väter dieses Gedankens waren wieder *Eduard Lang* und *Konrad Zuse*, die auch eine geeignete Lösungsmöglichkeit ersannen, die dann von *Kern* in *Aarau* und *Fennel* in *Kassel* realisiert wurde.

Man dachte zunächst an eine ähnliche Lösung, wie sie für das automatische Planimeter angewandt worden war. Der Teilkreis des Theodolits sollte durch eine Ra-



Codetheodolit

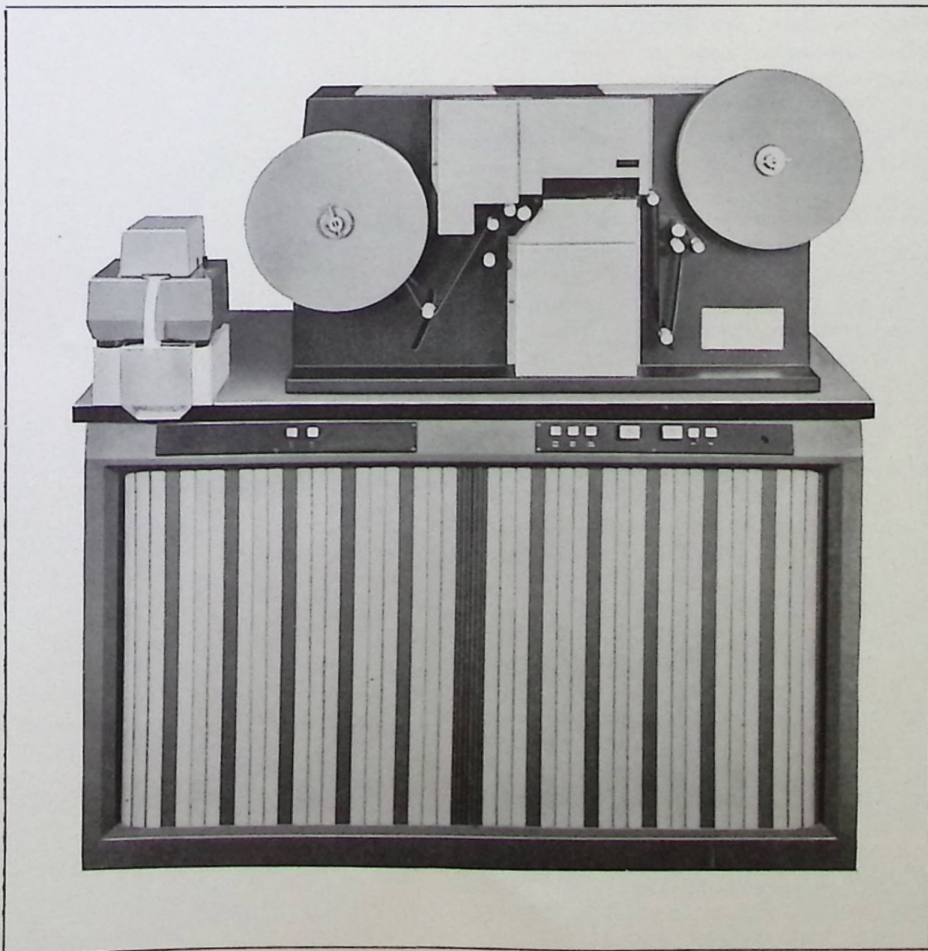


sterscheibe mit einem photoelektrischen Impulsgeber ersetzt werden. Ein Winkel würde dann durch eine Anzahl von Impulsen in einem elektronischen Zähler dargestellt und durch eine Steuereinrichtung und ein Stanzwerk auf einen Lochstreifen ausgestanzt werden. Diese Idee stieß auf verschiedene Schwierigkeiten. Einmal war es nicht möglich, innerhalb vernünftiger Dimensionen eine Raster-scheibe herzustellen, die auf ihrem Umfang vier Millionen Rasterstriche trägt, um der notwendigen Genauigkeit des Instruments von einer Bogensekunde zu genügen. Zum anderen wäre der technische Aufwand für den elektronischen Zähler und den Lochstreifenstanzer mit der erforderlichen Stromversorgung so groß geworden, daß das Instrument für den praktischen Einsatz im Gelände zu unhandlich, zu fehleranfällig und vor allem auch zu schwer geworden wäre. Das Gerät mußte für den Feldgebrauch so handlich und leicht wie möglich bleiben, so daß sich schließlich eine Lösung ergab, die das Problem in zwei Teile aufspaltete, wobei der technisch anspruchsvolle Teil vom Theodolit getrennt und stationär im Rechenzentrum untergebracht werden konnte.

Statt einer Registrierung auf Lochstreifen wurde die weniger aufwendige Aufzeichnung der gemessenen Daten auf einem Film gewählt. Der Teilkreis des Theodolits wurde in 4000 Teile geteilt, statt einer

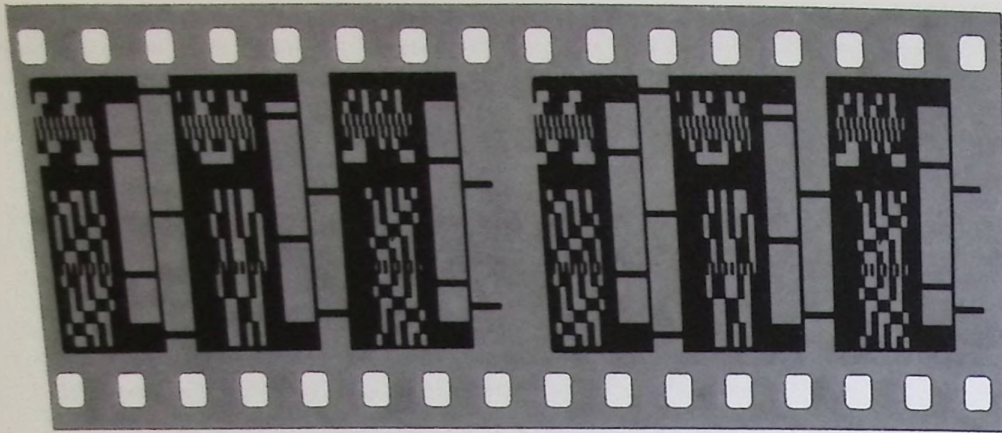
einfachen Strichteilung aber ein sogenannter »Ringcode« auf den Teilkreis aufgebracht, der in Form von Schwarzweißmarkierungen für jeden Zehntelgrad eine bestimmte eindeutige Kombination darstellt. Je nach Stellung des Theodolitenfernrohrs wird von einer Maske eine Stelle des Teilkreises ausgeblendet und auf den Film abgebildet. — Der Gedanke, die Teilkreisstelle auf einem Film abzubilden, war an sich nicht neu. Im Zuge der Automatisierungsbestrebungen für die Meßverfahren sind schon früher Theodolite entwickelt worden, die die Meßwerte auf Film aufzeichneten. Diese Filme mußten dann aber zu Hause unter Zuhilfenahme eines Meßmikroskopes wieder von einem Operateur ausgewertet werden, so daß praktisch nur eine Verlagerung der Arbeit des Ablesens vom Feld ins Haus erzielt wurde. Durch die Abbildung der Meßwerte durch einen Code aus Schwarzweißmarkierungen ist es möglich, die Auswertung und Umsetzung in Lochstreifen durch eine Maschine automatisch mit Hilfe optisch-elektronischer Mittel vorzunehmen. Nun tritt aber eine Komplikation des bisher an sich recht einfach anmutenden Verfahrens ein. Durch den Ringcode wird der Winkel nur bis auf ein Zehntelgrad genau dargestellt, verlangt ist aber eine Genauigkeit von einem Zehntausendstelgrad. Das restliche Winkelintervall muß durch den Abstand zweier Noniusstriche bestimmt werden, die auf dem Film abgebildet wer-

den. Die schwierigste Aufgabe für das Filmlesegerät besteht nun darin, automatisch den Abstand der beiden Noniusstriche auf einen Hundertstelmillimeter genau zu bestimmen, wobei dieses Hundertstel der verlangten Bogensekunde entspricht. Um diesen hohen Anforderungen für das Lesegerät gerecht zu werden, mußte zunächst nicht nur ein Spezialfilm, sondern auch eine Spezialentwicklungsmaschine entworfen werden, um eine absolut gleichbleibende Qualität des auszumessenden Filmbildes hinsichtlich der Belichtungsstärke und des Kontrastes zu erzielen. Der entwickelte Film wird in das Filmauswertgerät eingelegt und Bild für Bild kontinuierlich und automatisch ausgewertet. Die ausgewerteten Daten werden dann sofort in einem Lochstreifen ausgestanzt. Bei diesem Auswertvorgang werden die Schwarzweißmarkierungen des Filmbildes auf eine Gruppe von Photozellen projiziert, die die Hell-Dunkel-Schwankungen in elektrische Impulse verwandeln. Diese Impulse werden im elektronischen Teil der Maschine entschlüsselt und als dem Winkelwert entsprechende Lochkombinationen in den Lochstreifen gestanzt. Zur Messung des Abstandes der Noniusstriche gleitet automatisch ein Lichtspalt über das Filmbild, der mit einem Impulszähler in Verbindung steht. Trifft der Lichtspalt auf einen Noniusstrich, so fällt das Licht auf eine Photozelle, die bewirkt, daß die jeweilige



Das Filmmumsetzgerät ZUSE Z 84, mit dem die im Film festgehaltenen Meßwerte selbsttätig in Lochstreifenwerte umgewandelt werden.





Anzahl von Impulsen des Impulszählers gespeichert wird. Der Abstand zweier Striche entspricht dann der Differenz zweier Impulszahlen und wird dem durch die Schwarzweißvercodierung dargestellten Winkelteil als Minuten und Sekunden des Winkels hinzugefügt und in den Lochstreifen gestanzt. Dieser Lochstreifen kann dann direkt in die Rechenanlage eingelesen werden, die aus den Werten des Lochstreifens nun die eigentliche Berechnung vornimmt. Der Lochstreifen enthält nur noch Winkelangaben, die dem jeweiligen Element des angewandten Meßverfahrens entsprechende, aber unterschiedliche Bedeutung besitzen können. So kann eine Winkelangabe sowohl eine eigentliche Richtungsbestimmung als auch für eine Streckenmessung die Elemente des oben erwähnten parallaktischen Winkels darstellen. Um hierfür eine Unterscheidung zu ermöglichen, befindet sich am Theodolit ein Zifferneingabewerk, mit dem einmal ein Kennzeichen zur Charakterisierung des Messungselementes, zum andern auch die Nummern des Standpunktes und des Zielpunktes eingestellt werden können. Diese Ziffernfolge wird ebenfalls auf dem Film abgebildet und durch die Auswertmaschine in den Lochstreifen gestanzt.

Die Rechenanlage ist dann in der Lage, die verschiedenen Werte richtig zu deuten, sie den einzelnen Abschnitten der Messung zuzuordnen und folgerichtig für die Berechnung der Koordinaten der gemessenen Punkte heranzuziehen.

Die ZUSE KG hat nun eine Datenverarbeitungsfolge von der Messung im Gelände bis zur Erstellung der Resultate in Form von Koordinaten, von der der Mensch — das unzuverlässigste Glied der Datenverarbeitung — fast völlig ausgeschlossen ist. Der Geometer hat im Feld nur noch mit seinem Instrument das gewünschte Ziel anzuvisieren und dann den Auslöseknopf der Registrierkamera zu betätigen. Von da ab übernehmen Maschinen die weitere Bearbeitung, bei denen man durch umfangreiche Sicherungsmaßnahmen, durch Verwendung sogenannter Sicherheitscodes und komplizierter Kontrollschaltungen in den elektronischen Teilen der Geräte so-

fort Fehler erkennt, die durch technische nie ganz zu vermeidende gelegentliche Fehlfunktionen auftreten können.

Noch überläßt man dem Geometer das persönliche Anvisieren des Zieles, aber auch hier sind schon Entwicklungen im Gange, wie zum Beispiel das »elektrische Auge« der »Askania«-Werke, Berlin-Mariendorf, die ihm auch noch diese Möglichkeit, Fehler durch ungenaues Einstellen der Zielmarke zu begehen, nehmen werden.

Diese etwas eingehenden Beschreibungen des technischen Aufwandes für Instrumente und Geräte, die als Datenlieferanten für die elektronischen Rechenanlagen dienen, mögen deutlich zeigen, wie die Bestrebungen nach einer automatischen Datenverarbeitung eben nicht nur die eigentlichen Arbeiten mit der Rechenanlage, sondern den gesamten Arbeitsablauf, in dessen Zentrum lediglich die Rechenanlage steht, betreffen. Die Bedeutung dieser Überlegungen erkennt man am Aufwand an technischer Entwicklungsarbeit, der hierfür getrieben wird.

\*

Um in diesem Zusammenhang ein weiteres Beispiel für die Automatisierung geodätischer Messungen zu geben, sei ein kurzer Blick auf die *Seevermessung* geworfen. Hier interessiert in erster Linie besonders in küstennahen Gewässern die Messung zur Darstellung der Tiefen und Untiefen des Seebodens. Die Tiefenmessung wird mit dem sogenannten Echolot durchgeführt, das die Laufzeit eines ausgesandten und vom Meeresboden reflektierten Signals mißt; die Laufzeit ergibt die Tiefe. Um die Position des Schiffes fortlaufend zu bestimmen, wird für die Navigation das Decca-Hyperbel-Verfahren, ein Funkpeilverfahren, angewandt. Ein vollkommen automatischer »Steuermann« sorgt dafür, daß sich das Schiff genau auf einer geographisch festgelegten Linie, einer sogenannten Decca-Hyperbel, bewegt, wobei weitere Funksignale auch den jeweiligen Ort auf dieser Hyperbel festlegen. Für die nun fortwährend in bestimmten Intervallen ausgeführten Tiefenmessungen ist damit die genaue geographische Fixierung gegeben. Bei der finnischen Seevermessung wird zurzeit eine Einrichtung

Meßfilm eines Codetheodoliten mit den Schwarzweiß-Markierungen.



von S. Pajunen erprobt, die laufend die Echolotdaten und die Decca-Koordinaten zu deren Positionierung über ein elektronisches Steuergerät auf Lochstreifen ausstanzt. Dieser Lochstreifen wird nach der Meßfahrt in einem Rechenzentrum ohne weitere manuelle Arbeiten von einer Rechenanlage ZUSE Z 23 zu Resultaten verarbeitet, die dann direkt von einem automatischen Zeichengerät *Graphomat* zu einer vollständigen Karte des vermessenen Seebodens aufgezeichnet werden. Auch dies ist ein Beispiel für eine integrierte Datenverarbeitung, bei der von der automatischen Erfassung der Ausgangswerte über die Berechnungen in einer elektronischen Rechenanlage bis zur Erstellung des gewünschten Kartenmaterials keine menschliche Arbeitskraft mehr erforderlich ist und ein lückenloser und fehlerfreier Datenfluß die intensivste Ausnutzung der elektronischen Rechenanlage ermöglicht.

\*

Nach diesen Betrachtungen über geodätische Arbeiten auf dem Lande und zu Wasser möge noch eine kurze Exkursion auf das Gebiet der geodätischen Messung aus der Luft angeschlossen werden. Die *Photogrammetrie* versucht die Mühsal der geodätischen Feldarbeiten mit Hilfe der Photographie zu umgehen und die Resultate auf schnellere und wirtschaftlichere Weise zu erhalten. Hierbei wird von einem terrestrischen Standpunkt, zumeist aber von einem Flugzeug aus das zu vermessende Gebiet photographiert. Aus diesen Aufnahmen werden dann in Präzisionsauswertgeräten die gewünschten Details der Topographie und die vor der Aufnahme besonders signalisierten Grenzpunkte ausgewertet. Die den Aufnahmen entnommenen Daten sind aber in den meisten Fällen, insbesondere wenn eine sehr hohe Genauigkeit gefordert wird, nicht direkt verwendbar, sondern müssen noch einem Rechenprozeß unterworfen werden. Aus diesem Grund werden die Auswertegeräte direkt mit Lochkarten- oder Lochstreifenstanzgeräten gekoppelt, so daß man wieder unmittelbar einen Datenträger für die anschließende Berechnung in einer elektronischen Rechenanlage erhält. In den Vereinigten Staaten ist überdies be-

reits eine Entwicklung im Gange, die die Auswertung des Bildinhalts der Photographie durch Abtastung mit Photozellen auf automatischem Weg vornimmt und dadurch den menschlichen Operateur überflüssig macht. Die von dem automatischen Auswertegerät erzeugten Informationen werden von einer Rechenanlage umgeformt und einem automatischen Zeichengerät zugeführt, das die gewünschte kartographische Darstellung des photographierten Geländes vornimmt. Auch hier stellt, vom technischen Aufwand und vom Zweck her gesehen, die elektronische Rechenanlage nicht mehr den wesentlichen Bestandteil dieser automatischen Datenverarbeitung dar.

#### Das automatische Zeichnen

In den beiden letzten Kapiteln wurde bereits der Begriff eines »*automatischen Zeichengerätes*« erwähnt, und mit diesem Gerät kommt man zum dritten Teil der vermessungstechnischen Arbeitsteilung, dem »*Zeichnen*«.

Die Resultate des örtlichen Meßverfahrens, das der Geometer den Gegebenheiten des Geländes, der Art der Aufgabe und der geforderten Genauigkeit anpaßt, sind die verschiedenen Meßelemente, die von der Rechenanlage in eine einheitliche Form der Darstellung zur Festlegung der aufgemessenen Punkte gebracht wird. Die Punktefestlegung erfolgt durch Koordinaten, ein Zahlenpaar, das die Lage des betreffenden Punktes in einem bestimmten rechtwinkligen Landessystem oder auch in geographischen Koordinaten der Länge und Breite festlegt. Aus diesen Koordinaten können nun für die Aufgaben des Katasters oder der Flurbereinigung die Flächen berechnet werden; sie werden in Form von Listen oder Lochkartenkarteeien archiviert oder bilden das Ausgangsmaterial für das Zeichnen von Karten oder Plänen für bautechnische Aufgaben.

Die umfangreichen Kartierarbeiten des Geometers und die Erfahrungen, die aus den Erfolgen der automatisierten Meßverfahren zu schließen sind, ließen nun auch

den Wunsch entstehen, die Resultate der Rechenanlage ohne weitere menschliche Mehrarbeit direkt von einem automatischen Zeichengerät aufzeichnen zu lassen.

Bereits 1958 entstand als Produkt einer Zusammenarbeit der *Wild Heerbrugg AG, Werk für Optik und Feinmechanik, Heerbrugg*, und der *ZUSE KG, Bad Hersfeld*, ein Gerät, das in der Lage war, von einem Lochstreifen gesteuert, Punkte mit einer Genauigkeit von  $\frac{2}{100}$  mm zu kartieren. Anhand der im Feld gefertigten Skizze des Geländes mit der ungefähren Lage der einzelnen Punkte brauchte der automatisch erstellte Punktplan nur noch durch das Verbinden der betreffenden Punkte vervollständigt zu werden. Da es sich hierbei um Pläne für die Flurbereinigung mit einem relativ einfachen Darstellungsinhalt, aber einer hohen Anforderung an Genauigkeit handelte, war diese Lösung bereits ein sehr wertvolles Zwischenergebnis auf dem Wege zu einem vollautomatischen Gerät, das nun auch noch in der Lage sein soll, selbständig Geraden und Kurven zu zeichnen und die Karte mit Signaturen, Symbolen und Beschriftung zu versehen. Dieses Gerät wurde deshalb auch in der bisherigen Ausführung nicht weitergebaut, sondern gleich die Entwicklung zum vollautomatischen *Graphomat* begonnen. Heute gibt es bereits über ein Dutzend verschiedene deutsche, schweizerische, englische und amerikanische Fertigungen an automatischen Zeichengeräten, die mit verschiedensten Methoden die an sie gestellten Aufgaben erfüllen.

Im folgenden sei etwas eingehender die Funktionsweise derartiger elektronischer Koordinatographen beschrieben.

Man kann bei den heute im Einsatz befindlichen Zeichenautomaten zwei verschiedene Grundprinzipien erkennen: die sogenannte »*rückgekoppelte Positionssteuerung*« und die »*Geschwindigkeitssteuerung*«.

Im ersten Fall steht der Zeichenkopf des Gerätes mit zwei Positionsgebern in Verbindung, die nach einem ähnlichen Prinzip arbeiten wie die oben beschriebene Raster-scheibe des automatischen Planimeters oder der vercodete Teilkreis des Theodolits. Diese Positionsgeber übertragen die

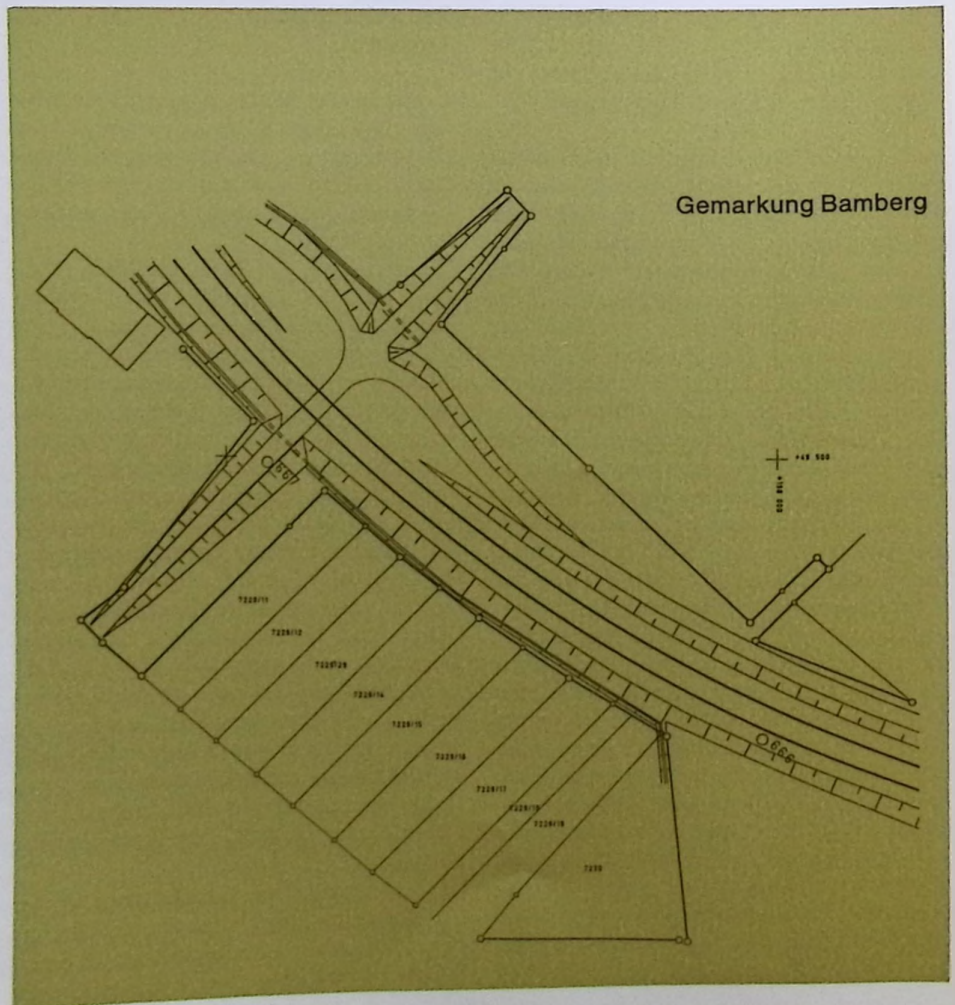
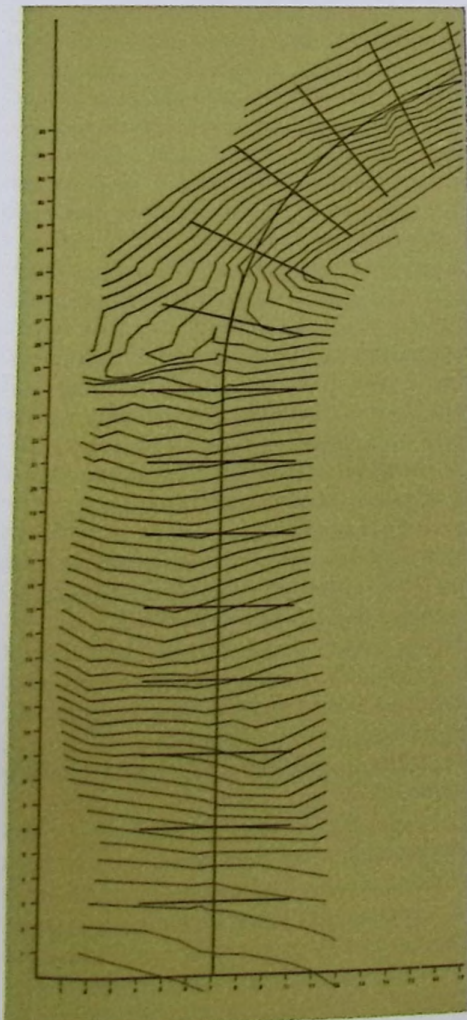


Stellung des Zeichenkopfes, das heißt also seine Koordinaten, in ein elektronisches Register. Von einer Lochkarte oder einem Lochstreifen werden nun die Koordinaten des nächsten Punktes in ein paralleles Register eingelesen. Die Registerinhalte werden miteinander verglichen und eventuelle Differenzen in Spannungsgrößen umgeformt. Mit diesen Spannungsgrößen werden zwei Servomotoren angetrieben, die den Zeichenkopf in Richtung des neuen Punktes bewegen. Hierbei verändern sich laufend die von den Positionsmeldern an das eine Register gegebenen Werte, bis sie schließlich den Werten der eingelesenen Koordinaten entsprechen. Die Spannungsdifferenz ist Null geworden, und die Servomotoren kommen zum Stillstand, der nächste Punkt wird von der Steuerelektronik mittels Lochstreifen in das Eingaberegister übertragen. Durch besondere elektronische Schaltungen, sogenannte »analoge Rechenglieder«, kann nun bewirkt werden, daß der Weg des Zeichenkopfes jetzt nicht einfach dem linearen Spannungsabfall folgt, sondern sich längs einer bestimmten Bahn bewegt. Im einfachsten Fall wäre das eine gerade Linie, durch besondere Schaltungen lassen sich aber auch kreisförmige oder parabolische Bahnen beschreiben. Mit den einzulesenden Koordinaten eines Punktes wird dann jeweils noch ein Kennzeichen auf dem Lochstreifen mit angegeben, das die Wahl der betreffenden Verbindungslinie bewirkt.

In Deutschland wird im Vermessungswesen fast ausschließlich der *Graphomat* angewandt, der bereits in Verbindung mit der Entwicklung der automatischen Seekartenherstellung erwähnt wurde. Dieses Gerät arbeitet nach dem Prinzip der Geschwindigkeitssteuerung. Der Zeichenkopf kann in der X- und in der Y-Richtung mit je einer bestimmten Geschwindigkeit angetrieben werden. Bei einer speziellen Geschwindigkeitskombination läuft der Zeichenkopf auf einer Geraden unter bestimmter Neigung. Werden diese Geschwindigkeiten fortlaufend variiert, so bewegt sich der Zeichenkopf auf einer Bahn, die durch entsprechende Wahl der Geschwindigkeitskombinationen jede beliebige Kurve, auch die komplizierteste mathematische Gestalt, sein kann. Diese verschiedenen Geschwindigkeiten werden in zwei Getrieben erzeugt, die ähnlich wie ein Autogetriebe wirken, hier aber je 32 verschiedene Geschwindigkeitsstufen erzeugen. Da eine kontinuierliche Geschwindigkeitsänderung nicht erfolgt, wird eine Kurve nicht in ihrer idealen mathematischen Form dargestellt, sondern als Folge kurzer gerader Linien. Da die Länge der kürzesten Linie aber bis zu 0,03 mm betragen kann, die Strichstärke der Kurve bestenfalls 0,1 mm stark ist, fallen die Abweichungen dieser »Vektorenfolge« von der idealen Gestalt der Kurve dem Auge nicht auf. Das Ein- und Ausschalten der erforderlichen Getriebestufen erfolgt über

Elektromagnete, die vom elektronischen Teil des Zeichengerätes gesteuert werden. Dieser Teil der Anlage empfängt seine Informationen vom Lochstreifen, von Lochkarten oder sogar direkt von einer Rechenanlage. Aufgabe der elektronischen Rechenanlage ist es nun, die Vektorfolge zu bestimmen, die notwendig ist, um eine bestimmte Figur zu zeichnen. Diese Vektorelemente werden von der Zeichmaschine dann in die betreffenden Geschwindigkeitskombinationen umgesetzt. Man hat mit dieser Arbeitsteilung zwischen Zeichengerät und Rechenanlage erreicht, daß der technische Aufwand für das Zeichengerät so gering wie möglich bleibt und durch ein Rechenprogramm der elektronischen Rechenanlage ersetzt wird, ohne dabei in der Darstellungsvielfalt des Zeichengerätes auf nur eine bestimmte Anzahl von Möglichkeiten beschränkt zu bleiben.

Alle Teile einer Zeichnung, die in unveränderter Weise stets wiederkehren, also Symbole und Signaturen, aber auch Ziffern und Buchstaben in jeder beliebigen Größe, Form und Schreibrichtung, werden in der Rechenanlage als ein kleiner fest bestimmter Programmteil gespeichert und an der geeigneten Stelle des Hauptprogramms aufgerufen und unverändert in den Lochstreifen gestanzt. So ist es also möglich, eine vermessungstechnische Kartierung in allen ihren Einzelheiten und in höchster Präzision in einer selbständigen





Zusammenarbeit zwischen elektronischer Rechanlage und automatischem Zeichengerät zu erstellen.

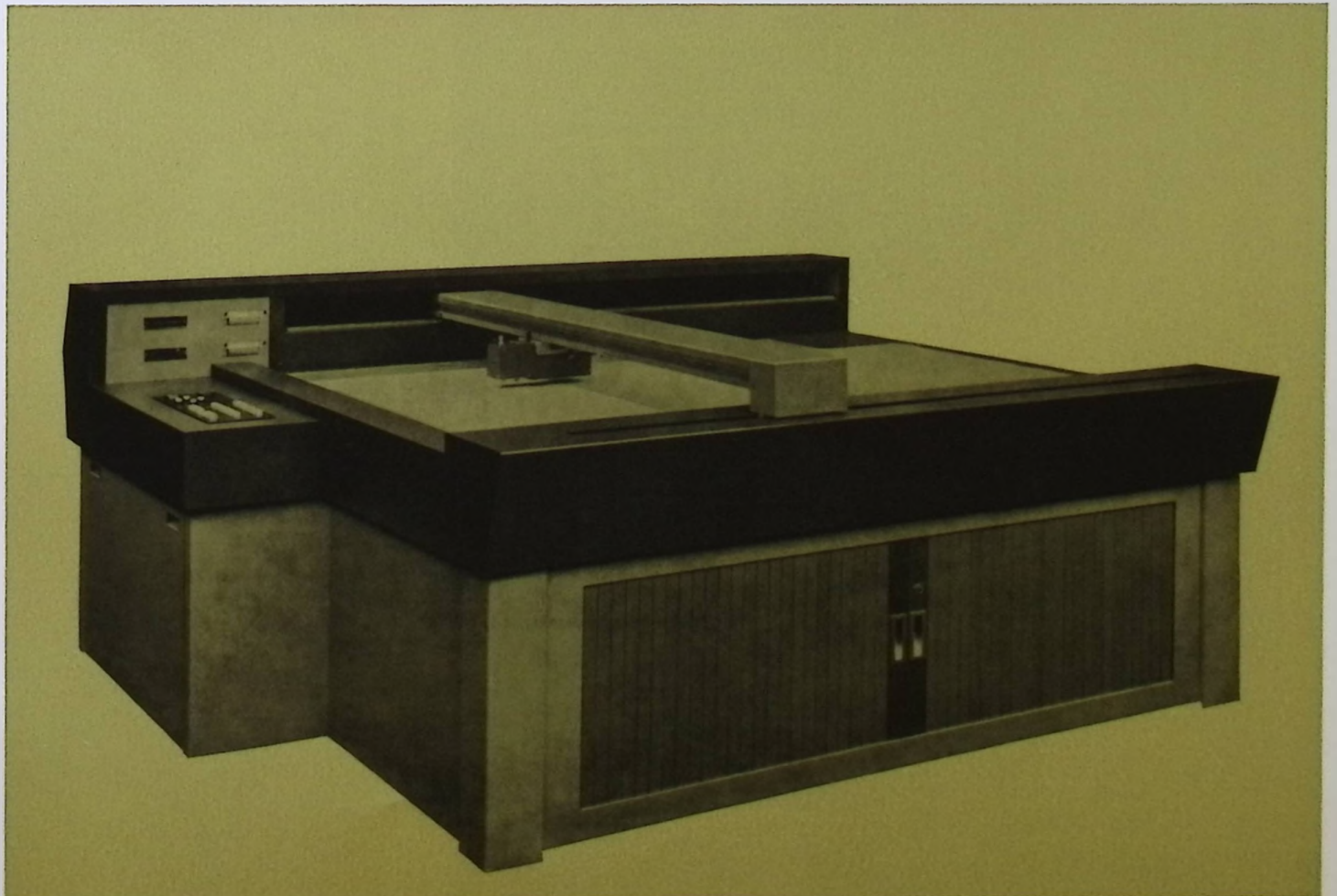
### Schlußbetrachtung

Mit diesem Glied in der automatischen Datenverarbeitung ist auch die letzte der drei Forderungen erfüllt: *Messen, Rechnen* und *Zeichnen*; sie bilden eine lückenlose Kette der Automation. Der Geometer hat nur noch den »*Schlachtplan*« für seine Arbeit zu entwerfen, die geeigneten Standpunkte für den Theodolit auszuwählen, die Ziele anzuvisieren und den Auslöseknopf der Kamera zu betätigen. Von nun ab kann er den weiteren Arbeitsablauf bis zur Erstellung seiner Koordinatenregister und Karten dem Automaten überlassen.

(Nachdruck aus »Neue Zürcher Zeitung« vom 1. 9. 1965, Mittagsausgabe)

Seite 10:  
Beispiele von GRAPHOMAT-Zeichnungen.  
Links: Höhenlinien.  
Rechts: Flurbereinigung.

Unten:  
Digitalgesteuerter Zeichentisch ZUSE Z 64  
„GRAPHOMAT“  
Tischgröße G 4 (1200 x 1400 mm<sup>2</sup>)





# Eine elektronisch gesteuerte Meßwerterfassungsanlage mit Lochstreifenausgabe

Dr.-Ing. H.-H. Schrader, Berlin

Seit einigen Jahren bedient man sich auch in der Versuchstechnik zur Auswertung von Versuchsergebnissen in zunehmendem Maße elektronischer Rechenanlagen. Damit ergeben sich für die rechnerische Verarbeitung von Meßwerten Möglichkeiten, an die früher wegen des damit verbundenen großen Aufwandes nicht zu denken war, z. B. bei statistischen Untersuchungen und Approximationsrechnungen. Auf herkömmliche Art kann man jedoch nicht genügend Meßdaten bereitstellen, um diese neuen Möglichkeiten richtig auszunutzen. Man muß daher zur automatischen Meßwerterfassung übergehen, um die Datenerfassung der Datenverarbeitung zeitlich anzupassen.

Im Institut für Mechanik der TU Berlin sah man sich vor etwa zwei Jahren vor ein derartiges Problem gestellt. Es waren Spannungsdehnungsmessungen bis in den plastischen Bereich hinein an Druckproben in großer Zahl vorzunehmen, wobei wegen einer möglichst genauen Zuordnung von Spannungen und Dehnungen diese gleichzeitig zu messen waren. Hierzu waren vier Dehnungstreifen, je zwei für die Längs- und Querdehnungen, vorgesehen. Die Dehnungen waren zyklisch und jeweils simultan mit der Kraft zu messen.

Es stand eine herkömmliche Versuchseinrichtung mit zwei Trägerfrequenzmeßbrücken und eine Umschaltvorrichtung mit zwei Trägerfrequenzmeßbrücken und eine Umschaltvorrichtung mit

Steuergerät zur Verfügung, eine Trägerfrequenzmeßbrücke mit einer Kraftmeßdose für die Kraftmessung, die andere mit der Umschaltvorrichtung für die zyklisch zu messenden vier Dehnungen. Zur Simultanmessung von Kraft und Dehnung müssen beide Brückenanzeigen gleichzeitig abgelesen werden. Mit fotografischer Aufzeichnung ist das möglich. Die Auswertung ist jedoch zeitraubend. Sie wird einfacher, wenn man den Meßverstärkern Digitalvoltmeter nachschaltet. Ein wesentlicher Nachteil bleibt jedoch: Die Digitalvoltmeter digitalisieren natürlich lediglich die Instrumentenanzeige, die benutzten Meßbereiche müssen daher in geeigneter Weise von Hand gekennzeichnet werden.

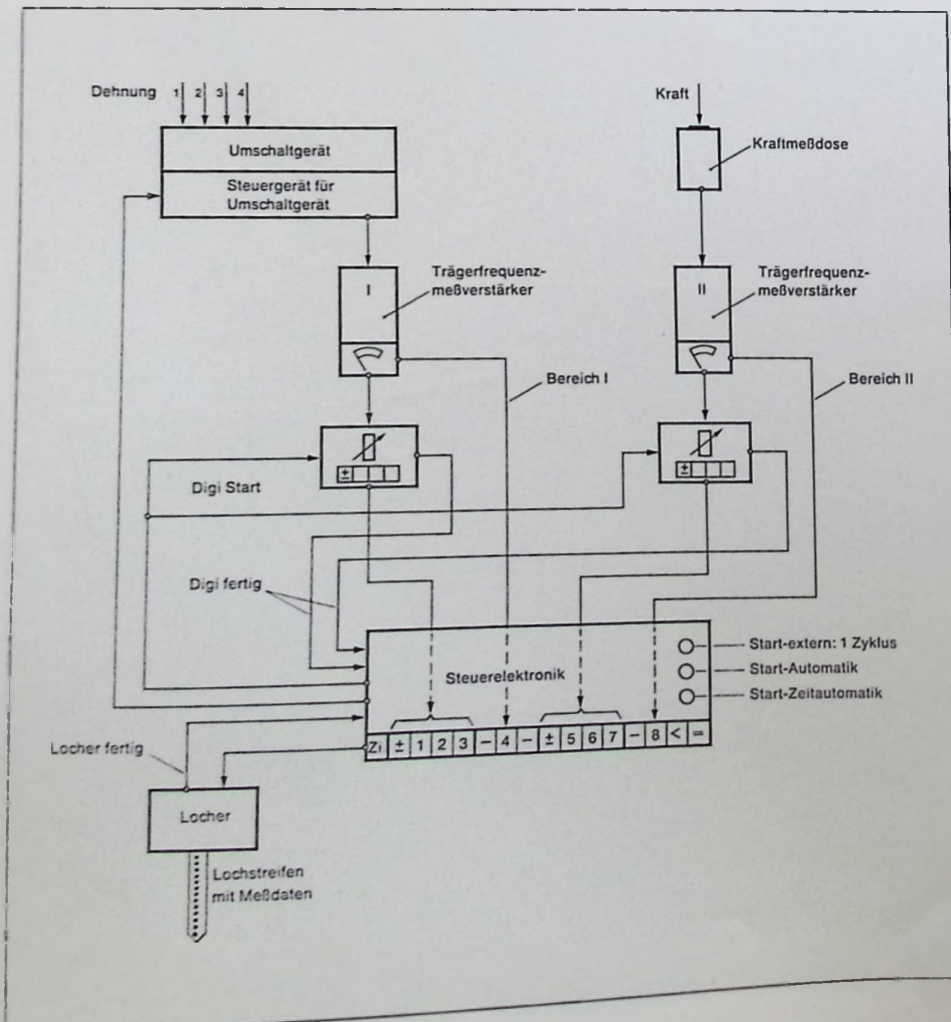
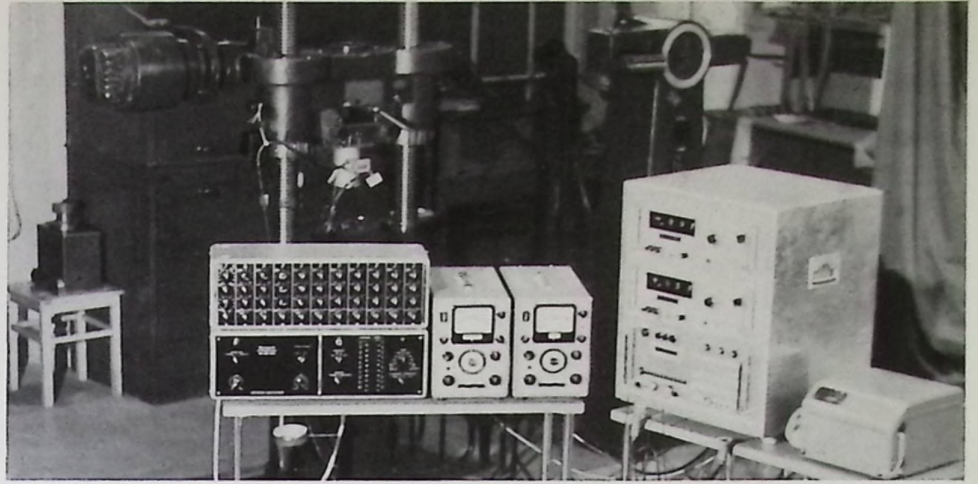


Abb. 1: Blockschaltbild



Abb. 2: Versuchseinrichtung, im Hintergrund Prüfmaschine mit eingebauter Kraftmeßdose und angehängtem Probestab.



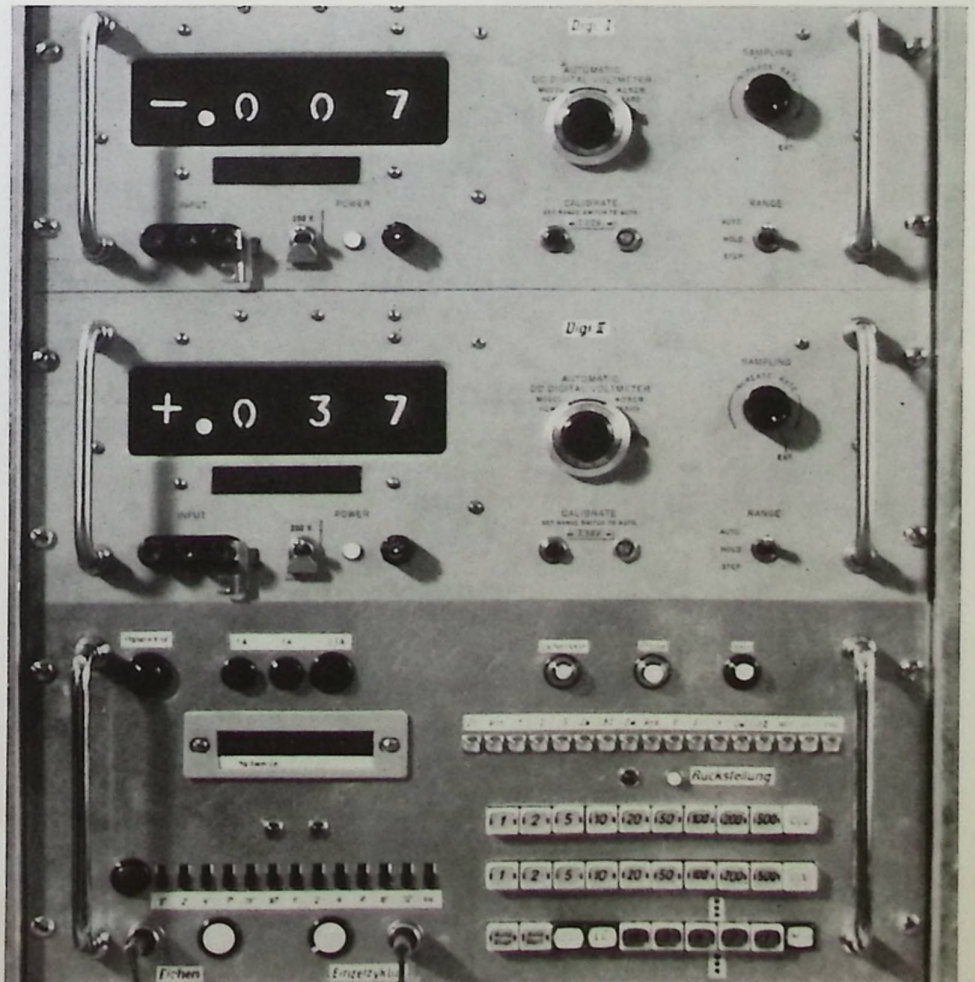
Bei schnell ablaufenden Versuchen ist das schwierig und fehlerträchtig, einfache Lochstreifenabgaben für die Digitalvoltmeter wären daher ebenfalls unzureichend. Die Daten sollten vielmehr eingabefertig für den Rechner herauskommen, und zwar ohne zusätzliche Manipulationen während des Versuches.

Die hier gezeigte Meßwertausgabe wurde nach dieser Forderung entwickelt und gebaut (Abb. 1 und Abb. 2). Das Kernstück ist eine Steuerelektronik mit Zwischenspeicher, Schieberegister, Codewandler und Zeitglied. Zur Ausgabe dient ein Parallellocher für 20 Zeichen/sec. Die als Einschub ausgebildete Steuerelektronik ist zusammen mit den beiden Digitalvolt-

metern in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht (Abb. 3). Die Digitalvoltmeter sind an die Gleichspannungsausgänge der Trägerfrequenzmeßverstärker angeschlossen. Die Anpassung erfolgt durch nachträglich in die Digitalvoltmeter eingebaute Präzisionspotentiometer, mit denen der Vollausschlag der Brückeninstrumente eingestellt werden kann. Die Bereichssignale werden unmittelbar von den Bereichsumschaltern der Meßbrücken gegeben, und zwar von einer nachträglich eingebauten Schaltebene.

Der Betrieb der Anlage erfolgt automatisch und in Zyklen. Der innere Funktionsablauf für einen einzelnen Meßzyklus ist aus dem vereinfachten logischen

Abb. 3: Standgehäuse mit Steuerelektronik und Digitalvoltmetern.



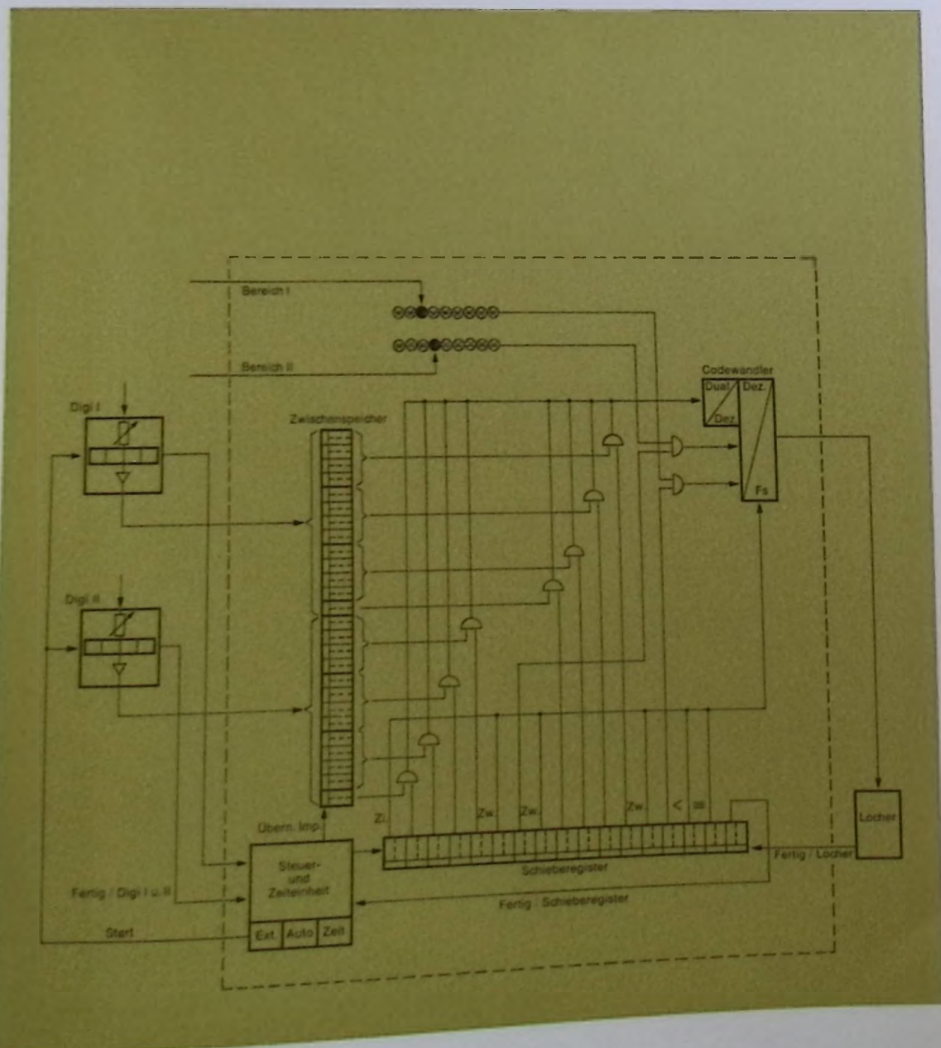


Schaltbild zu ersehen (Abb. 4). Die Anzeigen der Digitalvoltmeter, d. h. jeweils das Vorzeichen und drei als Tetraden verschlüsselte Dezimalen werden in den Zwischenspeicher der Steuerelektronik übernommen. Dem Zwischenspeicher nachgeschaltet ist ein Codewandler, der die binär vercodeten Tetraden in den Dezimalcode und diesen in den Fernschreibercode übersetzt. Die Meßbereiche der Meßverstärker werden extern durch die Ziffern 0 bis 9 vercodet. Diese werden — wie schon erwähnt wurde — durch die Bereichsschalter der Brücken geschaltet, deren Ausgänge direkt an den Dezimalteil des Codewandlers führen. — Die Betriebszeichen: Ziffer, Abstand, Wagen-

rücklauf und Zeilenwechsel, sind im FS-Teil des Codewandlers verdrahtet. Auf einen Startimpuls beginnen die Digitalvoltmeter simultan mit der Umwandlung der von den Meßverstärkern angebotenen Meßwerte. Nach Beendigung geben die Digitalvoltmeter je eine Fertigmeldung ab. Wenn beide Fertigmeldungen eingegangen sind, erfolgt die Übernahme in den Zwischenspeicher und das Schieberegister läuft an. Es gibt nun über Tore nacheinander die im Zwischenspeicher gespeicherten Zeichen sowie die Bereichsangaben und Betriebszeichen frei, so daß diese über den Codewandler an die Einstellmagnete des Parallellochers gelangen. Das Schieberegister wird durch die Fertig-

meldung des Lochers gesteuert und bleibt nach Durchlauf des Zyklus stehen. Nach dem Einschalten des Gerätes müssen einige Schaltglieder in definierter Stellung stehen. Diese Grundstellung wird durch eine Glühlampe angezeigt (s. Frontplatte auf Abb. 3). Ihre Ein- und Rückstellung erfolgen automatisch, können jedoch auch von Hand vorgenommen werden. Der Startimpuls kann extern oder intern ausgelöst werden. Im Betriebszustand »Einzelzyklus« erfolgt dies extern durch Knopfdruck. Der Ablauf des Schieberegisters wird durch Glühlampen angezeigt. Dies ist eine sehr augenfällige Kontrolle für den normalen Ablauf der Meßzyklen. In der Stellung »Start Zeitautomatik« kommt

Abb. 4: Vereinfachter logischer Schaltplan.





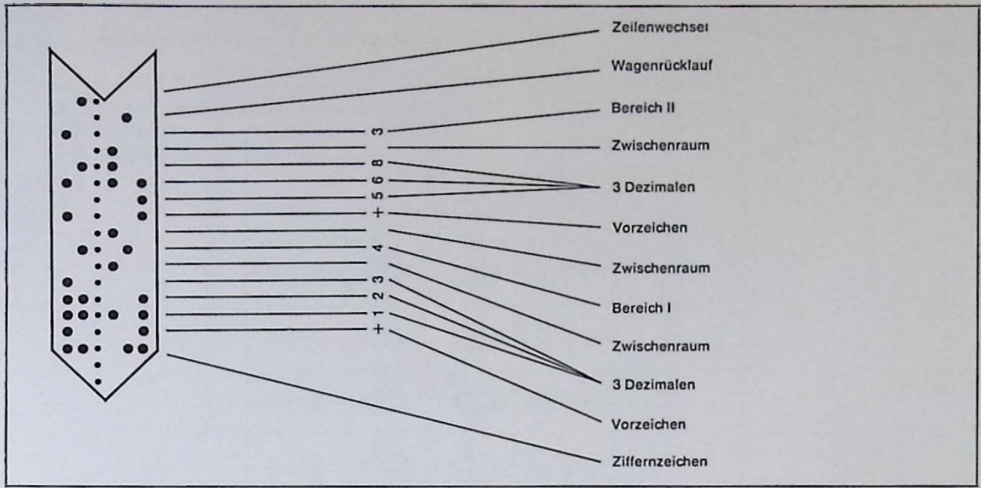


Abb. 5: Ausgabelochstreifen und Kontrollschrieb mit Erklärung

der Startimpuls aus dem Zeitglied. Es kann eine Zyklenfolgezeit von 1 Sekunde bis zu 2 Stunden eingestellt werden. Auch das richtige Arbeiten des Zeitgliedes wird durch Glühlampen angezeigt. Bei der schnellen Ausgabe mit »Automatik/Start« wird der Startimpuls vom Schieberegister ausgelöst. Die Umwandlung erfolgt jetzt schon während der Ausgabe der vorhergehenden Meßwerte, so daß die Lochergeschwindigkeit von 20 Zeichen/sec voll ausgenutzt wird. Die Zyklen folgen pausenlos aufeinander, also mit der Ausgabezeit eines Zyklus, d. h. mit 800 msec Zyklenfolgezeit. Die Zahl der Meßzyklen kann an einem Zähler abgelesen werden. Die Umschalteneinrichtung wird nach jedem

Zyklus um eine Meßstelle weitergeschaltet. Mit Hilfe von 5 Tasten für die Einstellmagnete des Lochers in Verbindung mit einer Taste für Einzel- oder Dauerlauf kann man — wenn auch umständlich — vor der Messung Kennzeichen auf den Lochstreifen geben. Der Lochstreifen enthält je Meßzyklus 16 Zeichen (Abb. 5). Der Streifen wird unverändert in den Rechner eingegeben. Dieser rechnet die Meßwerte um in Spannungen und Dehnungen, approximiert die Meßwerte durch eine analytische Funktion und berechnet aus dieser die gewünschten Werkstoffkennwerte. Diese für die Auswertung der Druckversuche benötigten Ergebnisse werden jeweils in einem drei-

seitigen Protokoll niedergeschrieben. Im Anschluß daran stellt der Rechner schließlich einen Steuerstreifen für den Graphomaten her. Der Graphomat trägt in einem Achsenkreuz die gemessenen Spannungen und Dehnungen ein, zeichnet die approximierten Funktionen für die 4 Spannungs/Dehnungslinien und schreibt die Werkstoffkennwerte dazu (Abb. 6). Das Achsenkreuz und die auf allen Zeichnungen gleichbleibende Beschriftung sind Mutterpausen einer vom Graphomaten hergestellten Originalzeichnung.

**Bemerkungen zur konstruktiven Lösung \*\*)**

Die Zentraleinheit der Meßwertverfas-

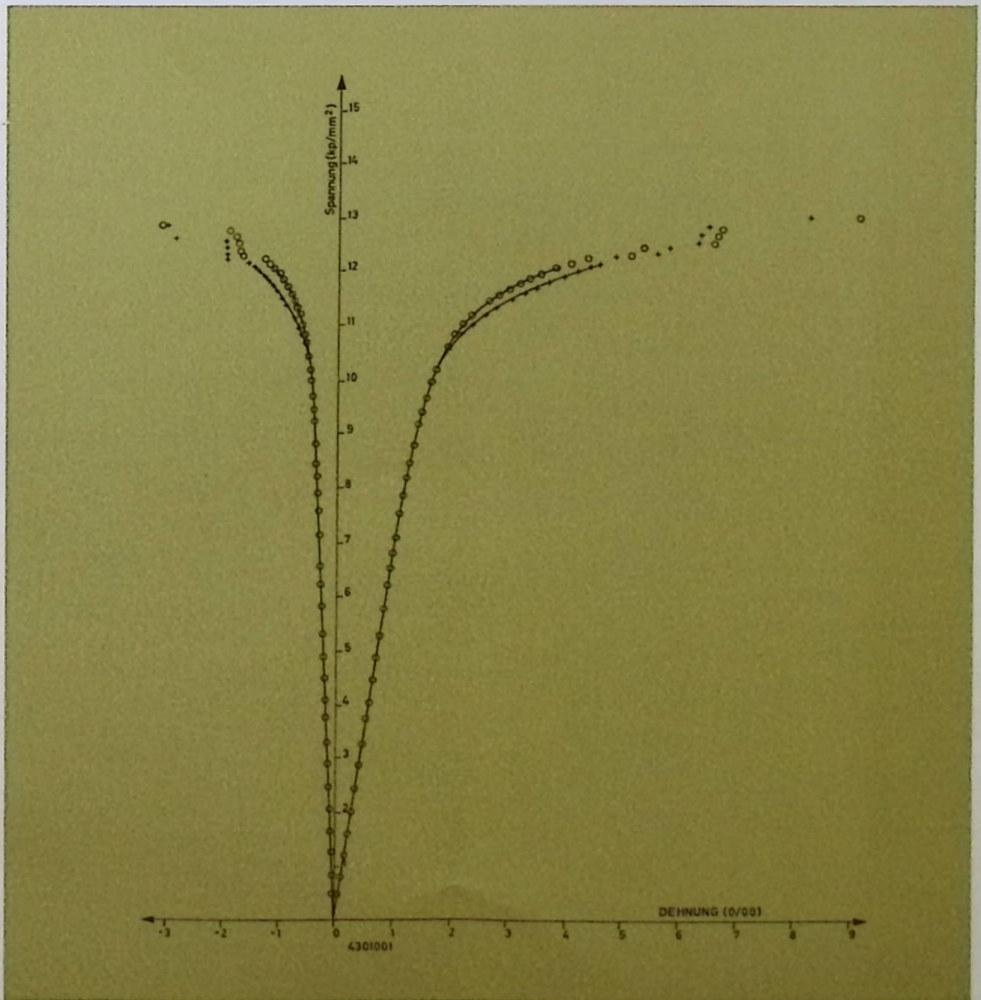
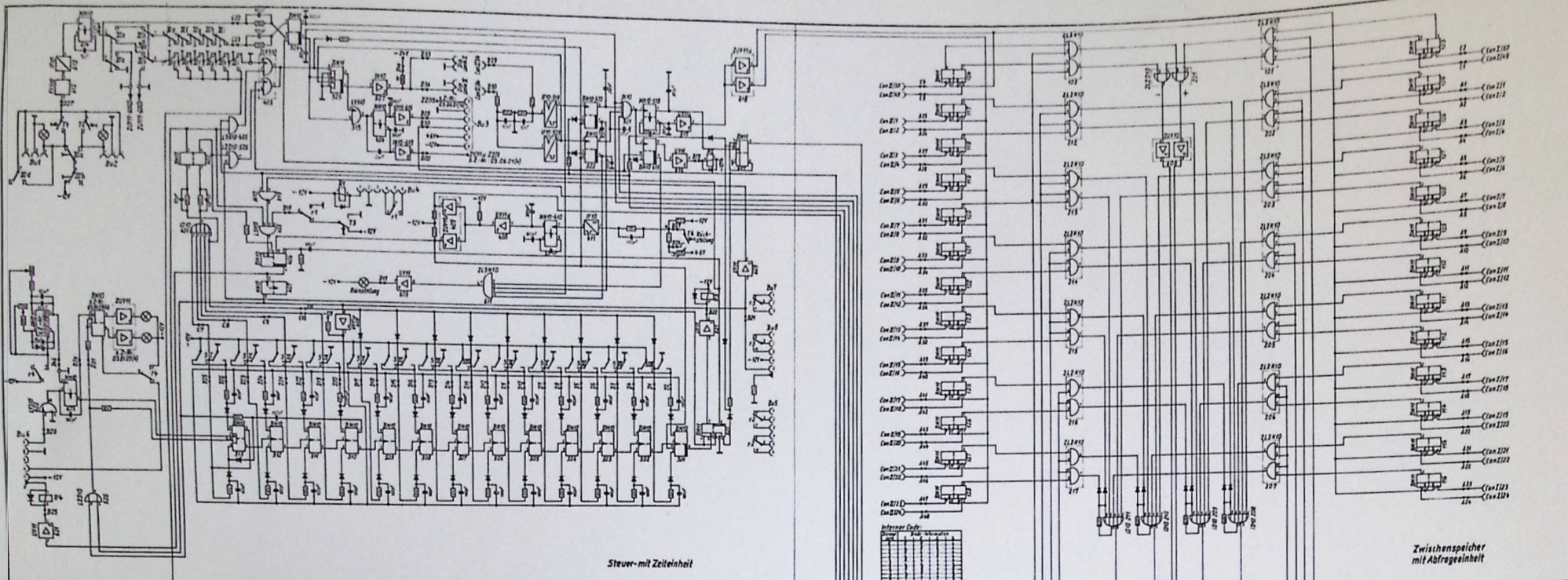


Abb. 6: Graphomaten-Zeichnung.



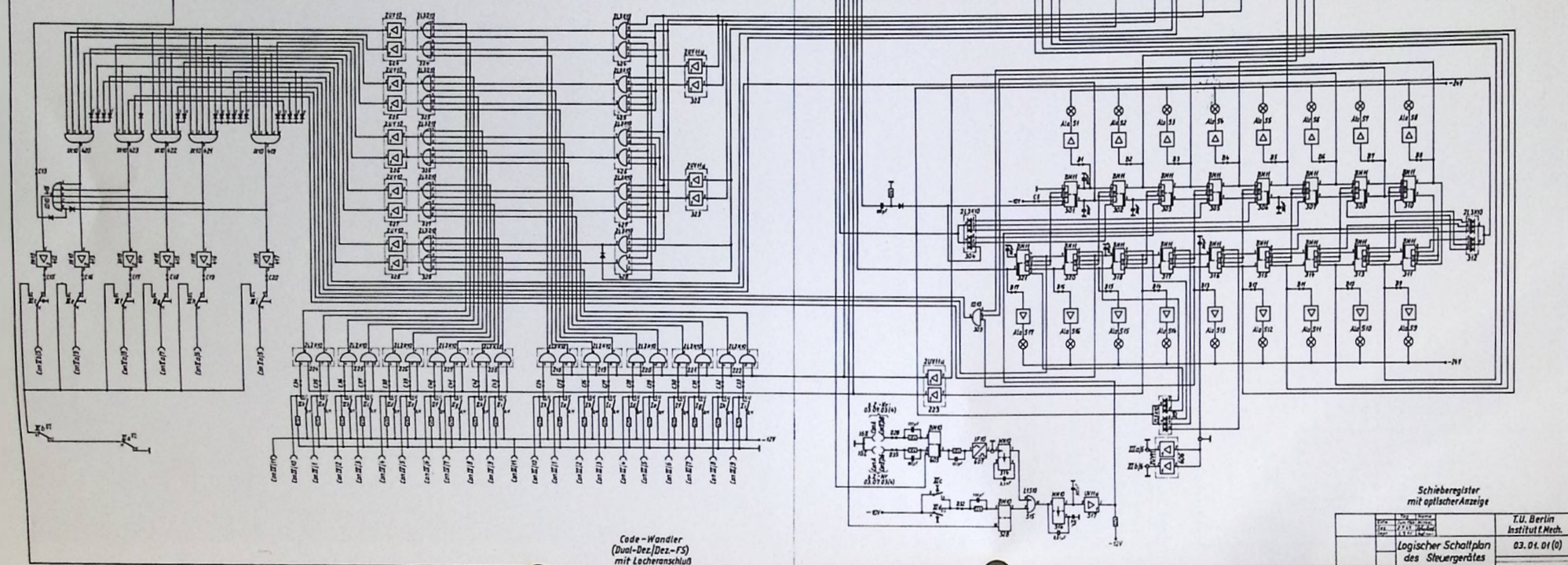


Steuermit Zeiteinheit

Zwischenspeicher mit Abfrageinheit

Interne Code

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100



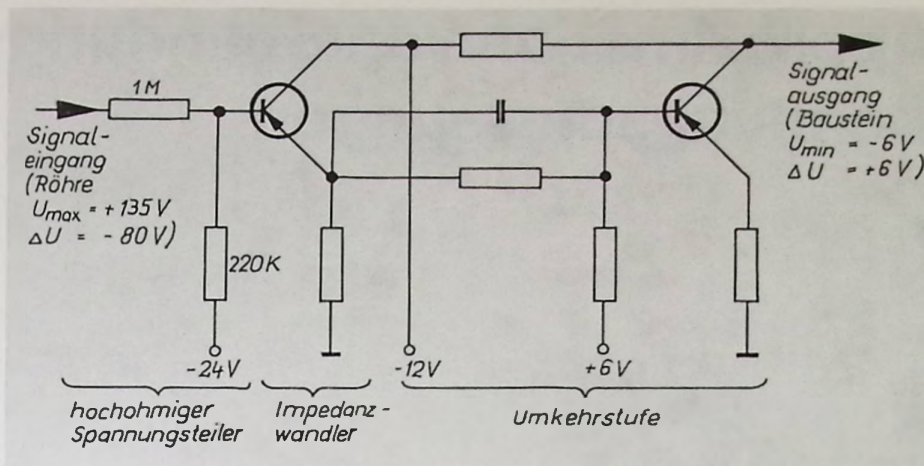
Code-Wandler  
(Dual-Dez./Dez-FS)  
mit Leuchterschluss

Schieberegister  
mit optischer Anzeige



Links:  
Abb. 7: Logischer Schaltplan des Steuergeräts.

Rechts:  
Abb. 8: Prinzip der Anpassungsschaltung zwischen der Röhrenelektronik der Digitalvoltmeter und der Transistorelektronik der Kleinbausteine.



sungsanlage gliedert sich in vier Baugruppen:

1. Zwischenspeicher mit Abfrageeinheit,
2. Schieberegister,
3. Codewandler,
4. die diesen Gruppen übergeordnete Steuereinheit.

Ein Blick auf den Schaltplan (Abb. 7) zeigt, daß trotz funktioneller Unterschiede der einzelnen Baugruppen deren Bausteine weitgehend gleich sind. Es sind dies in erster Linie aus aktiven und passiven Halbleiterelementen aufgebaute Kleinbausteine der MIBAKRON-Reihe, wie astabile, monotabile und bistabile Multivibratoren, Signalverstärker und Glieder, die die logischen Operationen der Konjunktion, Disjunktion und Negation mit Signalen praktisch auszuföhren gestatten.

Ursprünglich sollte die gesamte Anlage ausschließlich aus MIBAKRON-Bausteinen aufgebaut werden. Dieses Vorhaben konnte nicht konsequent verwirklicht werden. Man mußte sich dort zur Herstellung eigener Bausteine oder Schaltgruppen entschließen, wo entweder das MIBAKRON-Programm Lücken aufwies oder aus anderen, z. B. Platzgründen, an eine Verwendung dieser Bausteine nicht zu denken war. So entstanden ein Fotobaustein, der die Auslösung von Impulsen durch mechanisches Tasten erleichtert, und die Anpassungsschaltung zwischen der Röhrenelektronik der Digitalvoltmeter und der Transistorelektronik der Kleinbausteine.

Abb. 8 zeigt das Prinzip dieser Anpassungsschaltung, deren Aufgabe die Umwandlung der verhältnismäßig großen Potentialsprünge am Ausgang des Digitalvoltmeters in Signale ist, auf die die transistorisierten Kleinbausteine reagieren. Dabei muß die Anschaltung möglichst hochohmig erfolgen und Ausgangssignale bestimmter Phasenlage ergeben.

Diese Forderungen führten zu einer zweistufigen Schaltung, deren erste Stufe als Emittterfolger (Impedanzwandler) und deren zweite Stufe als Umkehrverstärker arbeitet. Zu jedem Binärausgang der Digitalvoltmeter gehört eine solche zweistufige

Schaltung; wegen der Tetradenverschlüsselung werden für ein Digitalvoltmeter mit dreistelliger Anzeige insgesamt 12 derartige Schaltungen benötigt. Sie wurden auf vorgefertigten Montageplatten den Digitalvoltmetern in Steckbauweise eingegliedert.

Die Entwicklung des Fotobausteins zeugt von einem anderen Problem, das für solche mechanisch-elektronischen Anlagen typisch ist. Gemeint ist die Anpassung der mechanischen und elektromechanischen Schaltglieder an die elektronischen Bauelemente. Das Problem ist prinzipieller Natur, denn dort, wo relativ große Massen zu bewegen sind, lassen sich die hohen Forderungen der Elektronik (beispielsweise bezüglich der Flankensteilheit der Impulse) nur unter Inkaufnahme eines größeren Schaltungsaufwandes (z. B. durch den Einsatz von Impuls-Formstufen) erfüllen.

Hier bestand das Problem darin, durch mechanisches Tasten Impulse vorgeschriebener Qualität auszulösen. Die für einen Betrieb des MIBAKRON-Impulsformers bestehenden Bedingungen waren bei direktem Anschluß der Tasten nicht einzuhalten. Aus diesem Grunde wurde zwischen Taste und Impulsformer ein Anpassungsbaustein geschaltet, in dem durch das Tasten ausgelöst eine Lampe aufleuchtet, die ihrerseits einen Fototransistor schaltet.

### Entwicklungszeit, Materialkosten

Mit der Planung der beschriebenen Anlage wurde im Frühjahr 1963 begonnen. Die intensive Bearbeitung wurde etwa im Sommer des gleichen Jahres aufgenommen, und im Herbst des darauffolgenden Jahres konnte das Gerät in Betrieb genommen werden. Bau und Weiterentwicklung der Anlage bedingten sich meist wechselseitig, so daß es nicht möglich ist, eine reine Entwicklungszeit anzugeben.

Die Materialkosten der kompletten Anlage betragen ca. 18 000,— DM (einschließlich der Digitalvoltmeter und des Parallellochers).

### Zusammenfassung

Um Mißverständnissen vorzubeugen, muß erwähnt werden, daß der Einsatz der be-

schriebenen Anlage keinesfalls auf die Erfassung von Spannungs-Dehnungswerten beschränkt ist. Es lassen sich mit ihr vielmehr alle physikalischen Größen erfassen, die analog durch elektrische Spannungen darstellbar sind.

In dem beschriebenen Anwendungsbeispiel, dem Erfassen und Speichern von Spannungs-Dehnungs-Meßdaten, sind durch den Einsatz der Automatik gegenüber der herkömmlichen Versuchsdurchführung folgende Verbesserungen erzielt worden:

- 1.) Die Speicherung der Daten erfolgt automatisch; dadurch wurde eine Reihe von Fehlerquellen beseitigt;
- 2.) die Daten sind in einer Form gespeichert, die es gestattet, sie direkt vom Digitalrechner interpretieren zu lassen;
- 3.) damit ist eine Steigerung der Geschwindigkeit des Versuchs und der Versuchsauswertung um den Faktor 10 bis 15 verbunden. Eine weitere Erhöhung wäre bei Einsatz eines schnelleren Lochstreifenstanzers durchaus möglich gewesen.

Bei dem augenblicklichen Ausbaustand der Anlage ist es theoretisch möglich, 45 Minuten nach Versuchsdurchführung die Meßergebnisse in Form von »Graphomaten«-Diagrammen zu erhalten.

Nach einem auf der »Benutzertagung« in Bad Hersfeld am 19. Oktober 1965 gehaltenen Filmvortrag.

Die beschriebene Meßwert erfassungsanlage wurde in der Technischen Universität Berlin, am Lehrstuhl I und Institut für Mechanik, Professor Dr.-Ing. K.-A. Reckling, im Rahmen eines von der Deutschen Forschungsgemeinschaft finanzierten Forschungsvorhabens entwickelt und gebaut.

Mitarbeiter an dem Projekt waren Herr Dipl.-Ing. K.-H. Winkel, in dessen Händen Konstruktion, Bau, Entwurf der Schalt- und Verdrahtungspläne und die Erprobung lagen und Herr Werner Kindler, der die handwerklichen Arbeiten in vorbildlicher Weise erledigte.

\*\*) Diese Ergänzung zum Vortragstext wurde von Dipl.-Ing. Uwe Rabenhorst zusammengestellt.



# Approximation von Spannungs-Dehnungsmessungen

Dipl.-Ing. Klaus Warendorf, Berlin

Am Lehrstuhl I und Institut für Mechanik, Professor Dr.-Ing. K.-A. Reckling, Technische Universität Berlin, werden seit längerer Zeit Druckversuche an Probestäben durchgeführt. Die Ergebnisse der Versuche dienen zur Ermittlung des Einflusses der Walzanisotropie auf die Beullast von Platten. Es ist daher erforderlich, die aufgenommenen Meßwerte (Spannung und Dehnung) durch geeignete analytische Ausdrücke zu approximieren, die es erlauben, die jeweilig interessierenden Werkstoff-Kennwerte zu berechnen. Eine Möglichkeit der Approximation wäre die graphische Ermittlung der Kennwerte. Die Meßpunkte werden durch eine möglichst glatte Kurve angenähert und die gewünschten Kenndaten aus der Zeichnung abgegriffen. Diese Methode ist wegen der unvermeidlichen Ablesungenauigkeiten und der Vielzahl der Versuche äußerst mühselig und langwierig.

Um den Aufwand zu verringern, approximierten wir die Meßwerte auf numerischem Wege mit Hilfe einer elektronischen Rechenanlage. Für diese numerische Auswertung der Meßergebnisse mußten geeignete Ansätze  $\bar{\epsilon} = f(\sigma)$  (Dehnung als Funktion der Spannung) mit noch freien Parametern gefunden werden. Zur Bestimmung dieser Parameter bedienen wir uns des Verfahrens, daß die Summe der Abweichungsquadrate zwischen Meßwerten und gewähltem Ansatz sämtlicher Ordinaten zu einem Minimum wird, daß also gilt

$$Q = \sum_{i=1}^N (\epsilon_i - \bar{\epsilon})^2 = \text{Min.} \quad (1)$$

Faßt man  $\bar{\epsilon}$  als Funktion der noch unbekanntenen Parameter  $a_j$  auf, dann lautet die notwendige Bedingung zur Bestimmung der  $a_j$

$$\frac{\partial Q}{\partial a_j} = 0 \quad (j = 1, 2, \dots) \quad (2)$$

Je größer die Anzahl der freien Parameter ist, desto mehr paßt sich die approximierte Kurve dem Verlauf der mit Fehlern behafteten Meßpunkte an und macht deren Schwankungen mit, was sich in einer unerwünschten Welligkeit der approximierten Kurve äußert. Die Ausgleichskurve

und damit die Zahl der Freiwerte soll so gewählt werden, daß die Streuungen nach Möglichkeit ausgeglichen werden, sich aber die Kurve den Meßpunkten doch möglichst gut anpaßt.

Als Interpolationskurve sind für  $\bar{\epsilon}$  beliebige Funktionen zugelassen. Zur Ermittlung eines möglichst genauen Elastizitätsmoduls ist es zweckmäßig, den linearen Teil der Spannungsdehnungslinie durch eine Ausgleichsgerade zu approximieren. Der Ansatz lautet:

$$\bar{\epsilon} = a \sigma + b \quad (3)$$

Die Konstante  $b$  ist dabei die Nullpunktkorrektur, die bei exakter Eichung der Meßanlage Null ergeben muß. Falls  $b$  ungleich Null ist, werden sämtliche Meßpunkte um diese Korrektur berichtigt, d. h.

$$\epsilon - b \Rightarrow \epsilon$$

Aus (1) und (2) ergibt sich mit (3) das lineare Gleichungssystem

$$\begin{aligned} a \sum \sigma_i^2 + b \sum \sigma_i &= \sum \epsilon_i \sigma_i \\ a \sum \sigma_i + Nb &= \sum \epsilon_i \end{aligned} \quad (i = 1 \dots N) \quad (4)$$

aus dem  $a$  und  $b$  bestimmt werden.

Die Festlegung der Spannung, bis zu der linear approximiert wird, läßt sich leicht aus den aufgetragenen Meßpunkten ablesen.

Auf der Suche nach einer geeigneten Approximation auch des plastischen Teiles der Meßpunkte machten wir zunächst zwei getrennte Ansätze für den elastischen und plastischen Teil, die an geeigneter Stelle zusammengesetzt werden mit der Bedingung, daß Funktionswert und Tangente übereinstimmen sollten. Für den plastischen Teil wird ein Polynom

$$\bar{\epsilon} = \sum_{K=0}^M a_K \sigma^K$$

angesetzt.

Das Problem lag jetzt darin, den Grad des Polynoms und die Trennstelle  $p^*$  ( $\sigma^*$ ,  $\epsilon^*$ ) geeignet zu bestimmen. Der Punkt  $p^*$  wird während der Rechnung bestimmt, derart, daß die Abweichung aufeinanderfolgender Steigungen einen gewissen Wert nicht überschreiten darf. Problematisch war der Grad des Polynoms. Es zeigte



sich, daß schon bei Polynomen 5. Grades das sich ergebende Gleichungssystem nicht mehr lösbar war. Für Polynom 2. und 3. Grades wurden Rechnungen durchgeführt, die jedoch keine brauchbare Übereinstimmung zwischen Meßpunkten und Kurven ergaben. Die Parabeln 2. Grades hatten zwar einen monotonen Verlauf, lagen jedoch im plastischen Bereich durchweg unterhalb der Meßpunkte. Die Polynome 3. Grades verliefen vielfach nicht monoton, was zu unbrauchbaren Werkstoffkennwerten führte.

Jedoch auch in anderer Hinsicht war der Ansatz nicht befriedigend. Unser Ziel war es, möglichst einen analytischen Ausdruck zu bekommen, der den gesamten Bereich der Meßpunkte überdeckt. Ferner sollte die Monotonie dieser Funktion sichergestellt sein, um vernünftige Werkstoffkennwerte zu erhalten.

Es lag nahe, einen Potenzansatz zu verwenden, jedoch ohne Aufteilung in Bereiche und ohne festen Exponenten. Die gewählte Ansatzfunktion lautete

$$\varepsilon = a\sigma + b + c\sigma^N \quad (5)$$

mit den freien Parametern  $a$ ,  $b$ ,  $c$  und  $N$ . Die Parameter  $a$  und  $b$  werden — wie oben geschildert — aus dem linearen Bereich der Meßpunkte bestimmt.

Zur Bestimmung von  $c$  und  $N$  wurde jetzt jedoch nochmals über den gesamten Meßbereich approximiert.

Aus (1) ergeben sich mit (5) nach einer trivialen Umformung zwei Gleichungen für  $c$  und  $N$ :

$$c(N) = \frac{a \sum \sigma_i^{N+1} - \sum \varepsilon_i \sigma_i^N}{\sum \sigma_i^{2N}} \quad (6)$$

$$f(N) = \sum [a\sigma_i + c\sigma_i^N - \varepsilon_i] c\sigma_i^N \ln \sigma_i = 0$$

Die Gleichungen sind nicht linear und elementar nicht mehr lösbar. Durch eine geeignete Intervallschachtelung lassen sich zwei  $N$ -Werte  $N_1$  und  $N_2$  finden, für die  $f(N_1) \cdot f(N_2) < 0$  ist, d. h. zwischen denen das gesuchte  $N$  liegt. Durch eine anschließende Verbesserung mit Hilfe der Regula Falsi läßt sich  $N$  beliebig genau bestimmen. Mit  $N$  ist dann auch  $c$  be-

kannt. Die Exponenten  $N$  der approximierten Kurven lagen — wie erwartet — hoch, denn erst bei genügend hohem  $N$  werden die Meßpunkte des linearen Bereichs soweit unterdrückt, daß sie keinen Einfluß auf den unteren Teil der Ausgleichskurve haben. Bei einem Polynomansatz mit niedrigen Exponenten läßt sich im unteren Teil der Meßpunkte keine Gerade mehr erreichen.  $N$  liegt bei den durchgeführten Rechnungen in der Größenordnung 10 bis 20. Die Größe des Faktors  $c$  richtet sich nach der Normierung der Spannweite  $\sigma$ . Die Normierung wurde so durchgeführt, daß sich für  $c$  Werte in der Größenordnung 1 ergeben.

Auch die Ergebnisse dieses Ansatzes waren nicht befriedigend, obwohl die Übereinstimmung besser war als beim ersten Verfahren. Es zeigten sich doch noch beträchtliche Abweichungen im elastisch-plastischen Übergangsbereich. Auch hier lagen die Kurven immer unterhalb der Meßpunkte. Von Vorteil war, daß die Ausgleichskurven monoton verliefen. Um eine bessere Anpassung im plastischen Bereich der Meßpunkte zu bekommen, war es nötig, einen Ansatz zu erproben, der mehr Freiwerte besaß. Es lag nahe, den eben beschriebenen Ansatz um einige Glieder zu erweitern und zwar in der Form

$$\bar{\varepsilon} = a\sigma + b + c\sigma^{N_1} + d\sigma^{N_2} + \dots \quad (7)$$

Die Exponenten wurden jetzt aber als bekannt vorausgesetzt. Sie wurden willkürlich gewählt in der Größenordnung der  $N$  der vorher beschriebenen Approximation. Der versuchte Ansatz lautete:

$$\bar{\varepsilon} = a\sigma + b + c\sigma^{11} + d\sigma^{13} + e\sigma^{15} + f\sigma^{17} \quad (8)$$

Die Bestimmung der Parameter  $a$  und  $b$  geschah analog wie vorher. Für die restlichen Faktoren ergibt sich dann ein Gleichungssystem 4. Grades, dessen Lösung numerisch keine Schwierigkeiten bereitete. Die Ergebnisse zeigten eine ausgezeichnete Übereinstimmung der Meßpunkte mit den approximierten Kurven. Die weitere numerische Auswertung ergab dann auch wesentlich bessere Ergebnisse.

Sämtliche Rechnungen wurden auf der elektronischen Rechenanlage ZUSE Z 23 V ausgeführt. Zu einem Versuch gehörten jeweils 4 Meßreihen (Längs- und Querdehnung auf je 2 Stabseiten) mit je 40—50 Meßpunkten. Die Rechenzeit betrug im Schnitt je nach Anzahl der Meßpunkte zur Auswertung der Gl. (6) 20 bis 25 Minuten. Das zuletzt beschriebene Verfahren benötigte 4 bis 5 Minuten. Der Zeitunterschied ergibt sich daraus, daß beim ersten Verfahren wegen Bestimmung der Nullstellen die Funktion mehrmals berechnet werden muß.

Für das Auftragen der Meßpunkte und approximierten Kurven stand uns eine ZUSE Z 64 zur Verfügung. Die Herstellung einer Zeichnung mit 4 Meßreihen und den dazugehörigen Kurven dauerte im Durchschnitt 15 Minuten.



# Hersfeld vor hundert Jahren

Gerhard Uhde

Wenn wir heute in einer Stadtchronik um hundert Jahre zurückblättern und uns die Schilderungen der Lebensumstände von damals »zu Gemüte führen«, dann werden wir nicht selten lächeln und über die Verwandlung erstaunt sein, die sich innerhalb eines Jahrhunderts vollzogen hat. Dies gilt insbesondere für Hersfeld, das im Verhältnis zu anderen Städten sehr spät die Schwelle der Neuzeit betrat und erst vor hundert Jahren aus seinen Mauern hinauszutrachten begann. Hersfeld hatte große Tage gesehen, als hier im Mittelalter Kaiser und Könige zu Gast waren, und eine weit ausstrahlende Bedeutung gehabt, hatte manche Schicksalsschläge überdauert, sich aber von anderen Plätzen hoch überflügeln lassen und war auf den Rang einer kleinen hessischen Kreisstadt zurückgesunken.

Wenn auch Hersfelds Tuchindustrie durch die Einführung der Couquerilschen Spinnmaschine schon früh (1817) den Anschluß an das heraufkommende Industriezeitalter gefunden und mit ihren Erzeugnissen beispielsweise auf der Londoner Weltausstellung im Jahr 1851 sogar vor der englischen Konkurrenz erfolgreich bestanden hatte, so herrschte im Städtchen noch immer ein ländlich beschauliches Leben, wie es vor Jahrhunderten nicht anders gewesen war. Abend für Abend wurden noch die vier Tore (Peterstor, Johannestor, Frauentor, Klaustor) geschlossen, sommers um 10 Uhr, winters um 9 Uhr, und hielten das »arbeitscheue Gesindel« fern. Wer später in die Stadt hineinwollte,





mußte einen der Torwächter herausschellen und sich kontrollieren lassen. Die Torwächter hatten auch die Einfuhr von Spirituosen und Fleisch zu überwachen, was sehr gewissenhaft geschehen mußte, da das Stadtsäckel beträchtliche Einnahmen aus diesem Zoll bezog. Allein die Einfuhr von Spirituosen erbrachte jährlich etwa 6000 Taler, eine für jene Zeiten recht ansehnliche Summe. Die Stadttore gehörten auch sonst noch ganz zum in sich abgeschlossenen Gefüge der Kleinstadt. Fröhlich ließen die Kuhhirten ihre Hörner erschallen, und aus den Ställen und Verschlagen kam das Vieh mit seinen Glocken und zog durch die Tore auf die Weideplätze vor der Stadt. Die Kuhhalter waren nach den Torbezirken in vier »Nachbarschaften« gegliedert, deren jede einen Vorsteher, den sogenannten »Kuhbürgermeister«, einen Vertreter und sechs Deputierte hatte und diese jährlich neu wählen mußte. Wie sehr die Einrichtung der »Kuhhalterschaften« mit Hersfelds Leben verbunden war, bezeugt die Tatsache, daß die »Kuhnachbarschaft« Klaus- und Petersviertel nach ihrem Zusammenschluß noch bis 1914 bestanden hatte.

Um die Jahreswende von 1865/66 bereitete sich Hersfeld auf ein Ereignis vor, das für seine Verbindung mit der Außenwelt von entscheidender Bedeutung wurde. Am 22. Januar 1866 eröffnete die »Bebra — Hanauer Eisenbahn« die Teilstrecke Bebra—Hersfeld. Der Anschluß nach Fulda und Hanau erfolgte im selben Jahr am 1. Oktober. Hatten ängstliche Gemüter den Teufel zu sehen gemeint, als der erste Zug »mit unheimlicher Schnelligkeit herangerast« kam, so machte sich der raschere und

verbilligte Verkehrsweg bald segensreich bemerkbar. Allein die für Hersfelds Industrie so wichtige Kohle war sofort um den halben Preis zu erstehen, da sie nicht mehr mit Pferdefuhrwerken von Bebra geholt zu werden brauchte.

Das Jahr 1866 hatte demnach für das heimische Wirtschaftsleben hoffnungsvoll begonnen, aber ein anderes einschneidendes Ereignis verlangte von Hersfeld zunächst eine folgenreiche Umstellung. Am 15. Juni 1866 lehnte der Kasseler Kurfürst Friedrich Wilhelm I. die preußische Forderung nach der Neutralität Kurhessens bei dem drohenden Krieg mit Österreich ab, ebenso versagte er die Zustimmung zu einer Bundesreform unter Ausschluß Österreichs. Tags darauf ließ er schon seine Truppen in Kassel verladen und per Bahn nach Hersfeld bringen, von wo sie in Eilmärschen nach Hanau rückten.

Krieg mit dem mächtigen Preußen war ausgebrochen. Das erregte das Volk nicht wenig. Wie groß die Verwirrung war, belegt ein Bericht aus jenen Tagen: Bäuerliche Gespanne, die in der Umgebung Hersfelds aufgeboden worden waren, um die Bagage der Truppen zum Main nachzufahren, wurden bei ihrem Nahen von Friedlos her (ein Dorf 5 km von Hersfeld entfernt) für preußische Kavallerie gehalten und wären fast von hessischen Geschützen am Hersfelder Bahnhof beschossen worden.

Indessen erübrigte sich der kriegerische Aufwand infolge des raschen Sieges der Preußen bei Königgrätz sehr bald. Aber Kurhessens Selbständigkeit war nach dem Ausgang des Krieges beendet. Durch Gesetz vom 20. September 1866 wurde Kurhessen dem preußischen Staat einverleibt. »Dieselbe Ehre«, so heißt es lakonisch, »wurde dem Königreich Hannover, dem Herzogtum





Nassau und der freien Stadt Frankfurt zu Theil«. Bereits am 11. September, also neun Tage vor dem Gesetzeserlaß, hatte der Hersfelder Stadtrat seinem Mitglied, dem Tuchfabrikanten Kommerzienrat Braun, eifertig den Auftrag gegeben, eine preußische Fahne und eine Standarte in Berlin zu besorgen, »da bei der bevorstehenden Inkorporation Kurhessens in die preußische Monarchie die preußische Fahne auf dem Rathaus wehen müsse«.

War die Volksmeinung auch zwiespältig, so verhielt sich die Hersfelder Gesellschaft recht untertänig und veranstaltete sogar aus Anlaß der Einverleibung Kurhessens am 8. Oktober ein Festessen, von dem sie eine telegraphische Ergebnisadresse (Hersfeld hatte einige Wochen zuvor auch eine eigene Telegraphenstation bekommen) an den Preußenkönig Wilhelm und einen Festgruß an Bismarck absandte. Schon am nächsten Tage traf aus dem Hohenzollernhause eine Dankesantwort an die »patriotischen« Hersfelder ein.

Noch dünkte es, daß das Land nur seinen Herrn gewechselt habe und im übrigen alles beim alten bliebe. Hersfeld beging wie alljährlich sein Lullusfest und weihte am 16. Oktober, dem Todestag seines Schutzpatrons, das Lullus-Denkmal vor dem Rathaus feierlich ein. 1080 Jahre nach seinem Ableben fühlte man sich dem Begründer der Reichsabtei in fester Tradition besonders verbunden und hatte an ihm seinen Rückhalt.

Was aber sollte noch befürchtet werden? Der Krieg war vorüber und konnte von Schaulustigen auf dem Lullusmarkt in Topfstädts »Großem Schlachten-Cyclorama« betrachtet werden, wo die Schlachten bei Königgrätz, Langensalza und Kissingen im Bilde gezeigt wurden. Man schauderte vielleicht noch beim Anblick und malte sich gruselig die Schrecken aus, aber man war froh, daß man schon geziemenden Abstand von den jüngsten Ereignissen hatte. Überdies wirkten die Proklamationen der einziehenden Preußen weithin beruhigend. Darin wurde den Kurhessen ausdrücklich zugesichert, »daß die Institutionen des Landes und die Rechte des Volkes geachtet würden«.

Aber als die preußischen Steuerreformen eingeführt wurden, schwand das Vertrauen in die gemachten Zusicherungen. Hersfeld hatte nach der neuen Steuerveranlagung fast das Doppelte der bisherigen Abgaben zu entrichten, so daß der damalige Stadtkämmerer in seinen Aufzeichnungen »Zur Chronik der Stadt Hersfeld« notierte: »Das hessische Volk beginnt das neue Jahr in einer mehr gedrückten Stimmung.« Und in einer anderen Spalte stellte er resigniert fest: »Geschmack herbe, doch der Deutsche gewöhnt sich an alles!«

Noch im Jahr 1868 trug derselbe Stadtkämmerer folgende Schilderung in die Chronik ein: »Die allgemeine Stimmung hat sich noch nicht zu Gunsten der neuen Verhältnisse gehoben, die Borsierung hat den Hessen keine erfreulichen Resultate geliefert. Handel und Gewerbe flau. Die Tuchfabrikanten klagen über den geringen Absatz der Waren. Die hohen Gerichtskosten und hohen Stempelsteuern drücken den Wert des Grundeigentums und erschweren Verkäufe und Verpfändungen. Daher kömmt es, daß das mancherlei Gute, was die neue Zeit gebracht hat, vom Volke nicht entsprechend gewürdigt wird.« Zu dem mancherlei Guten rechnete der Schreiber die Aufhebung des Zunftzwanges und der Monopole.

Nach diesen Aufzeichnungen klang die Auseinandersetzung mit den umgewandelten Verhältnissen ab. Es schien sich bewahrheitet zu haben, daß sich »der Deutsche an alles gewöhnt«. Rückblickend kann aber gesagt werden, daß die Ereignisse von 1866 Hersfeld aufgerüttelt und eine zukunftsweisende Entwicklung angebahnt haben. War schon am 6. August 1866 vom Bürgermeister gleichsam symbolhaft verfügt worden, »daß das Schließen der Stadttore von heute ab zu unterbleiben habe«, so öffnete sich auch das Leben Hersfelds im allgemeinen. Hersfeld trat aus seinen Mauern, hatte durch Eisenbahn und Telegraph rasche Verbindungsmöglichkeiten mit der Welt erhalten und wuchs nun im größeren Staatsverband, wenn auch unter Geburtswehen, in die Neuzeit hinein.

Rechts:  
Hersfelder Tagesereignisse im Spiegel des  
„Hersfelder Intelligenz- und Anzeigenblatt“  
aus dem Jahre 1866.







# Bebra - Hanauer Eisenbahn.



## Bekanntmachung.

Es wird hiermit zur öffentlichen Kenntniß gebracht, daß am 22. dieses Monats der Betrieb auf der Bahnstrecke Bebra-Hersfeld für die Beförderung von Personen, Reisegepäck und Gütern nach untenstehendem Fahrplane stattfinden wird.

Die darauf bezüglichen Betriebs-Reglements, sowie der Gütertarif und die anzuwendenden Frachtbrief-Formulare können von den Expeditionen zu Bebra und Hersfeld und von dem Controlbureau hier selbst zu den nachgenannten Preisen bezogen werden, als:

- 1) das Reglement für den Personen- u. Verkehr zu . . . . . 2 1/2 Sgr.
- 2) das Reglement für den Güter-Verkehr zu . . . . . 2 1/2 Sgr.
- 3) der Gütertarif zu . . . . . 2 1/2 Sgr.
- 4) rothe Frachtbriefe (für Eilgüter) das Buch zu . . . . . 10 Sgr.
- 5) weiße Frachtbriefe (für gewöhnliche Frachtgüter) zu . . . . . 8 Sgr.

Die Billets und Gepäcktage werden durch Anschlag an den Schaltern der betreffenden Expeditionen bekannt gemacht.

Cassel, am 11. Januar 1866.

Kurfürstliche Direction  
für den Bau der Bebra-Hanauer Eisenbahn.

Von Bebra nach Hersfeld.	I. Vorm.	III. Vorm.	V. Nachm.	VII. Nachm.	Von Hersfeld nach Bebra.	II. Vorm.	IV. Mittags.	VI. Nachm.	VIII. Abends.
	U. M.	U. M.	U. M.	U. M.		U. M.	U. M.	U. M.	U. M.
Abg. v. Bebra	7. 30	10. 50	1. 20	5.	Abg. v. Hersfeld	8. 50	11. 53	3. 15	7. 20
Ank. z. Hersfeld	7. 55	11. 15	1. 45	5. 25	Ank. zu Bebra	9. 15	12. 20	3. 40	7. 45

### Theater - Anzeige.

Mittwoch den 11. Juli.

Mit aufgehobenem Abonnement

Zum Benefiz für Frau **Helene Gerstel.**

Zum ersten Male:

**Die Mönche,**

oder

die Carabiniers im Kloster der Carmeliterinnen.

Historisches Charakterbild in 3 Acten von Tenelli.

Freitag den 13. Juli.

Zum Benefiz für Herrn **Wilhelm Marrder.**

**Die Abtei von Hersfeld,**

6 lebende Bilder, der vaterstädtischen Geschichte entnommen,

dargestellt vom ganzen Personal, bei Musikbegleitung,

Präambelbeleuchtung und erläuternden Worten,

gesprochen von Herrn Steinfurtb.

Vorher:

**Die Dienstboten.** Lustspiel in 1 Act von Benediz.

Sodann:

**Ein alter Comödiant.** Genrebild mit Gesang und Tanz in 1 Act von Carl Steinfurtb.

Gesangsvorträge von Herrn Director Martius.

**Theaterbillets** auf den ersten Platz à 5 Sgr., auf den zweiten Platz à 4 Sgr. in der Druckerei von L. Happich.

Durch die unumgänglich nöthigen Proben verhindert, den geehrten Herrschaften seine persönliche Aufwartung machen zu können, erlaubt sich zu seiner am Freitag den 13. d. Mts. stattfindenden Benefizvorstellung ergebenst einzuladen.

W. Marrder, Schauspieler.

Auf dem Marktplatze zu Hersfeld  
in der dazu erbauten eisernen Hude, der Engelhardt-  
schen Bierbrauerei gegenüber,  
ist von heute bis zum Sonntag Abend

**Topfstadt's**

**großes Schlachten - Encyclopaedia**

zur Schau aufgestellt.

Dasselbe enthält die in diesem Jahre stattgefundenen  
Schlachten bei Königgrätz, Langensalza und  
Kissingen, sowie der feierliche Einzug Sr. Ma-  
jestät des Königs Wilhelm I. in Berlin  
und die große Königs-Parade daselbst

**Eintritts-Preis:**

à Person 2 Sgr., Kinder 1 Sgr.

Die Kunst-Ausstellung ist täglich von Morgens 9 bis  
Abends 10 Uhr (bei Beleuchtung) geöffnet.

**Friedrich Topfstadt**  
aus Gotha.

Für auswärtig wohnende Eltern, welche Knaben nach  
hier zur Schule schicken wollen, wird für 3-4 Knaben  
billige Wohnung nachgewiesen durch die Redaction  
dieses Blattes.

**Beilagezettel**

sind zu haben bei

G. Otto, Buchbinder.



# Elektronische Datenverarbeitung bei der Kassenärztlichen Vereinigung Schleswig-Holstein

Berthold Schüttrumpf, Bad Segeberg



## 1. Einleitung

Die Kassenärztlichen Vereinigungen (KV) haben kraft Gesetz u. a. die Aufgabe, Honorarregelungen zwischen Ärzten und Krankenkassen zu treffen und die Honorarabrechnung aufgrund dieser Regelungen durchzuführen. Gäbe es solche Regelungen nicht, so müßte jeder Kassenarzt mit jeder Krankenkasse, deren Versicherte in seiner Behandlung stehen, unmittelbare Regelungen treffen und seine Honorarforderung bei der einzelnen Krankenkasse direkt geltend machen. Ein Kassenarzt hätte dann etwa mit 40 bis 50 verschiedenen Kostenträgern zu tun und eine Krankenkasse mit vielen hundert Ärzten. Die Kassenärztlichen Vereinigungen beseitigen diesen Zustand dadurch, daß jeder Arzt nur mit der KV zu tun hat, die ihn zur Kassenpraxis zugelassen hat, und jede Krankenkasse nur mit der KV, die für sie zuständig ist. Während die Honorarabrechnung zwischen Arzt und KV grundsätzlich auf der Basis der ausgeführten ärztlichen Verrichtung erfolgt, kann die Honorarabrechnung zwischen KV und Krankenkasse auch auf der Pauschalgrundlage erfolgen. Hiervon wird aber in zunehmendem Maße Abstand ge-

nommen, und die folgenden Darlegungen stellen daher auf die Einzelleistungsabrechnung in beiden Richtungen ab. Dabei liegt die Betonung auf Einzelleistungsabrechnung und nicht auf Einzel fall-abrechnung, wie noch gezeigt werden wird. Grundlage jeder Honorarabrechnung ist ein Gebührentarif mit einem Verzeichnis der einzelnen ärztlichen Verrichtungen und einem Katalog von Einschränkungen und Bedingungen, denen ein Teil der Verrichtungen unterworfen ist. Danach sind z. B. bestimmte Verrichtungen neben anderen nicht berechenbar oder einzelne Leistungen unterliegen zahlenmäßigen oder wertmäßigen Einschränkungen. Solcher sogenannter »Unverträglichkeiten« gibt es in den beiden hauptsächlichsten ärztlichen Gebührenordnungen etwa 90 bis 100. Da häufig eine Verrichtung gleichzeitig mehreren Einschränkungen unterliegt bzw. dieselbe Bedingung an eine Reihe von Verrichtungen geknüpft ist, ergeben sich tatsächlich mehrere tausend Kombinationsmöglichkeiten.

Wenn berücksichtigt wird, daß von einer KV mittlerer Größe, wie etwa Schleswig-Holstein, rd. 1.500.000 ärztliche Honorar-

forderungen (sogenannte Behandlungsfälle) vierteljährlich zu bearbeiten sind, so wird deutlich, wie personalintensiv diese Tätigkeit ist und wie notwendig die Frage gestellt werden muß, ob es technische Lösungsmöglichkeiten dafür gibt.

## 2. Datenerfassung

Die Liquidation erfolgt auf der Rückseite der Krankenscheine mit der Angabe des Behandlungsdatums und der Ziffer der Gebührenordnung für die ausgeführte Verrichtung. Im Durchschnitt werden pro Patient 6 Verrichtungen an 4 Behandlungstagen ausgeführt. Bei 1.500.000 Krankenscheinen im Quartal sind also 9.000.000 Gebührenpositionen in Lochschrift zu übertragen. Da eine Gebührenposition im Durchschnitt dreistellig ist, müssen folglich 27.000.000 Dezimalstellen gelocht und geprüft werden. Dazu kommen die Abrechnungsnummer der Ärzte und der Krankenkassen, die Behandlungstag-Ende- und Behandlungsfall-Ende-Zeichen sowie einige Kontrolldaten. Insgesamt sind dafür etwa 40.000.000 Anschläge erforderlich. Da jede Lochung geprüft werden muß, verdoppelt sich die Zahl. Für



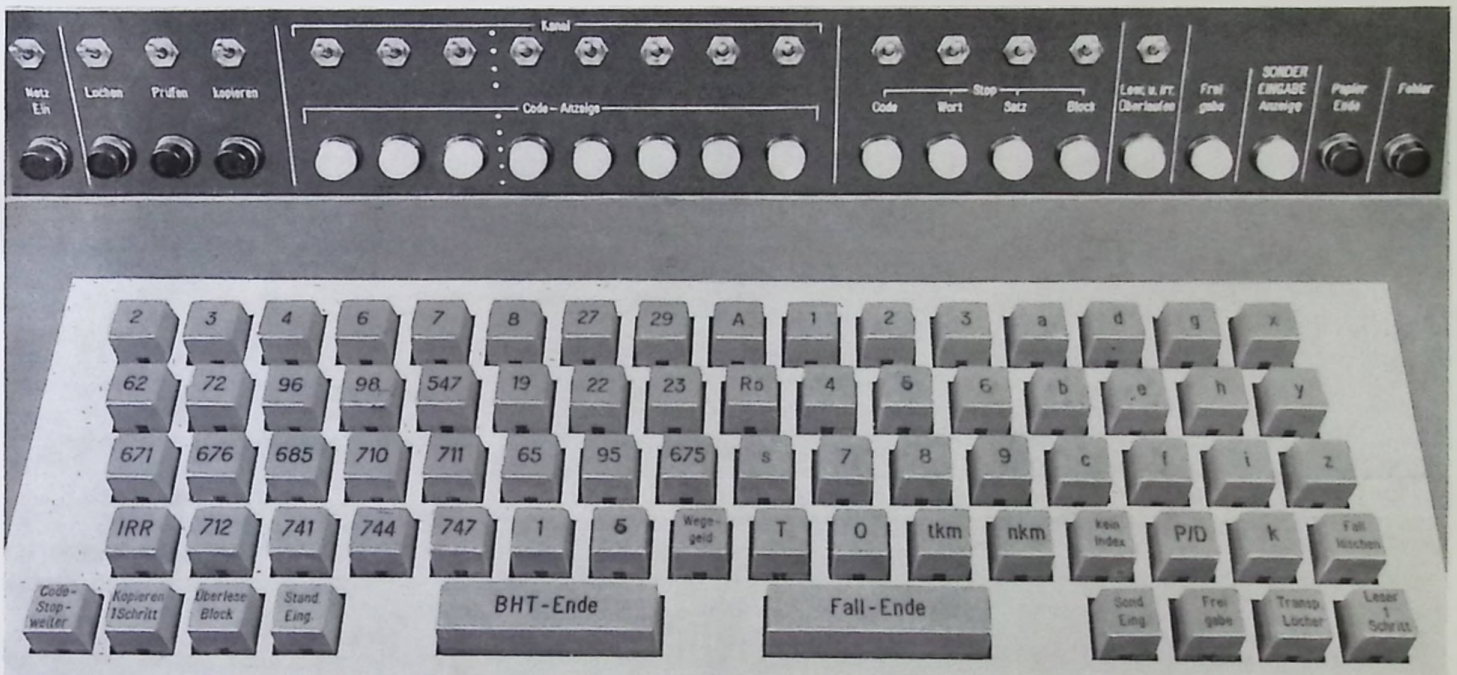
1. Einleitung
2. Datenerfassung
3. 1. Organisation des Lochstreifens
3. 2. Prüfung des Lochstreifens
4. 1. Maschinenanlage
4. 2. Honorarabrechnung
4. 3. Prüfung und Statistik
5. Schlußbetrachtung

Links:

Das neue „Ärztehaus Schleswig-Holstein“ in Bad Segeberg, in dem sich das Rechenzentrum der Kassenärztlichen Vereinigung Schleswig-Holstein befindet.

Unten:

Die Tastaturbelegung der bei der Kassenärztlichen Vereinigung eingesetzten Datenerfassungsplätze ZUSE Z 16.



diese Arbeit stehen maximal 50 Arbeitstage im Quartal zur Verfügung, und daraus ergibt sich bei konventioneller Datenerfassung der Einsatz von 20 Lochern und 20 Prüfern, also 40 Datenerfassungsplätzen.

Wegen der damit verbundenen erheblichen Kosten sind Überlegungen angestellt worden, auf welche andere Weise die Datenerfassung wirtschaftlicher erfolgen kann. Klarschriftleser schieden wegen der notwendigerweise handschriftlichen Eintragungen auf den Krankenscheinen von vornherein aus. Nach eingehenden Untersuchungen mit optischen Beleglesern mußten auch die daran geknüpften Erwartungen aufgegeben werden. Den gewünschten Erfolg brachte erst eine den besonderen Bedürfnissen der Datenerfassung bei der KV angepaßte ZUSE Z 16. Die Anpassung erfolgte in erster Linie durch eine spezielle Tastaturbelegung mit auswechselbaren Tastenknöpfen und in zweiter Linie durch Verbesserung einiger Umschaltvorgänge. Dabei war die Überlegung maßgebend, daß von den über 1.000 Positionen der Gebührenordnung kaum mehr als 30 Positionen in der Praxis des einzelnen

Arztes benötigt werden. Tests hatten ergeben, daß die 30 häufigsten Gebührenziffern bei praktischen Ärzten für etwa 97% der täglich anfallenden Leistungen ausreichen. Nur 3% entfallen auf seltenere Verrichtungen. Bei Fachärzten schwankt der Anteil der 30 häufigsten Positionen zwischen 84% (Chirurgen) und 99,5% (Augenärzte).

In Ausnutzung dieser Tatsache sind 30 von den 68 Tasten der ZUSE Z 16, und zwar diejenigen, die sonst mit dem Alphabet belegt sind, mit den 30 häufigsten Gebührenziffern belegt worden (Abb. oben). Damit nicht für jede Fachgruppe eine besondere Tastatur zur Verfügung stehen muß, sind die Tastenknöpfe auswechselbar konstruiert. Eine Umbestückung einschließlich Erstellung eines Prüflochstreifens erfordert einen Zeitaufwand von etwa 15 Minuten — ein Zeitaufwand, der bei sinnvoller Organisation überhaupt nicht ins Gewicht fällt. Die Bestückung der Tastatur erfolgt nach Belegungsplänen (Abb. S. 26), die in anderer Reihenfolge gleichzeitig als Sachbearbeiterblatt dienen. Mit Hilfe dieser speziellen Tastaturbelegung ist es möglich, den weitaus größten Teil der bis zu

vierstelligen Gebührenpositionen mit einem einzigen Anschlag in Lochschrift zu übertragen. Ende-Zeichen, die bei konventioneller Datenerfassung die Information im Lochstreifen voneinander trennen, sind bei Ablochung mit der speziellen Tastaturbelegung nicht erforderlich, weil jedes Zeichen eine in sich geschlossene Information darstellt. Bei praktischen Ärzten sind nur 3%, bei Fachärzten nur 0,5 bis 16% der Positionen in herkömmlicher Weise zu lochen, ferner die Abrechnungsnummern und die Kontrolldaten.

Durch die verkürzte Erfassung des größten Teils der anfallenden Daten sind für die Datenerfassung bei 2.000 Kassenärzten nicht mehr 40, sondern nur noch 20 Locher und Prüfer erforderlich. Der damit verbundene Kostenvorteil kommt nicht allein in den ersparten Maschinenkosten zum Ausdruck, sondern auch in den ersparten Personal- und Raumkosten, die beide für sich höher sind als die Maschinenkosten. In den meisten Fällen wird der Einsatz elektronischer Datenverarbeitung für Zwecke der kassenärztlichen Honorarabrechnung durch dies besondere System der Datenerfassung überhaupt erst mög-



Diagnose: Kreislaufstörungen

Tag		Tag		Tag	
5. 7.	1,65	10. 8.	747	1. 9.	72, 921a
		13. 8.	710		

Rückseite eines Krankenscheins

Standardpositionen prakt. Ärzte

2	3	4	6	7	8	27	29
62	72	96	98	547	19	22	23
671	676	685	710	711	65	95	675
712	741	744	1	5			

Standardpositionen prakt. Ärzte

1	23	671
2	27	675
3	29	676
4	62	685
5	65	710
6	72	711
7	95	712
8	96	741
22	547	747
19	98	744

Links: Z 16-Belegungsplan  
Rechts: Sachbearbeiterzettel

Kassenärztliche Vereinigung Schleswig-Holstein

Arztleitblatt

RVO-  
Abrechnung

Arztstempel: X \_\_\_\_\_ X  
(Nur Abr.-Nr. ablochen)

Zusatz: \_\_\_\_\_ X

Anzahl der Kassen \_\_\_\_\_ Y

Arztleitblatt

Kassenärztliche Vereinigung Schleswig-Holstein

Kassenleitblatt

RVO-Kassen-  
Abrechnung

Arztstempel: \_\_\_\_\_  
(nicht ablochen)

Kassen-Nr. \_\_\_\_\_ X \_\_\_\_\_ X

Fallzahl <sup>Versicherte:</sup> \_\_\_\_\_ X  
          <sub>Rentner:</sub> \_\_\_\_\_ X

Fallzahl Familienangehörige: \_\_\_\_\_ X

Anteil der Überweisungen: \_\_\_\_\_ X

Anteil geraffte Fälle: \_\_\_\_\_ X

mit geraffte Beratungen \_\_\_\_\_ Y

Kassenleitblatt



lich, jedenfalls dann, wenn eine echte Einzelleistungsabrechnung erfolgen soll.

Die übrigen 38 Tasten der 68stelligen Tastatur sind in ähnlicher Weise speziell belegt. Für die Ablochung der selteneren Gebührenpositionen sind die Ziffern 0 bis 9 vorhanden, dazu die erforderlichen Kleinbuchstaben. Für die verkürzte Wegegebührenablochung sind die Tasten tkm = Tagkilometer und nkm = Nachtkilometer vorgesehen, ferner die Taste Wegegeld für Wiederholungen. Zur Ablochung der Kontrolldaten sind die Sondertasten X, Y, Z, und für die Korrektur von denjenigen Fehlern, die schon beim Lochen erkannt werden, die Tasten »Irrung« und »Fall löschen« vorgesehen. Die Tasten »BHT-Ende« = Behandlungstagende ermöglicht die Datenerfassung tageweise, ohne daß das Kalenderdatum mit abgelocht wird, und die Taste »Fall-Ende« = Behandlungsfallende stellt das Endezeichen für den einzelnen Behandlungsfall dar. Sämtliche Tasten sind optimal angeordnet, so daß jeweils nur der kürzeste Weg von einer Taste zur anderen zurückzulegen ist. Dadurch wird ein flüssiges Ablochen gewährleistet.

### 3. 1 Organisation des Lochstreifens

Jede Datenfolge im Lochstreifen beginnt mit einer numerischen Adresse. Am Anfang steht die Abrechnungsnummer des Arztes und als erster Kontrollbegriff die Anzahl der Krankenkassen, für die Krankenscheine abzurechnen sind. Es folgt die Abrechnungsnummer der ersten Krankenkasse und als weitere Kontrollmerkmale die Anzahl der Krankenscheine in der Unterteilung nach Stamm-Mitgliedern und Familienversicherten. Diese und bei Bedarf weitere Daten befinden sich auf Leitblättern (Abb. S. 26), die bei der vorherigen Durchsicht der Krankenscheine angefertigt und jedem Krankenscheinpaket vorangelegt wurden. Da die Numerierung der Behandlungsfälle maschinenintern erfolgt, braucht die Krankenscheinnummer nicht mit abgelocht zu werden. Es folgen also sogleich die Daten (Gebührenordnungs-Positionen) aus den Krankenscheinen, die nur noch tageweise und fallweise durch die Symbole »BHT-Ende« und »Fall-Ende« unterbrochen sind.

### 3. 2 Prüfung des Lochstreifens

Die in Lochschrift übertragenen Daten werden durch Prüfungen und Kontrollen mehrfach abgesichert. Zunächst erfolgt eine sogenannte formale Prüfung der Lochstreifen in der Datenverarbeitungsanlage. Hier wird untersucht, ob alle Krankenkassen und innerhalb der einzelnen Kasse alle Krankenscheine erfaßt wurden, also eine Vollständigkeitskontrolle der Daten durchgeführt. Gleichzeitig wird geprüft, ob alle Zeichen gültig sind. Fehler werden in einem Protokoll mit Abrechnungs-Nr., Krankenschein-Nr. und genauer Bezeichnung des Fehlers ausgedruckt. Daran anschließend erfolgt die Prüf-Lochung auf

der ZUSE Z 16. — In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß es sich bei dem Datenerfassungsplatz ZUSE Z 16 um ein Mehrzweckgerät handelt, das es gestattet, mit derselben Maschine zu lochen und zu prüfen. — Der Prüfungsvorgang besteht in einer Wiederholung des Lochvorganges, wobei jedes richtige Zeichen automatisch in einen neuen Lochstreifen dupliziert wird. Bei einem Fehler blockiert die Tastatur und die rote Fehlerlampe leuchtet auf. Erst nach Aufsuchen der Ursache für die Fehlermeldung wird die Tastatursperre gelöst und das richtige Zeichen in den neuen Lochstreifen übertragen.

Bei der Prüf-Lochung werden gleichzeitig die Fehler aus der vorangegangenen formalen Prüfung korrigiert, so daß am Ende ein fehlerfreier Lochstreifen zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung steht. Aus Sicherheitsgründen, die vielleicht als übertrieben angesehen werden, erfolgt jedoch vor der endgültigen Verarbeitung eine weitere formale Prüfung, über die das Protokoll dann als Nachweis für eine fehlerfreie Datenerfassung archiviert wird.

### 4. 1 Die Maschinenanlage

Um eine Datenverarbeitung in umfassender Weise zu ermöglichen, war ein Rechner mit ausreichender Speicherkapazität erforderlich. Die ZUSE Z 31, die aufgrund der Erfahrungen mit dieser Anlage bei der KV Schleswig-Holstein für KV-Zwecke als zentrale Datenverarbeitungsanlage des Systems ZUSE Z 321 ausgewählt wurde, bot dadurch besonders günstige Voraussetzungen, daß sie einmal eine nahezu beliebig variierbare Kombination von Kern- und schnellem Magnetrommelspeicher gestattete, und zum anderen in erster Linie für Lochstreifenverarbeitung vorgesehen war. Die Datenverarbeitung erfolgt in ähnlicher Weise wie bei Magnetbandanlagen. Wenn man sich nicht für Magnetbänder entschieden hat, die auch an die ZUSE Z 31 angeschlossen werden können, sondern für Magnettrommeln, so deswegen, weil die Magnetrommeln der ZUSE Z 31 mit 5 msec. einen viel schnelleren Zugriff gestatten als Magnetbänder. Auf diesen schnellen Zugriff kommt es bei der Konzeption des Systems ZUSE Z 321 entscheidend an, weil sehr häufig Programm- und Gebührenordnungsteile von der Trommel in den Kernspeicher und zurück transferiert werden müssen.

Die Rechenanlage hat eine Gesamtspeicherkapazität von rd. 250.000 Dezimalstellen. Davon entfallen 48.000 Stellen auf Kernspeicher (22.000 Stellen Schnellspeicher und 26.000 Stellen Programmspeicher) und der Rest auf 3 Magnettrommeln.

### 4. 2 Die Honorarabrechnung

Das Wesentliche bei dem System ZUSE Z 321 ist die Fertigstellung der Arztabrechnung von der Übertragung der einzelnen Gebührenposition in Lochschrift bis zum Ausdrucken des Einzelnachweises für die Krankenkasse, des Nachweises der ein-

gereichten Honorarforderung für den Arzt mit sämtlichen Durchschnittsberechnungen und der Gebührenhäufigkeitsstatistik für den Prüfungsausschuß in einem einzigen Durchlauf. Während dieses einen Durchlaufs erfolgt die Bewertung der Gebührenpositionen mit gleichzeitiger Unverträglichkeitsprüfung und der Druck eines Abrechnungsprotokolls auf der neben dem Schnelldrucker angeschlossenen Schreibmaschine. Während dieses Durchlaufs werden ferner sämtliche Einzelsummen in der Maschine zwischengespeichert, so daß sie nach Abschluß einer Fachgruppe sofort zur Verfügung stehen. Die Einzeldaten und die Zwischenergebnisse brauchen nicht noch einmal eingelesen zu werden. Die Summen werden lediglich aus Sicherheitsgründen und für Archivierungszwecke, sowie für die Erstellung der Rechnungszusammenstellung für die Kassenabrechnung auf Lochstreifen ausgestanzt. Dabei ist keine externe Sortierung erforderlich, die beim Lochstreifen auch gar nicht möglich ist, sondern die große Speicherkapazität gestattet es, die Daten durch einfaches Selektieren in die Reihenfolge zu bringen, in der sie gebraucht werden.

### 4. 3 Prüfung und Statistik

Daneben werden sämtliche Unterlagen erstellt, die für Prüfungszwecke und für die Statistik notwendig sind. Um das bereits bei der Honorarabrechnung für den einzelnen Arzt gewonnene statistische Zahlenmaterial verwerten zu können, bedarf es statistischer Vergleichswerte in erster Linie für die Arzt-(Fach-)gruppe. Diese Vergleichswerte werden in der Unterteilung nach Allgemeinversicherten und Rentenversicherten und in der Aufteilung nach sämtlichen Leistungsgruppen erstellt. Dabei erfolgt keine Beschränkung auf Durchschnittswerte, sondern es wird die einfache und die doppelte quadratische und mit der Fallzahl gewogene mittlere Streuung berechnet und die sich daraus ergebenden Grenzwerte werden in der vorerwähnten Unterteilung und Aufteilung für jede beliebige Gruppe ausgedruckt. In der gleichen Gruppeneinteilung erfolgt die Berechnung der durchschnittlichen Häufigkeit der Gebührenpositionen, wobei ebenso wie bei der Gebührenhäufigkeitsstatistik für den einzelnen Arzt nicht absolute Zahlenwerte zur Verfügung gestellt werden, sondern relativierte, d. h. auf 100 Behandlungsfälle umgerechnete, so daß ein direkter Vergleich möglich wird.

Es würde zu weit führen, in diesem Rahmen alles das zu beschreiben, was darüber hinaus an statistischen Unterlagen gewissermaßen so nebenbei gewonnen wird. Erwähnt sei nur noch, daß selbstverständlich auch alle Daten für die zentralen Statistiken (z. B. Formblatt III) zur Verfügung gestellt werden.

### 5. Schlußbetrachtung

Nachdem das in den voraufgegangenen Abschnitten beschriebene Abrechnungs-



system für die Ersatzkassenabrechnung seit dem 1. Oktober 1964 und für die RVO-Kassenabrechnung erstmalig für die Quartalsabrechnung II/65 angewendet worden ist, läßt sich zusammenfassend sagen, daß die daran geknüpften Erwartungen erfüllt und übertroffen worden sind. Das gilt hinsichtlich des zeitlichen Ablaufs, der es gestattet, nach und nach alle weiter anfallenden Arbeiten auf die Rechenanlage zu übernehmen. Das gilt auch hinsichtlich der Abrechnungskonzeption, die heute weit umfassender ist, als bei der Planung vor mehr als 2 Jahren. Und das gilt besonders hinsichtlich der Datenerfassung mit der ZUSE Z 16, die sich in jeder Weise bewährt hat, so daß alle Wünsche, die derzeit an

eine Einzel-Datenerfassung unter KV-Bedingungen gestellt werden können, erfüllt sind.

Zu den weiteren Arbeiten, die in nächster Zukunft auf die Rechen-Anlage übernommen werden sollen, gehören in erster Linie die ambulante Krankenhausabrechnung und die Finanzbuchhaltung. Dafür wird es eines Ausbaus der Anlage noch nicht bedürfen. Eine Vergrößerung des Maschinenkomplexes wird erst notwendig, wenn beispielsweise die im ersten Regierungsentwurf zur Reform der Sozialen Krankenversicherung vorgesehen gewesene Information des Versicherten über die durch seine Behandlung beim Arzt entstandenen Kosten durch die KV erfolgen soll. Es ist

der große Vorteil des Systems ZUSE Z 321, daß es den jeweils gestellten Aufgaben entsprechend jederzeit weiter ausgebaut werden kann. Im Falle des genannten Beispiels müßte die Speicherkapazität geringfügig erweitert und ein zweiter Schnelldrucker angeschlossen werden. Beides bietet überhaupt keine Schwierigkeiten, denn die Maschine ist so konzipiert, daß sämtliche Ein- und Ausgabegeräte zweifach angeschlossen werden können, ferner bis zu 12 Magnettrommeln, 8 Magnetbandeinheiten sowie ein Großraumplattenspeicher. Es ist im KV-Bereich also eigentlich keine Aufgabe vorstellbar, die mit dem in Schleswig-Holstein installierten Abrechnungssystem nicht bewältigt werden könnte.

Links:

Bei der Arbeit an der ZUSE Z 16.

Rechts:

Die elektronische Rechenanlage ZUSE Z 31 der Kassenärztlichen Vereinigung Schleswig-Holstein.





# Das Datenerfassungs- und Organisationssystem ZUSE Z 321

Wolfgang Wilde, Bad Hersfeld

## Die Datenverarbeitungsanlage ZUSE Z 31

Die technischen Einzelheiten des Datenverarbeitungssystems beschreiben besondere Druckschriften. Hier soll nur eine Übersicht über die Ausbaustufe der zur Durchführung der RVO- und Ersatzkassenabrechnung für insgesamt rd. 1,5 Millionen Krankenscheine je Quartal bei der KV Schleswig-Holsteins eingesetzten ZUSE Z 31 gegeben werden.

Kern des Systems ist

1. die Zentraleinheit ZUSE Z 31, ein Dezimalrechner mit fester Wortlänge von 11 Dezimalstellen,

10 Indexregistern,  
2 unabhängigen Rechenregistern und  
2 unabhängigen Zählregistern,  
mit Ein-Adreß-Struktur und  
analytischem Befehlscode.

Der Speicher besteht aus

2. einem Ferritkernspeicher für variable Daten und Programme mit 2.000 Worten,
3. einem festverdrahteten Ferritkernspeicher für Programme mit 2.600 Worten, aufgeteilt in zwei sekundenschnell auswechselbare Steckeinheiten mit je 1.300 Worten, und

4. drei Magnettrommelspeichern mit je 6.750 Worten und einer mittleren Zugriffszeit von 5 ms. Eingabeeinheiten sind

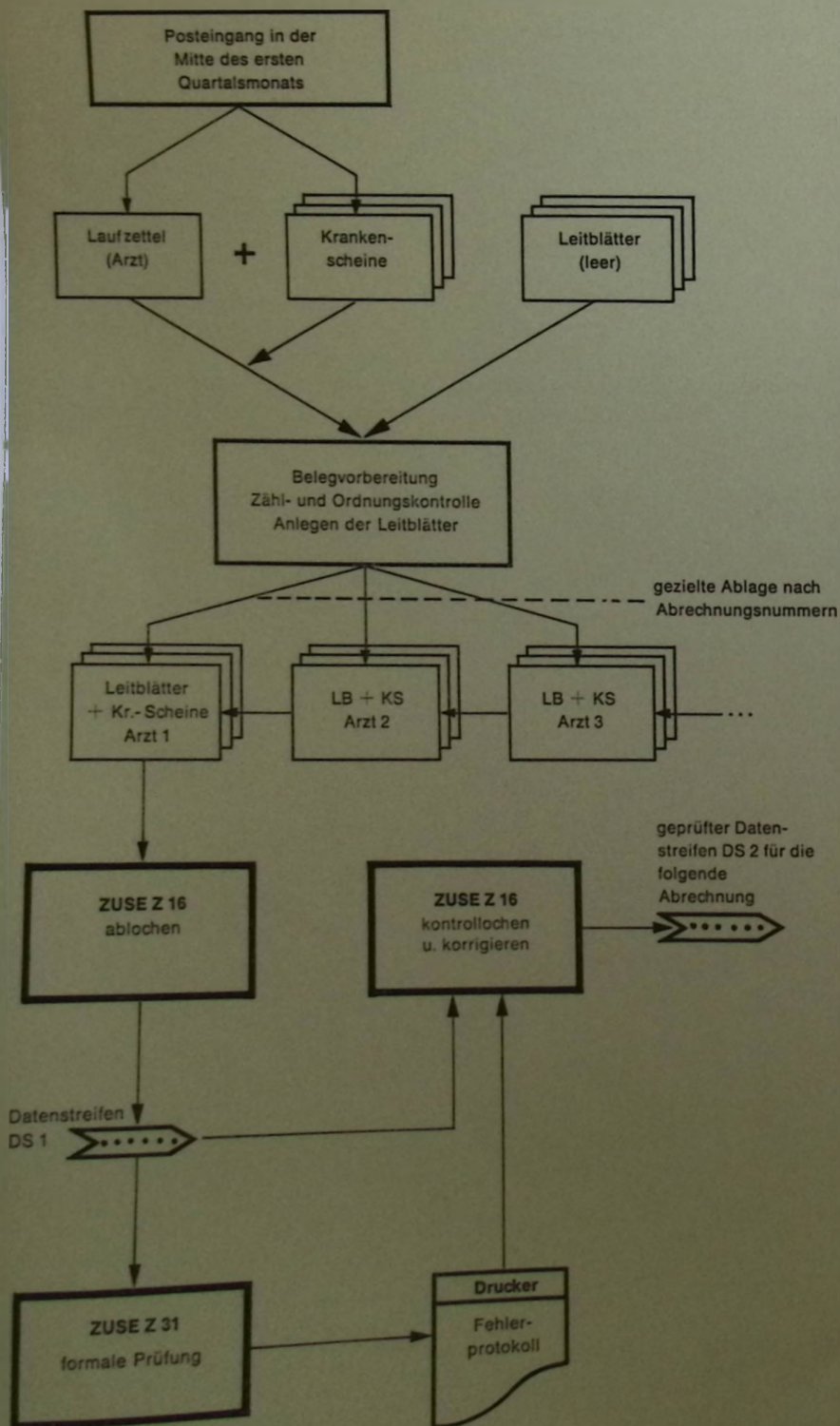
5. zwei Lochstreifenleser (5- bis 8-Kanal-Code), Geschwindigkeit 300 Zeichen/s. Zur Ausgabe von Daten sind angeschlossen
6. eine Protokollschreibmaschine,
7. zwei Lochstreifenstanzer (5- bis 8-Kanal-Code), Geschwindigkeit 150 Zeichen/s, und
8. ein Schnelldrucker, Geschwindigkeit 18.000 Zeilen/h alphanumerisch.

Insgesamt können demnach 24.850 Worte, das entspricht 273.350 Dezimalstellen, gespeichert werden.



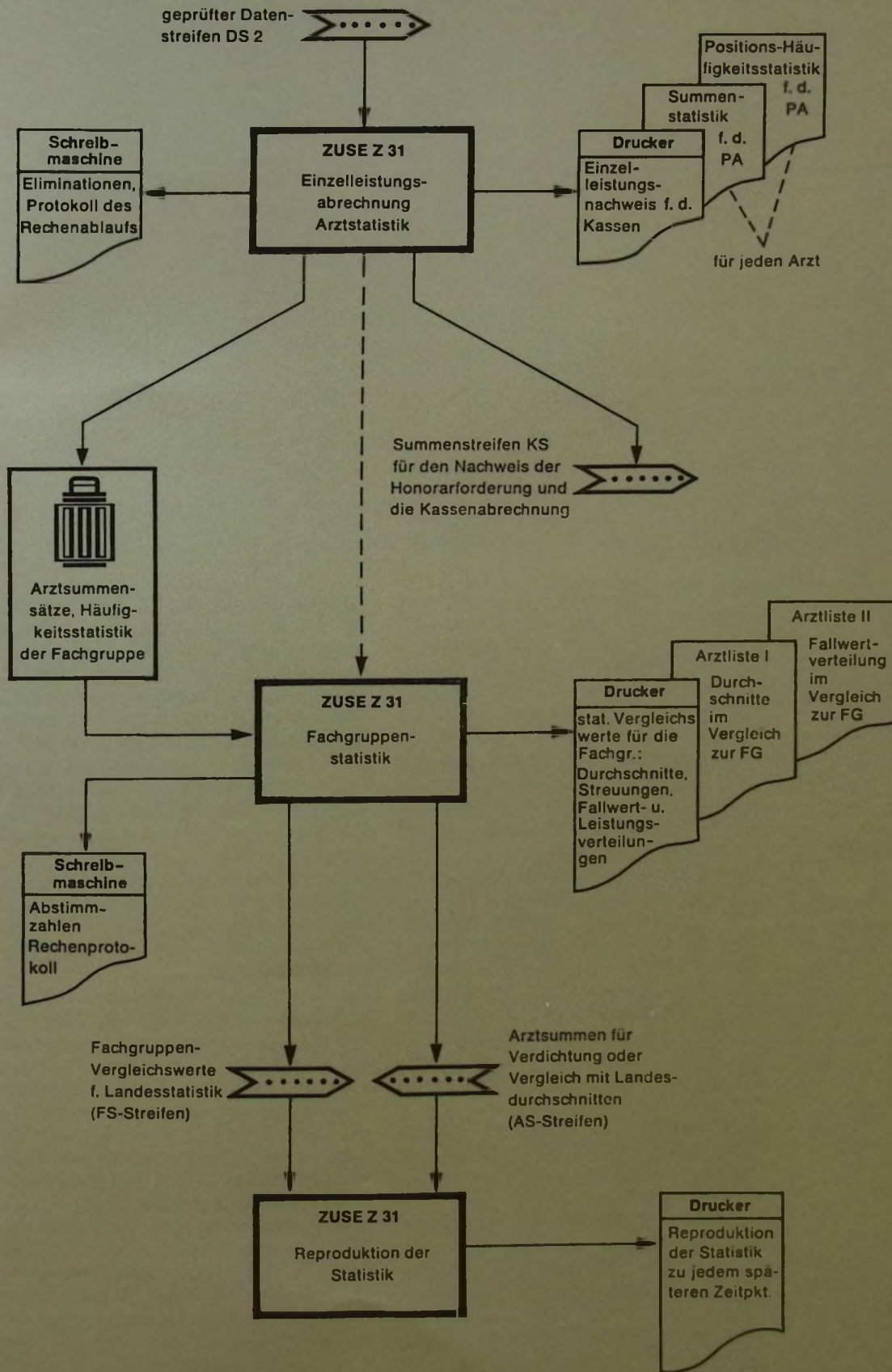


**Ablaufdiagramm**  
**Belegvorbereitung / Datenerfassung**





**Ablaufdiagramm**  
**Einzelleistungsabrechnung / Statistik**





Rechts:  
Trotz der großen Zahl von jährlich rd. 6. Millionen zu verarbeitenden Krankenscheinen genügen 20 Datenerfassungsplätze zum Erstellen und Prüfen der erforderlichen Lochstreifen. Das Bild zeigt eine Gruppe von 8 Datenerfassungsplätzen ZUSE Z 16.

Struktur des GOP-Kennwortes											
Kombinations-Klasse		Bewertungs-Kennzahl		Leistungs- gruppe	Gebührenordnungsposition (num. Teil)					GOP (alphabet. Teil)	
11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	

### Der Datenerfassungsplatz ZUSE Z 16

Zum Erfassen und Prüfen der Daten aus den einzelnen Krankenscheinen für die RVO- und Ersatzkassenabrechnung (insgesamt rd. 1,5 Millionen Belege) sind 20 universelle Tastaturlocher ZUSE Z 16 eingesetzt; 8 dieser Geräte werden als Prüfer verwendet.

Die einzelnen Bestandteile des Datenerfassungsplatzes sind:

1. Die Zentraleinheit ZUSE Z 16 (Steuerteil des Systems),
2. die Bedienungstastatur mit den Bedienungsschaltern, den Kontrolllampen und 68 beliebig belegbaren, auswechselbaren Tasten;
3. der Streifenlocher, 10 Zeichen/s, 5- bis 8-Kanal-Code; und (nur bei Prüfern)
4. der Streifenleser 10 Zeichen/s, 5- bis 8-Kanal-Code.

### Zur Einzelleistungsabrechnung im System ZUSE Z 321

Anhand des Aufbaus der Maschinengebührenordnung wird der Ablauf der gebührenordnungsmäßigen Prüfung, der Bewertung, Akkumulation und Zahlung der Leistungen skizziert.

Zum Einzelleistung - Abrechnungsprogramm für RVO- bzw. Ersatzkassen gehört die jeweils gültige Gebührenordnung (zur Zeit GOÄ bzw. E-Adgo). Für jede Gebührenordnungsposition (abgekürzt GOP) werden alle zur Identifikation, Bewertung und gebührenordnungsmäßigen Prüfung dieser Leistung erforderlichen Angaben in einem 11stelligen Maschinenwort, dem sogenannten GOP-Kennwort, festgehalten. Die Maschinengebührenordnung wird auf der Trommel gespeichert.

Das GOP-Kennwort enthält zunächst die Kombinationsklasse (Dezimalen 11 u. 10). Diese Kennzahl wird von der Datenverarbeitungsanlage zur gebührenordnungsmäßigen Prüfung (der sog. Kombinationskontrolle) der Leistungen herangezogen. Alle Leistungen, die den gleichen Einschränkungen unterliegen und/oder in gleicher Weise einschränkend auf die Bewertung anderer Leistungen wirken, werden in einer Klasse zusammengefaßt. Das Programm geht bei der Kombinationskontrolle ähnlich wie der Sachbearbeiter vor, der einen Krankenschein »manuell« austaxieren muß:

In einer ersten »Betrachtung« der Leistungen eines Behandlungstages stellt es fest, ob Leistungen vorkommen, die eine einschränkende Wirkung auf die Bewertung anderer Gebührenordnungspositionen ausüben; die Anwesenheit derartiger Leistungen wird in Merkspeichern notiert.

Im anschließenden zweiten Durchlauf wird vor der Bewertung einer jeden Leistung zunächst geprüft, ob kein Merkspeicher gesetzt ist, der die Berechnung von Leistungen aus der zugehörigen Kombinationsklasse verbietet. Gegebenenfalls wird die Leistung gelöscht; ihre Elimination wird gleichzeitig im Rechenprotokoll vermerkt. Muß das Programm auf Grund der Vorschriften der Gebührenordnung alle Leistungen eines Behandlungstages eliminieren (zum Beispiel eine allein stehende dritte eingehende Untersuchung), so setzt es automatisch eine Beratung ein, da ja nicht unberücksichtigt bleiben darf, daß sich der Arzt an diesem Tage mit dem Patienten befaßt hat.

Die Bewertungskennzahl (Dezimalen 9 und 8) gibt Aufschluß über den Preis der Leistung. Eine Auszählung hat gezeigt, daß zum Beispiel in der GOÄ zwar Preise zwischen DM 1,50 und DM 500,00 auftreten, daß aber bei weitem nicht jeder Preis aus diesem Bereich Wert einer Leistung ist: nur 68 verschiedene Beträge müssen unterschieden werden. Diese Preise sind in einer Tabelle zusammengestellt.

Die Bewertungskennzahl bezeichnet den Platz in dieser Tabelle, auf dem der Preis der im GOP-Kennwort stehenden Leistung zu finden ist; nach einer Adreßrechnung steht dem Abrechnungsprogramm der entsprechende Betrag zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung.





Die Leistungsgruppe (Dezimale 7) — maximal 10 Gruppen können unterschieden werden — dient der Klassifikation der ärztlichen Verrichtungen. Anhand dieser Kennziffer können zum Beispiel auch die analogen Bewertungen ohne zusätzlichen Programmaufwand als Sonder-, phys.-med., Labor- oder Röntgenleistungen erkannt und verarbeitet werden.

Die vom Arzt erbrachten Leistungen werden diesem, den ärztlichen Prüfungsgremien und den Krankenkassen gegenüber in der Aufgliederung nach Leistungsgruppen ausgewiesen. Die verschiedenen Wegegebühren haben sich ohne Schwierigkeiten in das Leistungsgruppensystem einfügen lassen.

Das GOP-Kennwort enthält schließlich noch die Gebührenordnungsziffer (Dezimalen 6 bis 1); ihr maximal vierstelliger numerischer Teil bleibt unverändert, der alphabetische Teil (Buchstaben und Buchstabenkombinationen bei Positionen wie z. B. 7a, 212 D, 922 b P) steht verschlüsselt auf den beiden letzten Dezimalstellen. Diese Schlüsselzahl liefert über eine Adreßrechnung die Druckanordnung für den Einzelleistungsnachweis, für Eliminationsmeldungen und für die Positionshäufigkeitsstatistik.

Während für die 30 häufigsten Leistungen, die sog. Standardpositionen, das GOP-Kennwort bereits beim Einlesen bereitgestellt wird, muß es für die restlichen Ziffern, die sog. Sonderpositionen, zu-

nächst aus der Gebührenordnung herausgesucht werden. Ein nach der Halbierungsmethode arbeitendes schnelles Tabellensuchprogramm (3 Speicherzyklen pro Suchschritt) ermittelt zunächst aus einem Adreßbuch die Trommelspur, auf der das Kennwort der Position zu suchen ist, dann aus den Informationen dieser Spur das Kennwort. Unbekannte Positionen werden an dieser Stelle des Abrechnungsprogramms erkannt und im Rechenprotokoll festgehalten.

Das gleiche Tabellensuchprogramm findet bei der Positionshäufigkeitsstatistik Verwendung: jede als zulässig erkannte, bewertete und in der entsprechenden Leistungsgruppe betragsmäßig akkumulierte Position wird zunächst in einer Zähltablette für Standardpositionen gesucht. Gehört sie dazu, so wird die Leistung in dieser Tabelle gezählt; für Sonderpositionen (weniger als 4% der Leistungen) legt das Programm während der Abrechnung der Krankenscheine eines Arztes eine besondere Zähltablette an. Gebührenordnungsziffern, die der Arzt nicht benutzt, beanspruchen dadurch keinen Speicherplatz.

Die einzelnen Fälle werden fortlaufend ausgedruckt; auf dem Formular erscheinen für jeden Krankenschein die Leistungen in chronologischer Reihenfolge sowie der Gesamtbetrag.

Nach dem Einzelleistungsnachweis für alle Fälle einer Krankenkasse wird eine

Summenzeile mit der nach Leistungsgruppen gegliederten Honorarforderung gedruckt. Sind alle Kassen des Arztes abgerechnet, so wird in der sog. Summenstatistik die Honorarforderung des Arztes in der Unterteilung nach Kassen und Leistungsgruppen, insgesamt und pro Behandlungsfall ausgewiesen; dabei wird zwischen Allgemein- und Rentnerversicherten unterschieden.

In der anschließenden Anzahlstatistik erscheinen, nach Leistungsgruppen und Positionsnummern sortiert, die vom Arzt in Ansatz gebrachten Gebührenordnungsziffern mit ihrer relativen Häufigkeit (Bezugsgröße: 100 Behandlungsfälle).

Gleichzeitig mit dem Druck von Summen- und Anzahlstatistik werden Zwischenergebnisse, die für spätere Arbeitsgänge wie Statistik oder Kassenabrechnung benötigt werden, ausgestanzt oder auf der Trommel gespeichert und akkumuliert.



# System der symbolischen Programmierung für die ZUSE Z 25

Dipl.-Ing. I. Brand, CKD Prag  
Dipl.-Ing. J. Vencovsky, CSc

## Die Entstehung und der Entwurf des Systems

Das System der symbolischen Programmierung für die Rechenanlage ZUSE Z 25 wurde im Rechenzentrum ČKD Prag von Dipl.-Ing. I. Brand und Dipl.-Ing. J. Vencovský, CSc, aufgrund der Erfahrungen bei Lösung und Programmierung wissenschaftlich-technischer Aufgaben für die Rechenanlagen Z 23 und Z 25 entworfen.

Das Ziel war, eine komplexe Methode der Programmierung zu bilden, welche die ermöglicht, automatische und effektive Prüfung der Programme gestattet, die Zusammenarbeit mehrerer Programmierer bei umfangreichen Aufgaben vereinfacht, Änderungen von fertigen Programmen erleichtert,

neue Programme aus den fertigen Blöcken zusammenzustellen gestattet, alle spezifischen Eigenschaften der ZUSE Z 25 mit dem inneren Schnellspeicher (4096 Worte) und mit dem äußeren Trommelspeicher ausnutzt, den Einsatz von wenig erfahrenen Mitarbeitern ermöglicht, die Arbeit des Operators bei der Rechenanlage erleichtert.

Zur Erlangung dieses Zieles war es nötig, zunächst einmal die Blockstruktur zu ermöglichen und konsequent einzuhalten. Das bedeutet, daß der innerhalb des Blockes definierte Identifikator in diesem Block lokalisiert werden kann. Das heißt:

1. Die mit diesem Identifikator im gegebenen Block bezeichnete Größe existiert nicht außerhalb des Blockes.
2. Die mit demselben Identifikator bezeichnete Größe außerhalb des Blockes ist aus dem Block nicht erreichbar.

Der größte Vorteil der Blockstruktur ist die Möglichkeit, Blöcke zu bilden, die allgemein in verschiedenen Programmen des gegebenen Gebiets verwendbar sind. Bei der Z 25 Anlage dient die Blockstruktur des Programmes dazu, die im Block lokalisierten Größen ohne AER Änderung zu erreichen.

Außerdem war es notwendig, dem Programmierer die Ausnützung aller Vorteile und Möglichkeiten der Maschinen-

sprache zu bieten. Darum wurde das Verhältnis zwischen dem geschriebenen und kompilierte Programm 1:1 gelassen.

ein allgemeines und effektives System zur Prüfung der umfangreichen Programme zu bilden

die Bedienung der Anlage nur mittels der dazu bestimmten Programme durchzuführen

der symbolischen Programmierung sowohl den inneren Schnellspeicher wie den äußeren Trommelspeicher unterzuordnen.

## Die Grundfragen und ihre Lösung

Das vorgelegte System der symbolischen Programmierung löst diese Grundfragen:

1. Speicherverteilung
2. Adressierung von Variablen
3. Aufrufen im Programm
4. Automatischer Transfer des Programms aus der Trommel in den Schnellspeicher
5. Eintritt und Rückkehr der Prozedur
6. Die Bedienung der Anlage und Prüfung der Programme
7. Die Organisation der Bibliothek der Standardprozeduren

Zu 1) Die Speicherverteilung wurde von diesen Standpunkten gelöst:

a. Der Transfer von Variablen zwischen Trommelspeicher und Schnellspeicher wird vom Programmierer geleitet. Im Schnellspeicher wird für Variablen der Bereich 0 reserviert. Der Programmierer hat weiter die Möglichkeit, bei jedem Block des Programmes den nötigen Platz für Variablen und/oder Felder hinter diesem Block auszufordern.

Den Transfer der Information zwischen dem Schnell- und Trommelspeicher verwirklichen die immer im Schnellspeicher anwesenden Prozeduren »von der Trommel« und »zu der Trommel«. Ihre Parameter sind die Identifikatoren der im Schnell- und Trommelspeicher deklarierten Felder und eventuell die Länge der übertragenen Information und die relative Adresse des Anfangs des Unterfeldes im Feld.

b. Während der Rechnung wird der Transfer der angeforderten Blöcke von der Trommel in den Schnellspeicher automatisch mit



der immer im Schnellspeicher anwesenden Prozedur »Die Erfüllung des Blocks von der relativen Adresse« geleitet.

Für die automatische Steuerung der Übertragung des Programms und der Variablen haben wir uns dafür entschieden, daß der Programmierer vollständig die Forderungen der Variablen und der Felder von Variablen auf den Speicherbedarf kennen muß, er hat aber nur eine ungefähre Vorstellung von der Länge des Programms, das den Algorithmus beschreibt.

Zu 2) Die Variablen, die Felder von Variablen, Blöcke und Prozeduren werden mit Identifikatoren in Rundklammern bezeichnet. Das Zuordnen der konkreten Adressen führt das Adressierprogramm durch.

Es ermöglicht:

Die Deklaration der einfachen Variablen, die Deklaration der Felder im Schnell- und Trommelspeicher mit den im Augenblick des Einlesens bekannten Dimensionen, die Block-Struktur des Programms und Lokalisation der Variablen, die Bildung des fertigen Programms bei einem Einlesen des Lochstreifens ohne Rücksicht auf die Reihenfolge der Deklarationen und Aufrufe, die automatische Einlegung des Programms in den Trommelspeicher und die selbsttätige Platzverteilung im Trommelspeicher.

Zu 3) Das Aufrufen im Programm.

Der Programmblock wird nach dem Einlesen auf die Trommel gespeichert und relativ zu seinem Anfang adressiert. Beim Einlesen bildet sich eine Skala, deren jedes Bit die Instruktion des Programms darstellt und angibt, ob relativiert werden soll oder nicht. Beim Aufrufen des Blocks in den Schnellspeicher werden die Befehle nach Blockanfangadresse im Schnellspeicher modifiziert.

Zu 4) Das Aufrufen des geforderten Blocks des Programms aus der Trommel in den Schnellspeicher wird vom, immer im Schnellspeicher anwesenden Programm »Die Erfüllung des Blocks von der relativen Adresse« (kurz EB) so geleitet:

Der Block wird immer im Rahmen eines Bereiches des Schnellspeichers untergebracht. Die im Block lokalisierten Stellen sind also

ohne Änderung des AER Registers erreichbar.

Die freie Stelle für den Transfer des Blocks in Schnellspeicher bestimmt das Programm EB.

Bei dem Transfer des Blocks wird die Vorkommentierung in die im Programm EB aufgebauten »Liste der aktivierten Blöcke« durchgeführt.

Bei jedem Aufrufen des Blocks wird die Liste der aktivierten Blöcke durchgeschaut. Ist der Block schon im Schnellspeicher aktiviert, so wird er unmittelbar erfüllt.

Der Block wird bei dem Transfer in den Schnellspeicher modifiziert (siehe Punkt 3). Ist der für den Transfer der Blöcke vorbehaltene Schnellspeicher besetzt, so wird die Liste der aktivierten Blöcke gelöscht und der ganze Speicher wird frei.

Für den Transfer der Blöcke ist ein Teil des Bereichs 1 sowie die Bereiche 2 und 3 vorgesehen. Der Programmierer hat eine einfache Möglichkeit, bei jedem Block diesen Speicher zu begrenzen.

Zu 5) Beim Aufrufen der Prozedur werden der Block und die relative Adresse des Befehls, welcher die Prozedur aufrief, vermerkt. Die Rückkehr findet automatisch durch Aufrufen des vermerkten Blocks mittels des Programmes EB statt.

Zu 6) Das System enthält eine Reihe von fertigen Programmen, die eine effektive Prüfung auch sehr umfangreicher Programme ermöglichen. Diese werden dauernd im Trommelspeicher aufbewahrt und stehen dem Programmierer immer zur Verfügung. Ihre Tätigkeit können wir verteilen auf:

Die Tätigkeit beim Einlesen und der Übersetzung des Programms. Hier wird das bedingte Einlesen der Zeichen für das Ausdrucken des Resultates einer arithmetischen Operation oder Funktion und dazugehöriger relativer Adresse des Blocks ermöglicht. Die Tätigkeit bei der Arbeit des Programms. Es handelt sich namentlich um die Möglichkeit des bedingten Ausdrucks der Felder von Variablen (im Schnell- und Trommelspeicher), des bedingten Ausdrucks des Resultates einer arithmetischen Operation oder Funktion und dazugehöriger relativer Adresse des Blocks und

beliebiger Bezeichnungen der Blöcke. Damit wird eine leichte Trassierung der geprüften Programme und die Kontrolle ihrer arithmetischen und logischen Tätigkeit ermöglicht.

Zu 7) Mit Rücksicht darauf, daß die Programme auf die Trommel gelegt und von hier auf Anforderung des Programms in den Schnellspeicher gerufen werden, ist es möglich, die wichtigen und oft benützten Prozeduren auf der Trommel dauernd aufbewahrt zu haben. Diese kann dann der Programmierer immer mittels ihrer Identifikatoren aufrufen. Es handelt sich namentlich um die Prozeduren, welche die Prüfung der Programme und die Steuerung der Anlage, das Ausdrucken der Felder von Variablen, elementare Funktionen und verschiedene Arten der Ein- und Ausgabe-prozeduren ermöglichen.

### Schlußbetrachtung

Alle beschriebenen Programme sind ausgeprüft, haben sich bewährt und werden dauernd gebraucht. Das ganze System bietet die im 1. Abschnitt aufgeführten Vorteile dar. So macht z. B. der Durchschnittsanteil des Programmtestens rd. 10% der gesamten Maschinenzeit aus, auch wenn es sich in mehreren Fällen um umfangreiche und sehr komplizierte Aufgaben handelt. Mit Rücksicht auf die große Kapazität des Trommelspeichers bietet das ganze System weitere Möglichkeiten der Vervollkommnung durch Bilden der entsprechenden Prozeduren.





## Die ZUSE-Neubauten machen Fortschritte

Nachdem seit Frühjahr 1965 das neue Verwaltungsgebäude bezogen ist und im folgenden Herbst weitere Bauabschnitte in Angriff genommen wurden, beginnt das Gesamtprojekt des neuen ZUSE-Werkes allmählich Gestalt anzunehmen.

Trotz des ungünstigen Winterwetters sind auf dem insgesamt 90 000 qm großen Baugelände die Bauarbeiten in vollem Gange. Die für die Gründung der Fertigungshalle notwendigen 108 gerammten Pfähle und die 128 gebohrten Pfähle für die Betriebsgebäude mußten 6 bis 8 Meter tief in den Boden getrieben werden, bis sie auf tragfähigen Grund stießen. Die Streifenfundamente sind ebenfalls fertiggestellt, und schon recken sich auch die ersten Stahlkonstruktionen gegen den Himmel.

Allein die Fertigungshalle wird bei einer lichten Höhe von 5,50 Meter (bis Unterkante Binder) — im Lagerbereich 6,50 Meter — eine Nutzfläche von über 9500 qm haben. Ein umlaufendes Fensterband und das in 3,25 Meter Höhe angebrachte Kunstlichtband sorgen für eine gute Ausleuchtung, wobei die Beleuchtungsstärke zwischen 600 und 800 Lux liegen wird. Eine vorbildliche Klimatisierung dürfte durch die zwei vorgesehenen Dachaggregate sichergestellt sein, die die Luft filtern und je nach Bedarf heizen oder kühlen. Etwa 600 Mitarbeiter werden in dieser Halle ab Herbst 1966 ihre Arbeitsplätze haben. Das der Fertigungshalle vorgelagerte Betriebsgebäude wird bei einer Nutzfläche

von fast 3500 qm einen umbauten Raum von über 19 000 cbm umschließen. Hier werden sich im Erdgeschoß die Umkleieräume, die Arztstation und weitere Räume für Sonderzwecke befinden. Der 1. Stock soll neben den Betriebsbüros einen Speiseraum aufnehmen, während im 2. Stock die Arbeitsräume der Mathematiker, des Kundendienstes und der Werbeabteilung liegen werden. Gegebenenfalls ist die Möglichkeit zum Aufbau eines weiteren Geschosses vorgesehen. Dieser Bau wird, wie das Verwaltungsgebäude, mit einer Warmwasserheizung ausgestattet.

Die für die Wärmeversorgung notwendige Heizzentrale sowie die Trafo-Station sollen in einem besonderen Gebäude von 27 m Länge, 12 m Breite und 7 m Höhe untergebracht werden, das von einem 32 m hohen Schornstein überragt werden wird. Insgesamt sind für die Stromversorgung 3 Transformatoren vorgesehen, und zwar einer mit einer Leistung von 630 kVA und zwei mit einer Leistung von je 800 kVA. Zur Verbindung mit den Gebäuden werden begehbare Versorgungskanäle angelegt. Die auf dem Modellfoto links sichtbaren Gebäude sind dem letzten Bauabschnitt vorbehalten. Hier sollen später die Entwicklung, die Unterrichtsräume und das Casino Platz finden.

Das gesamte Projekt wurde so ausgelegt, daß dem für die nächsten Jahre erwarteten Anwachsen der Mitarbeiterzahl von gegenwärtig 1200 auf über 1600 Rechnung

getragen ist. Ein großzügig angelegter Parkplatz wird Abstellmöglichkeiten für 600 Fahrzeuge bieten und dürfte damit auch den Anforderungen der fortschreitenden Motorisierung gerecht werden.

Modell des ZUSE-Neubau-Projektes. In der Mitte das bereits fertiggestellte und bezogene Verwaltungsgebäude, rechts der z. Z. im Bau befindliche zweite Bauabschnitt.



## Übersetzer

## Maschinenprogramme Anschlußgeräte

### Übersetzer Z 22/Z 64

Maschinentyp: Z 22

Übersetzerprogramm Z 22/Z 64  
mit Zusatz für 1/32 Schritt mit wahlweise quadratischer oder kubischer  
Interpolation

Fassung A: für Tischgröße G1, 2, 3 und Stiftabstand 15 mm  
Fassung B: für Tischgröße G4 und Stiftabstand 20 mm

### Magnetbandunterprogrammsysteme für festadressierte Bellbänder

Maschinentyp: Z 23 VK

Im Gegensatz zu der in Schrift P 106 beschriebenen MB-Organisation  
belegt dieses System den Zusatzkernspeicher anstatt der Trommel.

Hersteller: **ZUSE KG**  **BAD HERSFELD**

Hersteller: **ZUSE KG**  **BAD HERSFELD**

## Übersetzer

## Maschinenprogramme Anschlußgeräte

### Übersetzer Z 23/Z 64

Maschinentyp: Z 23

Adressierung: relativ


Übersetzerprogramm Z 23/Z 64 mit Zusatz für 1/32 Schritt  
Streifen A: für G1, 2, 3; 15 mm Stiftabstand  
Streifen B: für G4 20 mm Stiftabstand

### MB-Unterprogrammssystem für festadressierte Ampex- u. CDC-Bänder

Maschinentyp: Z 23 VK

Das System weicht von dem entsprechenden, in der Bezeichnung zu  
Programm Reg.-Nr. 1130 enthaltenen System davon ab, daß es den  
Zusatzkernspeicher statt der Trommel belegt.

Hersteller: **ZUSE KG**  **BAD HERSFELD**

Hersteller: **ZUSE KG**  **BAD HERSFELD**

## Übersetzer

## Maschinenprogramme Anschlußgeräte

### Übersetzer Z 25/Z 64

Maschinentyp: Z 25

Adressierung: relativ

Übersetzerprogramm Z 25/Z 64 mit Zusatz für 1/32 Schritt

Streifen A: für G1, 2, 3; 15 mm Stiftabstand  
Streifen B: G4 20 mm Stiftabstand


### Schnelle Ein- und Ausgabe für Datenverarbeitung mit ANElex

Maschinentyp: Z 23

Im vorliegenden Programm sind 3 Teilprogramme vereinigt mit folgen-  
den Funktionen:

1. Schnelles Leseprogramm für Zahlen
2. Leseprogramm für Klartext
3. Druckprogramm für ganze Zahlen und Klartext

Hersteller: **ZUSE KG**  **BAD HERSFELD**

Hersteller: **ZUSE KG**  **BAD HERSFELD**

## Maschinenprogramme Anschlußgeräte

## Maschinenprogramme Anschlußgeräte

### Lochkartenprotokollprogramm (Bull, ANElex)

Maschinentyp: Z 23 VK, Intercode

Adressierung: relativ


Das Programm dient dazu, beliebige Lochkarteninhalte auf dem ANElex-  
drucker in einfacher Weise aufzulisten, d. h. die Lochkarten zu proto-  
kollieren. Es soll dem Benutzer die Arbeit abnehmen, für bestimmte  
Lochkarten immer wieder ein neues Programm für die Einzelbefehle  
der Zahlen und Texte und für den Drucker zu schreiben.


### Magnetbandorganisation III (Busbarsystem)

Maschinentyp: Z 25/Ps 1

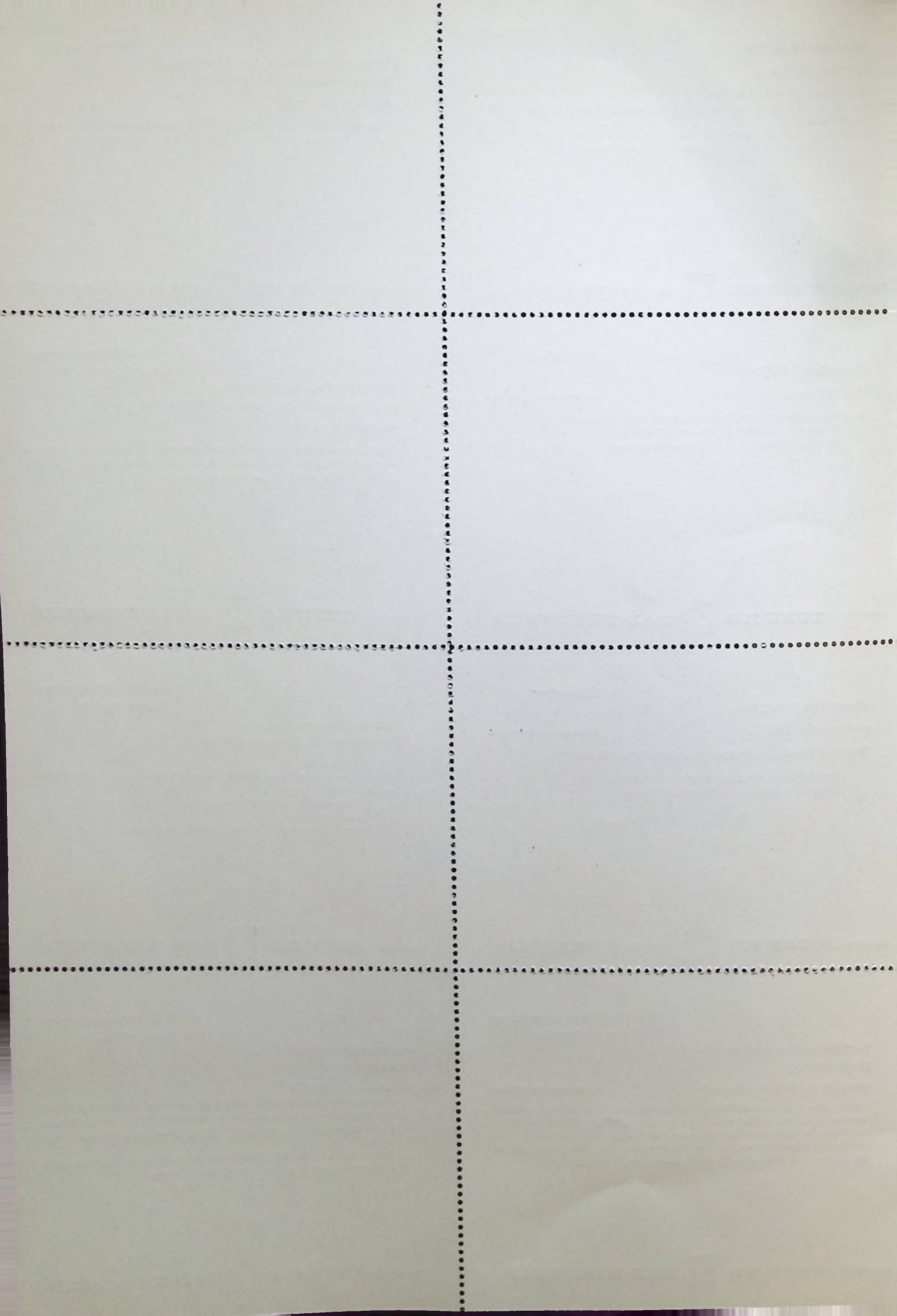
Die vorliegende Magnetbandorganisation soll zwei Aufgaben erfüllen:  
a) Die Ermöglichung einer einfachen Programmierung aller sinnvollen  
Bandroutinen dadurch, daß Ihnen Unterprogrammssprünge zugeordnet  
werden.

b) Die Vermeidung von Irrtümern bei der Benutzung von Bändern durch  
eine per Programm prüfbare Bandkennzeichnung.

Hersteller: **ZUSE KG**  **BAD HERSFELD**

Hersteller: **ZUSE KG**  **BAD HERSFELD**





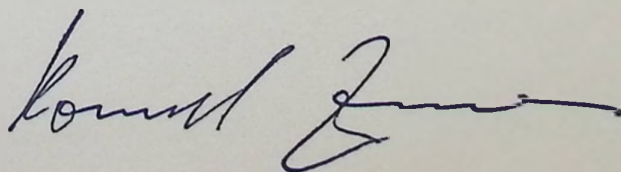


Die mir erwiesenen Ehrungen geben mir Anlaß, all der Freunde und Helfer zu gedenken, die mir während der langen Jahre der Entwicklung zur Seite gestanden haben.

Zunächst gilt dies für alle Angehörigen der Firma, die durch ihren unermüdlichen Einsatz mitgeholfen haben, die oft fast unüberwindlich erscheinenden Schwierigkeiten zu überbrücken. Insbesondere während der Pionierzeit der programmgesteuerten Rechenmaschinen in den Kriegs- und Nachkriegsjahren gehörte eine große Begeisterung dazu, die ersten Geräte zum Laufen zu bringen. Ich entsinne mich gern der Zeiten, als ich in enger persönlicher Zusammenarbeit mit Konstruktionsbüro und Werkstatt die verschiedenen Versuchsgeräte entwickeln konnte, wobei wir oft gemeinsam bis spät in die Nacht hinein gearbeitet haben, um gesteckte Ziele zu erreichen und gegebene Termine zu halten.

Ebenso möchte ich der engen freundschaftlichen Zusammenarbeit gedenken, die zwischen unseren Kunden und uns besteht. Insbesondere während der Pionierzeit war dies von besonderer Wichtigkeit, denn damals gehörten oft ein erheblicher Mut und großes Vertrauen dazu, einer kleinen, im Aufbau befindlichen Firma Aufträge eines solchen Umfanges zu erteilen.

Es ist hier nicht der Platz, all der zahlreichen Einzelleistungen zu gedenken und einzelne Namen zu nennen, die mit dazu beigetragen haben, den Ruf unserer Firma zu begründen. Jedoch dürfen sich alle meine Mitarbeiter und Freunde durch die beiden mir persönlich erwiesenen Auszeichnungen mitgeehrt fühlen. Ihnen allen gilt mein persönlicher Dank, und ich hoffe, daß das Band, das uns in dieser Pionierzeit zusammengeführt hat, uns auch in Zukunft noch recht lange zusammenhalten wird.

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'Konrad Zuse'. The signature is fluid and cursive, with a long horizontal stroke at the end.



